MILANO
Gennaio 1930 - Anno VIII

Fascicolo I
Volume VII

L'Energia Elettrica

UFFICIALE PER GLI ATTI DELL'UNIONE NAZIONALE FASCISTA INDUSTRIE ELETTRICHE (UNFIEL)
E DELLA FEDERAZIONE NAZIONALE FASCISTA DEI GRUPPI REGIONALI IMPRESE ELETTRICHE (FENAGRIEL)
Direttore: SENATORE PROF. O. M. CORBINO

SOMMARIO del N. 1 del 1930

(da pag. 1 a pag. 90)

Pag.

MILANO
Gennaio 1930 - Anno VIII

Fascicolo I
Volume XII

L'Energia Elettrica

UFFICIALE PER GLI ATTI DELL'UNIONE NAZIONALE FASCISTA INDUSTRIE ELETTRICHE (UNFIEL)
E DELLA FEDERAZIONE NAZIONALE FASCISTA GRUPPI REGIONALI IMPRESE ELETTRICHE (FENAGRIEL)

Direttore: SENATORE PROF. O. M. CORBINO

ENRICO FERMI
ACCADEMICO D'ITALIA

I fondamenti sperimentali della nuova meccanica atomica

Quando, nei primi anni del nostro secolo, i fisici incominciarono a interessarsi seriamente ai problemi atomici, due questioni principali si presentarono al loro studio. Occorreva infatti in primo luogo ricercare quali fossero gli elementi costitutivi dell'atomo; in secondo luogo scoprire le leggi e il comportamento di tali elementi. Il primo problema, già in parte affrontato dai fisici del secolo scorso, trovò la sua risoluzione definitiva grazie principalmente al lavoro di Rutherford. Secondo i suoi risultati, che sono poi sempre stati confermati dalle indagini ulteriori, dobbiamo distinguere nell'atomo un nucleo centrale, cioè un corpuscolo carico di elettricità positiva, ed un certo numero di elettroni carichi negativamente. Ciò che distingue gli uni dagli altri gli atomi dei diversi elementi chimici, è il numero di elettroni che essi contengono, e che prende il nome di *numero atomico*. Così nell'atomo di idrogeno, che ha numero atomico 1, abbiamo il nucleo e un solo elettrone; siccome l'atomo, nel suo complesso, deve essere elettricamente neutro, la carica positiva del nucleo di idrogeno dovrà essere eguale alla carica negativa del suo unico elettrone. L'atomo di elio ha numero atomico 2, e contiene quindi due elettroni e il nucleo; siccome l'atomo deve essere neutro, il nucleo di elio dovrà dunque avere carica doppia, salvo il segno, di quella dell'elettrone. Se si considera infine l'atomo più complesso, l'uranio, si trova che esso contiene 92 elettroni, in modo che la carica elettrica del nucleo di uranio dovrà equivalere a 92 volte la carica elettrica dell'elettrone. In tutti gli atomi la massa del nucleo è sempre molto grande (qualche migliaio di volte) in confronto alla massa di tutti gli elettroni dell'atomo presi insieme; per modo che il centro di gravità dell'atomo viene praticamente a coincidere col nucleo. In conseguenza, se tutto l'atomo non è animato da un movimento di insieme, il nucleo starà fermo, mentre gli elettroni gireranno intorno ad esso in orbite più o meno complicate.

Trovati così gli elementi di cui sono costituiti gli atomi, restava il più arduo problema di determinare le leggi a cui essi soddisfano. Questo secondo problema è ancora in evoluzione, e soltanto oggi si incomincia a pensare di non essere lontani dalla sua soluzione.

L'ipotesi più naturale che si è indotti a fare quando ci si trova di fronte a qualche cosa di sconosciuto, è che il suo comportamento sia analogo a quello di cose simili meglio note. Così la prima ipotesi sul comportamento dell'atomo che abbiamo descritto sarà che il suo nucleo e i suoi elettroni si muovano, sotto l'azione delle forze attrattive e repulsive che si esercitano tra di essi, secondo la legge di Coulomb, obbedendo ai principi della meccanica classica. Secondo questa ipotesi, l'atomo ci si presenterà dunque come un minuscolo sistema planetario (avente il diametro dell'ordine di grandezza di un centomilionesimo di cm.) in cui il nucleo, che sta fermo nel centro dell'atomo, corrisponde al Sole, mentre gli elettroni, che girano intorno ad esso, corrispondono ai pianeti. Siccome poi gli elettroni non sono altro che delle cariche elettriche in movimento, potremo pensare che essi producano degli effetti magnetici ed elettromagnetici, calcolabili per mezzo delle consuete leggi dell'elettrologia.

Non sfuggirà a nessuno che in questo complesso di ipotesi è contenuta una ardita e pericolosa estrapolazione. Le leggi della meccanica e dell'elettrologia sono state infatti dedotte in base ad esperienze fatte su corpi aventi dimensioni enormi a confronto di quelle di un atomo; e generalizzare tali leggi alla fisica dell'atomo potrà essere lecito soltanto dopo che esse, anche nel campo dell'atomo, saranno state assoggettate a un accurato controllo sperimentale.

Ora è senz'altro evidente che le leggi dell'elettrologia e della meccanica non possono essere valide senza modificazioni nel mondo atomico. Consideriamo p. es. il caso di un atomo di idrogeno; il suo unico elettrone, attirato dal nucleo con forza inversamente proporzionale al quadrato della distanza, descriverà attorno ad esso, secondo le leggi della meccanica, un'orbita ellittica, di cui il nucleo occupa uno dei fuochi. Si sa d'altra parte dalle leggi dell'elettrologia che una carica elettrica, che non si muova di moto rettilineo ed uniforme, irradia sempre

nello spazio una certa quantità di energia elettromagnetica; concludiamo dunque che anche l'elettrone che gira intorno al nucleo dell'atomo di idrogeno dovrebbe perdere continuamente energia, irradiandola nello spazio sotto forma di onde elettromagnetiche. In conseguenza di questa perdita di energia, l'orbita dell'elettrone dovrebbe andare via via restringendosi, fino a che l'elettrone andrebbe a cadere nel nucleo. Siccome questo fatto, che porterebbe a un completo cambiamento di natura dell'atomo, certamente non avviene, si deve dedurre che, o le leggi della meccanica, o le leggi dell'elettrologia, oppure le une e le altre, non sono applicabili senza modificazioni nel mondo atomico.

Nel 1913 Niels Bohr di Copenaghen tentò di risolvere queste difficoltà proponendo le sue celebri ipotesi per il calcolo dei fenomeni atomici. Secondo queste ipotesi il calcolo delle orbite degli elettroni di un atomo viene ancora fatto in base alle leggi della meccanica ordinaria; si ammette però che, non tutte le orbite prevedibili per mezzo della meccanica possano venire effettivamente descritte dagli elettroni, ma soltanto una successione discreta, che costituisce la successione degli stati quantici dell'atomo. Ad ogni stato quantico corrisponde anche naturalmente una determinata energia dell'atomo, la quale è pertanto suscettibile di assumere soltanto certi valori discreti detti livelli energetici.

Bohr ammette che quando l'atomo si trova in uno stato quantico esso non irradi energia; ciò è in contraddizione coi principi ordinari dell'elettrodinamica, poichè, secondo questi, al movimento degli elettroni dell'atomo dovrebbe necessariamente corrispondere una emissione di onde elettromagnetiche. Invece secondo Bohr l'emissione di radiazioni da parte dell'atomo avviene con un processo discontinuo che prende il nome di salto quantico; egli ammette infatti che, quando l'atomo non si trova nello stato quantico di minima energia, esso possa passare bruscamente dallo stato in cui si trova a uno stato di energia inferiore, emettendo, sotto forma di radiazione, la differenza tra le energie dei due stati. Secondo la ordinaria elettrodinamica, la frequenza della radiazione emessa dall'atomo, dovrebbe essere eguale alla frequenza dei movimenti degli elettroni interni all'atomo; invece secondo Bohr la frequenza emessa si calcola semplicemente dividendo la quantità di energia emessa nel salto quantico (cioè la differenza tra le energie dei due stati tra cui avviene il salto) per la costante universale h di Planck. La frequenza così calcolata è differente da quella dei moti descritti dagli elettroni, e si può dimostrare che le due frequenze vengono a coincidere solo nel caso limite in cui esse siano molto piccole.

Il complesso delle ipotesi di Bohr, che abbiamo qui brevemente elencate, si presenta assai insoddisfaciente dal lato logico, poichè si ha in esso una mescolanza dei concetti classici e dei nuovi concetti quantistici, senza che sia chiaro il criterio che limita l'applicabilità degli uni e degli altri. Ciò nonostante le ipotesi di Bohr hanno costituito il cardine dello sviluppo della fisica atomica fino agli ultimissimi anni, e si sono mostrate di una fecondità enorme, conducendo qualitativamente all'interpretazione degli spettri di tutti gli atomi e di alcune loro proprietà chimiche; e da esse si è tratto continuamente suggerimento per escogitare nuove esperienze che hanno valso a portare sempre maggior luce nelle nostre conoscenze sul mondoatomico.

Restava tuttavia sempre un notevole disagio concettuale che si andava sempre più accentuando man mano che la teoria veniva applicata a fenomeni sempre più complessi; poichè la soluzione dei diversi problemi si otteneva sempre a prezzo di qualche compromesso tra la teoria classica e quella quantistica, oppure di ipotesi supplementari logicamente in disaccordo tra di loro. Citerò il notissimo esempio della controversia tra la teoria elettromagnetica ondulatoria e la teoria dei quanti di luce, secondo cui è necessario attribuire alla luce una specie di natura corpuscolare. Le due teorie avevano ciascuna il proprio campo di applicazione; precisamente la teoria ondulatoria serviva per l'interpretazione dei fenomeni di interferenza ed affini, mentre la teoria dei quanti di luce veniva applicata quando si dovevano studiare gli scambi energetici tra luce e materia. E non sembrava possibile arrivare alla costruzione di una teoria unica che spiegasse insieme le due classi di fenomeni.

È stato principalmente da questo disagio concettuale, che si è maturata poco per volta nei fisici la convinzione che fosse necessario riprendere fin dalle basi lo studio della fisica dell'atomo, costruendo una nuova meccanica atomica, invece di cercare di adattare, con continue ipotesi supplementari, la ordinaria meccanica ai fenomeni dell'atomo. Dopo svariati tentativi infruttuosi, che ben presto si mostrarono in disaccordo con l'esperienza, si arrivò infine alla costruzione di una meccanica atomica, che sembra rendere conto in modo assai soddisfacente di tutti i fenomeni dell'atomo che oggi conosciamo.

Che i tempi fossero maturi per la costruzione della meccanica atomica, è, del resto, avvalorato in qualche modo dal fatto che ad essa si è giunti quasi contemporaneamente seguendo vie affatto diverse in due luoghi differenti. Heisenberg a Copenaghen vi arrivava partendo dal concetto che nella nuova meccanica dovessero trovar posto soltanto grandezze accessibili, almeno in linea teorica, a una misura effettiva (grandezze direttamente osservabili); mentre Schroedinger a Zurigo, perfezionando e sviluppando alcune idee espresse per primo da Louis de Broglie di Parigi, costruiva la nuova meccanica basandosi sopra una analogia formale tra le meccanica classica e l'ottica geometrica. Come si vede da questo accenno, le due vie per la costruzione della nuova meccanica non hanno apparentemente nulla a che vedere tra di loro; e anche gli strumenti matematici di cui esse si servono sono totalmente differenti, poichè Heisenberg usa la teoria delle matrici infinite, mentre Schroedinger si serve solo delle ordinarie equazioni differenziali. Ciò nonostante si è potuto dimostrare che le due teorie sono matematicamente equivalenti tra di loro, e cioè conducono, in tutti i casi possibili, agli identici risultati. Così che ormai non occorre più distinguere tra le due teorie, ma si applica, caso per caso, quella di esse che è matematicamente più comoda. Siccome in quasi tutti i casi il metodo più facile a seguire e più accessibile all'intuito è quello di Schroedinger, accennerò qui ad esso in poche parole. Si può stabilire tra l'ottica geometrica e la meccanica una analogia molto stretta, facendo corrispondere alla traiettoria di un punto materiale il percorso di un raggio di luce. Se il punto materiale si muove senza che su di esso agiscano forze, cioè se esso attraversa una regione dello spazio in cui il potenziale è costante, la sua traiettoria è una linea retta; similmente un raggio di luce che attraversi una regione di indice di rifrazione costante segue un cammino rettilineo. Dunque a una regione in cui il potenziale è costante corrisponde, nel paragone ottico, una regione in cui è costante l'indice di rifrazione. In una regione dello spazio in cui il potenziale è variabile un punto materiale descrive una traiettoria curva; e similmente in una regione dello spazio in cui l'indice di rifrazione varia da punto a punto i raggi di luce seguono dei cammini curvi (si pensi p. es. al fenomeno del miraggio). Data una qualsiasi distribuzione di potenziale, si può sempre immaginare che, in una regione dello spazio, l'indice di rifrazione vari da punto a punto in modo tale, che il cammino percorso dalla luce risulti identico a quello percorso da un punto materiale sotto l'azione del dato potenziale. Resta così sviluppata in modo completo l'analogia tra la meccanica classica e l'ottica geometrica. È noto però che tutte le volte che la luce incontra degli ostacoli aventi dimensioni dell'ordine di grandezza della lunghezza d'onda, le leggi dell'ottica geometrica perdono la loro validità, e avvengono i fenomeni di diffrazione, che possono spiegarsi soltanto ammettendo una natura ondulatoria della luce. Ora Schroedinger osserva che anche la meccanica classica si mostra in difetto quando si cerca di applicarla a sistemi di dimensioni molto piccole, come sono gli atomi; in questo caso

infatti avvengono i fenomeni peculiari della teoria dei quanti. Egli cerca perciò di spingere oltre l'analogia che abbiamo osservata tra la meccanica e l'ottica ed arriva a costruire la così detta meccanica ondulatoria, analoga all'ottica ondulatoria, invece che all'ottica geometrica. Naturalmente come l'ottica ondulatoria, quando viene applicata a problemi di dimensioni grandi, finisce per dare gli stessi risultati dell'ottica geometrica, così anche la meccanica ondulatoria di Schroedinger, applicata allo studio della meccanica di corpi di dimensioni apprezzabili, dà risultati che coincidono con quelli della meccanica classica. Le differenze si manifestano invece quando si studiano, con la meccanica ondulatoria, problemi di dimensioni estremamente piccole, come p. es. i problemi della fisica dell'atomo. E in questo campo la nuova meccanica portò ben presto a risultati brillantissimi, poichè i diversi fenomeni atomici, e, in primo luogo, il fatto che l'atomo è suscettibile soltanto di certi stati energetici discreti, risultarono spontaneamente come conseguenze matematiche della teoria, senza bisogno di alcuna ipotesi supplementare; come si è detto poi si potè dimostrare che la meccanica ondulatoria di Schroedinger è identica all'altra forma della nuova meccanica ideata da Heisenberg.

Da quanto si è detto potrà forse sembrare molto strana l'idea di considerare i fatti meccanici come una manifestazione di un fenomeno ondulatorio. La stessa idea però può venir suggerita anche da un altro tipo di fenomeni. Abbiamo già accennato infatti alla teoria dei quanti di luce che, per la spiegazione di un certo gruppo di fenomeni, era indotta a postulare una specie di natura corpuscolare della luce, e cioè, in qualche modo, a ricondurre i fenomeni dell'ottica a quelli di uno sciame di corpuscoli; anche questo fatto servì certamente a suggerire che l'analogia tra i fenomeni meccanici e quelli ondulatori è più profonda di quanto non sembri a prima vista.

Poco dopo la pubblicazione della teoria di Schroedinger, si ebbe del resto, per opera di Davisson e Germer, una brillante conferma sperimentale di questa profonda analogia. Questi fisici poterono infatti osservare che, lanciando un fascetto di elettroni contro un cristallo di nichel, gli elettroni venivano riflessi all'indietro solo in certe direzioni ben determinate. Questo non è altro che un fenomeno di diffrazione degli elettroni, completamente analogo, anche dal lato quantitativo, ai fenomeni di diffrazione presentati dai raggi che X colpiscono un cristallo. In seguito queste esperienze di diffrazione dei fascetti di elettroni nei cristalli furono ripetute anche da altri in svariate condizioni, e risultarono sempre fenomeni analoghi a quelli che si osservano adoprando, invece di un fascetto di elettroni, un raggio di luce di opportuna lunghezza d'onda.

Ma certamente la migliore conferma del fatto che la nuova meccanica ci abbia veramente avvicinati alla comprensione dei fenomeni atomici, sta nell'esame dell'imponente numero di fatti sperimentali svariati che essa ha permesso di interpretare. Senza entrare in particolari circa la spiegazione dei diversi fenomeni, mi propongo qui di passare in rassegna alcuni dei principali di essi.

Dirò anzi tutto che la nuova meccanica ha permesso di confermare tutti i numerosissimi risultati qualitativi che erano stati già interpretati con la vecchia teoria dei quanti; ciò è stato possibile senza alcun bisogno di quelle ipotesi supplementari continue che erano necessarie nella vecchia teoria, ma semplicemente con una applicazione conseguente dei postulati fondamentali della teoria. Nei casi in cui è stato possibile sormontare le difficoltà matematiche, arrivando ad un calcolo quantitativo, si è sempre trovato l'accordo quantitativo con i risultati sperimentali; valga l'esempio del calcolo dell'energia dell'atomo di elio, che è stato spinto fino all'approssimazione di oltre 1‰ al valore sperimentale. Come questo si potrebbero citare altri numerosi esempi in cui la nuova meccanica ha portata la precisione quantitativa dove la vecchia teoria dava solo dei risultati qualitativi. Così nella teoria degli spettri delle molecole, nella teoria degli atomi con più elettroni, e perfino nella stessa teoria dell'atomo di idrogeno che era sempre stata considerata, per così dire, la rocca forte della vecchia teoria dei quanti. Notiamo incidentalmente che il fatto che la vecchia teoria, pur non arrivando quasi mai a dare risultati quantitativi, avesse tuttavia permesso di raggiungere conclusioni assai importanti non sembra oggi casuale; si può infatti dimostrare che la vecchia teoria dei quanti rappresenta una prima approssimazione della nuova meccanica, prima approssimazione che in parecchi casi già si avvicina considerevolmente alla realtà.

Ma non vorrei qui soffermarmi sopra quelle conclusioni della meccanica quantistica che possono in qualche modo considerarsi soltanto come un perfezionamento dei risultati della vecchia teoria; preferisco invece passare all'esame di quanto vi è in essa di essenzialmente nuovo anche dal lato qualitativo.

Nel 1921 Ramsauer scoprì un fenomeno che sembrò al suo tempo inesplicabile. Se si fanno passare degli elettroni attraverso a un gas, le deviazioni che essi subiscono per effetto degli urti contro le molecole del gas dipendono, come è naturale, dalla velocità degli elettroni; elettroni molto veloci non vengono quasi deflessi dall'effetto degli urti contro le molecole, mentre gli elettroni un po' più lenti subiscono una deviazione maggiore. Si penserebbe naturalmente che la deviazione dovesse crescere sempre col diminuire della velocità. Ramsauer scoprì invece che accade l'opposto, e che cioè, quando la velocità degli elettroni scende al di sotto di un certo limite, essi vengono tanto meno deviati quanto più piccola è la loro velocità; in modo che si può dire che elettroni di piccolissima velocità possono attraversare le molecole del gas senza venir in alcun modo deviati dalla loro traiettoria. L'interpretazione di questo fenomeno, incomprensibile nella meccanica classica, si presenta assai semplice e spontanea nella meccanica ondulatoria. Abbiamo detto infatti che, secondo questa teoria, l'elettrone deve farsi corrispondere a un treno di onde; la lunghezza d'onda, dipende dalla velocità dell'elettrone e risulta tanto maggiore quanto minore è la velocità. Ad elettroni molto lenti corrisponderebbero quindi onde di grande lunghezza. Ora la deviazione che l'elettrone subisce nell'urtare contro una molecola corrisponde alla diffrazione che subisce il treno d'onde quando investe la molecola. È ben noto che la diffrazione subita da un treno di onde che urta un ostacolo di dimensioni molto piccole è considerevole finchè la lunghezza d'onda è dell'ordine di grandezza delle dimensioni dell'ostacolo, mentre diventa trascurabile per lunghezze d'onda molto grandi rispetto a tali dimensioni. Segue quindi che, quando la velocità dell'elettrone diventa piccola, e quindi diventa grande la lunghezza delle onde che ad esso corrispondono, l'effetto degli urti dovrà farsi sempre più piccolo, appunto come risulta dalle esperienze di Ramsauer.

Un'altra applicazione della meccanica ondulatoria, che presenta notevole analogia con quella che abbiamo qui esposto, ma che ha ben maggiore importanza, consiste nel calcolo del cammino libero medio degli elettroni liberi nell'interno dei metalli e nella conseguente determinazione teorica della conducibilità elettrica. La teoria dei metalli ha compiuto negli ultimi anni dei progressi assai importanti, specialmente in seguito ai lavori di Sommerfeld, che ha ripreso, valendosi delle moderne teorie statistiche, la concezione di Drude del gas di elettroni. Sommerfeld ha così potuto interpretare molti fenomeni che sembravano irrisolubili alla luce delle vecchie teorie.

Uno dei problemi più essenziali per la teoria dei metalli era naturalmente quello del calcolo della loro conducibilità elettrica; e per risolverlo era necessario conoscere il valore del cammino libero medio degli elettroni liberi nell'interno del metallo, poichè la resistenza elettrica risulta inversamente proporzionale al cammino libero medio. Ora è facile convincersi che, se gli atomi del metallo fossero disposti in un reticolato perfettamente regolare, la diffusione degli elettroni per effetto degli urti contro di essi dovrebbe annullarsi. Considerando infatti, secondo la concezione di Schroedinger, le proprietà di un elet-

trone analoghe a quelle di un'onda che si muova in un mezzo di indice di rifrazione variabile, troviamo che la diffusione prodotta da un reticolato perfetto è nulla, così come è nulla la diffusione della luce prodotta da un cristallo perfetto. Alla diffusione nulla corrisponde cammino libero medio degli elettroni infinito, e quindi conducibilità elettrica infinita. Se anche consideriamo però un cristallo costruito in modo perfetto, i suoi atomi non saranno situati perfettamente nei vertici del reticolo, altro che alla temperatura dello 0 assoluto. Per tutte le altre temperature essi si discosteranno più o meno da tali posizioni, per effetto dell'agitazione termica, e daranno perciò luogo a un reticolato tanto meno regolare quanto più elevata è la temperatura. L'intensità della diffusione degli elettroni crescerà perciò col crescere della temperatura e si avrà quindi in corrispondenza un aumento della resistenza elettrica. Sopra queste basi è stato possibile costruire una teoria della conducibilità elettrica che si mostra in soddisfacente accordo con l'esperienza. Si osservi anche che, in base ai principi esposti, si spiega il fatto che la conducibilità elettrica delle leghe metalliche è in generale minore di quella dei metalli puri. Infatti, nel mescolare i metalli, si viene a costituire un reticolato atomic o alquanto irregolare. A questa irregolarità corrisponde, come abbiamo spiegato, una forte diffusione degli elettroni e quindi una forte resistenza elettrica.

La nuova meccanica ha permesso di raggiungere dei risultati di grande interesse nello studio dei sistemi che contengono due o più corpuscoli identici tra di loro. Tali sono p. es. tutti gli atomi, ad eccezione dell'idrogeno; essi contengono infatti almeno due elettroni e tutti gli elettroni sono eguali. Similmente, in una molecola costituita da due atomi eguali, come p. es. H_2, N_2, O_2, abbiamo, oltre a tutti gli elettroni, che sono eguali tra di loro, anche i due nuclei eguali.

Consideriamo p. es. un atomo che contenga due elettroni. Abbiamo osservato che ogni elettrone può trovarsi soltanto in certi determinati stati quantici. A priori si penserebbe possibile che tutti e due gli elettroni del nostro sistema potessero, in determinate condizioni, trovarsi nello stesso stato quantico. Ora Pauli dall'osservazione di svariati fatti spettroscopici, era arrivato, già prima che Heisenberg e Schroedinger fondassero la nuova meccanica, ad enunciare il suo principio di esclusione: esso afferma che non può mai accadere che due elettroni si trovino nello stesso stato quantico. Questo principio è importantissimo e certamente tutte le proprietà della materia resterebbero sostanzialmente modificate, se esso non fosse verificato. Esso ci dà in particolare la ragione per cui tutti gli elettroni di un atomo non si precipitano nell'orbita più stabile, che è quella più vicina al nucleo, ma si dispongono intorno ad esso in orbite svariate, determinando così le particolarità chimiche, che differenziano gli elementi uno dall'altro. Nella vecchia teoria dei quanti il principio di Pauli non poteva in alcun modo venire spiegato; era necessario ammetterlo come una ipotesi supplementare, non sempre conciliabile con le altre ipotesi della teoria. La nuova meccanica ha permesso invece di dimostrare che se si ammette che, ad un certo istante iniziale, ogni stato quantico sia occupato al massimo da un solo elettrone, non può mai accadere, negli istanti successivi, che due elettroni vengano a trovarsi nel medesimo stato quantico; in altre parole, se si ammette che il principio di Pauli sia verificato allo stato iniziale, si è sicuri che esso sarà sempre verificato anche in seguito.

Dalla nuova meccanica risulta anche spontaneamente un'altra importante proprietà dell'elettrone e cioè quella di possedere un momento magnetico. Questa proprietà invece doveva venire postulata nella vecchia teoria. Anche l'esistenza del momento magnetico ha, sulle proprietà della materia una, importanza assai maggiore di quanto non possa sembrare a prima vista. Infatti se non se ne ammettesse l'esistenza si troverebbe p. es. che l'idrogeno, invece di essere, come è, un gas chimicamente molto attivo, si comporterebbe come un gas inerte, press'a poco analogo all'elio. In modo simile verrebbero totalmente alterate le proprietà chimiche di tutte le sostanze; il sistema periodico degli elementi avrebbe i suoi periodi di quattro invece che di otto, così che p. es. il boro, che è una sostanza solida di grande durezza, sarebbe invece un gas nobile. Similmente sarebbe un gas nobile il fluoro, che è invece una delle sostanze chimicamente più attive che si conoscono.

Notevolissimi sono anche gli studi, basati sopra la nuova meccanica, e relativi alle proprietà dei composti chimici omeopolari. È noto che i composti chimici si possono classificare in due grandi categorie: composti polari e composti omeopolari. I più caratteristici esempi di composti polari ci sono dati dalle molecole dei sali, degli acidi e delle basi. P. es. si trova che la molecola di cloruro di sodio, $NaCl$, è costituita da uno ione di positivo di sodio, cioè da un atomo di sodio che, avendo perduto un elettrone, è restato carico di elettricità positiva, e da uno ione negativo di cloro, cioè da un atomo di cloro che si è appropriato l'elettrone perduto dall'atomo di sodio, restando perciò carico negativamente. I due ioni, carichi di elettricità di segno opposto, si attraggono, per la legge di Coulomb; è appunto questa attrazione elettrostatica che serve a tenere insieme la molecola. Non è invece possibile spiegare per mezzo di un semplice gioco di attrazioni elettrostatiche l'esistenza delle molecole, come p. es. la molecola di idrogeno H_2, o di ossigeno, O_2, le quali non sono costituite da due ioni, ma da due atomi, entrambi allo stato neutro; a questa seconda classe di composti chimici si dà il nome di composti omeopolari. Non mi è qui possibile spiegare in poche parole attraverso a quale serie di considerazioni è stato possibile, per mezzo della meccanica quantistica, dimostrare che, in determinate condizioni anche due atomi, entrambi elettricamente neutri, si possono attirare riunendosi per formare una molecola omeopolare; mi limito ad accennare che tale possibilità è determinata dal fatto che gli elettroni dei due atomi sono assolutamente identici tra di loro, per modo che, senza in alcun modo alterare il sistema, si possono scambiare tra di loro due elettroni uno appartenente al primo atomo e l'altro al secondo. È stato così possibile abbozzare una teoria quantistica delle valenze chimiche omeopolari, che rende conto in modo soddisfacente dei principali fatti osservati. Così p. es. risulta dalla teoria che tra due atomi di idrogeno si esercita una forza attrattiva che determina la formazione della molecola di idrogeno; mentre non esiste una simile forza attrattiva tra due atomi di elio, per modo che, almeno in condizioni normali, non si ha la formazione di una molecola di elio.

Accennerò per concludere a un certo numero di risultati che la nuova meccanica ha permesso di raggiungere nel campo della fisica nucleare, e cioè nello studio di quei corpuscoli, carichi di elettricità positiva che si trovano nel centro dell'atomo ed hanno dimensioni alcune migliaia di volte minori di esso. Abbiamo detto più sopra che gli elettroni hanno tutti un loro momento magnetico proprio. Ora è risultato da studi recenti che anche i nuclei atomici, o meglio alcuni di essi, hanno pure un momento magnetico, che è circa mille volte più piccolo del momento magnetico degli elettroni. L'esistenza di questo momento si manifesta in svariati fenomeni. Così p. es. si osserva che le righe spettrali di molti elementi, specialmente di quelli aventi peso atomico elevato, sono costituite da alcune componenti, assai vicine tra di loro, e distinguibili una dall'altra solo con mezzi spettroscopici di elevatissima risoluzione. Queste diverse righe spettrali corrispondono alle diverse orientazioni che il momento magnetico del nucleo può assumere rispetto al resto dell'atomo. Un'altra manifestazione, anche più appariscente, si ha negli spettri delle molecole costituite da due atomi eguali; si trova infatti che essi sono costituiti in molti casi da successioni di righe aventi alternativamente intensità forte e debole. La nuova meccanica ha permesso di spiegare queste alternanze di intensità, osservate già da molto tempo. Risulta infatti che i momenti magnetici dei due nuclei degli atomi che costituiscono

la molecola si possono disporre uno rispetto all'altro parallelamente oppure antiparallelamente; le righe forti o deboli corrispondono all'una o all'altra di queste due possibili orientazioni dei due nuclei. In altre parole la molecola può trovarsi in due stati che hanno proprietà notevolmente diverse tra di loro; e cioè lo stato in cui i due momenti nucleari sono paralleli e quello in cui essi sono antiparalleli. Così p. es. l'ordinario idrogeno è un miscuglio di molecole coi nuclei paralleli (ortoidrogeno) e molecole coi nuclei antiparalleli (paraidrogeno). In condizioni normali i numeri delle molecole di questi due tipi stanno nel rapporto 3:1. Solo a bassissime temperature si ha una prevalenza delle molecole del paraidrogeno, che hanno una energia un po' minore, sopra quelle dell'ortoidrogeno. Così se si mantiene per alcuni giorni dell'idrogeno allo stato liquido, le sue molecole poco alla volta si vanno tutte trasformando in molecole di paraidrogeno. Quando si fa rievaporare questo idrogeno liquido, si ottiene per qualche tempo del paraidrogeno gassoso quasi puro, le cui proprietà fisiche (p. es. il calore specifico) sono diverse dalle proprietà dell'ordinario idrogeno, miscuglio di para e ortoidrogeno.

Oltre a questi fenomeni che descrivono, per così dire, delle proprietà esterne dei nuclei, ne sono noti, già da molto tempo, altri che ci mettono in presenza di fatti che avvengono nell'interno del nucleo. Intendo parlare dei fenomeni radioattivi, che consistono in una disintegrazione del nucleo atomico che, proiettando all'esterno una particella alfa oppure un elettrone, si trasforma in un nucleo differente.

La nuova meccanica ha permesso anche di costruire una teoria, se pure necessariamente molto schematica, dei fenomeni della disintegrazione radioattiva, spiegando come possa accadere che una particella alfa resti in alcuni casi legata nell'interno di un nucleo per anni o per secoli e poi venga proiettata all'esterno, senza l'intervento di alcuna ragione apparente.

Con i nuovi metodi dunque, dopo aver studiato con successo i problemi della fisica dell'atomo, si incomincia ora a trattare la fisica dei nuclei. E come le leggi classiche dovettero venir modificate e approfondite per poter essere applicate allo studio dell'atomo e della molecola, così c'è da attendersi che sia necessario modificare le leggi che valgono per l'atomo prima di poter ottenere una teoria soddisfacente dei fenomeni del nucleo. E così, estendendo il proprio studio a una classe sempre più larga di fenomeni, la Fisica farà forse nell'avvenire un nuovo passo verso la comprensione sempre più profonda delle leggi della natura.

ENRICO FERMI
Accademico d'Italia.

Ing. Attilio Colombo
della Società Mediterranea di Elettricità

L'utilizzazione del Medio e Basso Liri

1. L'istruttoria per le concessioni.

Il fiume Liri, ricco di acque e di salti naturali, è stato utilizzato per forza motrice da tempo immemorabile: lungo il suo corso si incontrano molti piccoli impianti idraulici, di tipo generalmente antiquato, che, in base alla recente legislazione, hanno finalmente dovuto cedere il posto a impianti moderni e razionali.

In relazione a queste particolari circostanze, ben 51 domande di concessione sul fiume Liri ed affluenti furono esaminate in un'unica istruttoria, che riuscì naturalmente laboriosa e complessa, tanto che ebbe l'onore di essere citata come esempio di applicazione delle vigenti disposizioni di legge. (1)

Data la molteplicità e complessità degli interessi in giuoco, alcuni dei quali veramente cospicui, il Ministero dei LL. PP. (pur facendo del suo meglio per escludere i concorrenti che non presentavano le « maggiori ed accertate garanzie tecnico-finan-

(1) Vedasi la Relazione dell'Avv. Carlo Petrocchi sulla applicazione del Decreto-Legge 20 novembre 1916, n.° 1664, pubblicata dal Min. LL. PP. nel 1923. A pag. 187 è pubblicato il Voto del Consiglio Superiore delle Acque in data 17 maggio 1922 sulle domande di derivazione dal Liri fra Sora e S. Giovanni Incarico.

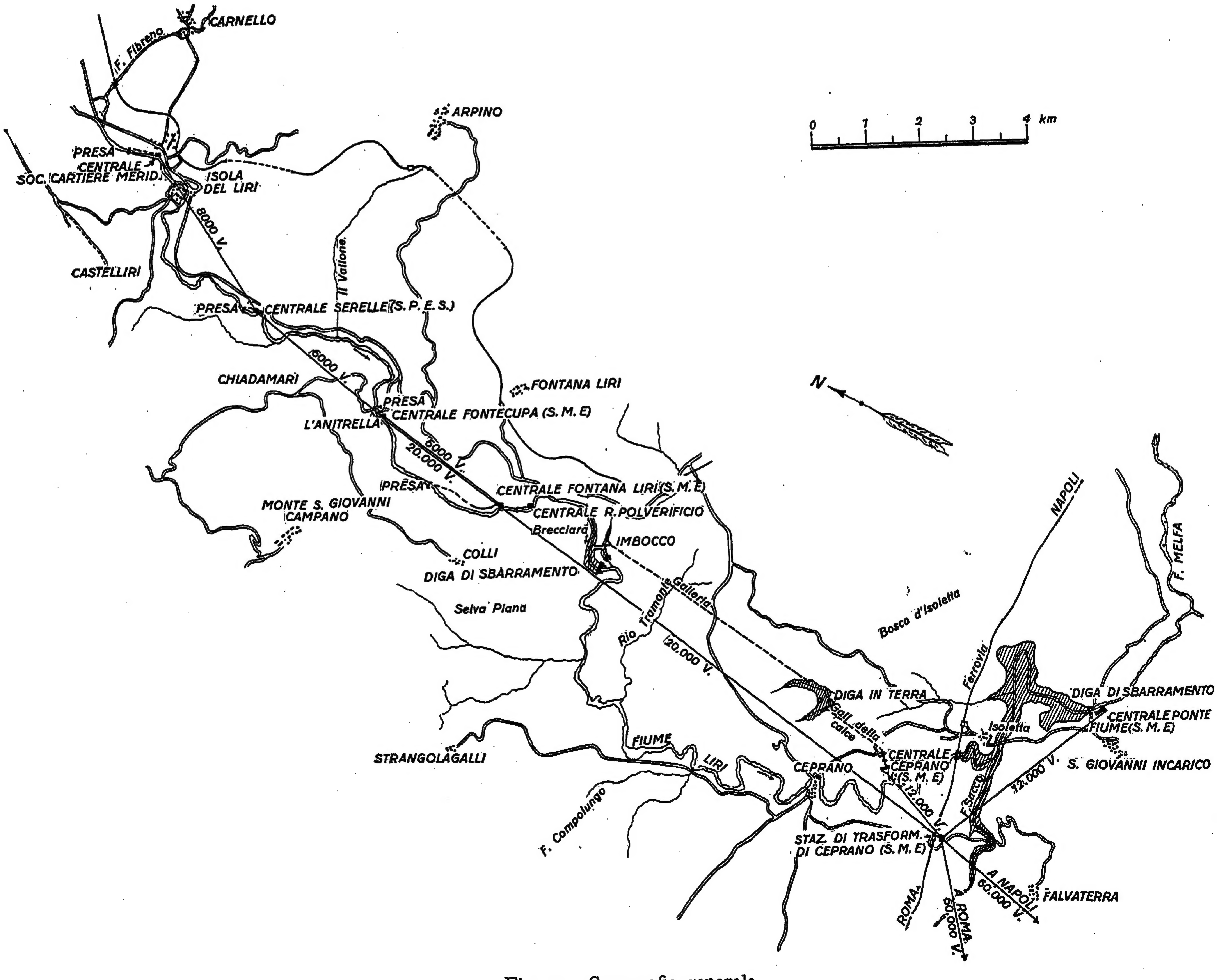


Fig. 1 - Corografia generale.

ziarie ed industriali di immediata esecuzione ed utilizzazione ») dovette frazionare il tratto di Fiume da Isola del Liri a S. Giovanni Incarico fra parecchi richiedenti, e in definitiva accordò le concessioni principali alla Soc. Idroelettrica Valle del Liri (Decreto 8 agosto 1924) e alla Società Mediterranea di Elettricità (Decreto 6 agosto 1926).

Durante la costruzione degli impianti si addivenne, con accordi, combinazioni finanziarie e fusioni di aziende, alla attuale sistemazione per la quale tutti gli impianti costruiti sul tratto di fiume tra Isola del Liri e S. Giovanni Incarico (salvo la soluzione di continuità rappresentata dal R. Polverificio) sono ormai riuniti nell'unico aggruppamento tecnico che è oggetto della presente esposizione.

2. Generalità sul fiume Liri.

Il Liri ha le sue origini in alcune sorgenti dei Monti Simbruini in Comune di Cappadocia (Prov. di Aquila) e con uno sviluppo di circa 120 km termina alla confluenza col Gari o Rapido in Comune di S. Apollinare (Prov. di Frosinone), dopo la quale assume il nome di Garigliano, che conserva fino alla foce nel mare Tirreno.

Il tratto superiore del fiume tra la sorgente e le cascate di Isola Liri è tuttora oggetto di studi ed istruttorie di concessione, in vista di possibili utilizzazioni idroelettriche, e quindi non è considerato nel presente studio, che concerne soltanto il Medio e Basso Liri, ormai completamente utilizzato con impianti moderni di recente costruzione.

Dal punto di vista geologico la vallata del Liri, nel tratto che consideriamo, appare scavata nei calcari bianchi, generalmente compatti e resistenti, del periodo cretaceo: questa valle antica venne ricoperta da una grossa coltre di travertino, dovuta alla incrostazione di acque, ricche di bicarbonato di calcio; intercalati nei travertini si trovano frequentemente dei banchi conglomeratici, dovuti a letti alluvionali che si succedettero saltuariamente durante la formazione della massa travertinosa.

Di conseguenza le rocce che si incontrano (quasi tutte permeabili o semipermeabili, salvo qualche strato o guglia di calcare compatto) sono dei travertini più o meno spugnosi, dei conglomerati vari di sabbia e ghiaia, e infine delle arenarie e argille di varia compattezza.

Sull'idrologia del Liri dal punto di vista delle portate disponibili è da osservare che nel tratto superiore i principali contributi di portata sono dati, dopo le sorgenti all'origine, dall'emissario del lago prosciugato del Fucino, dal torrente Schioppo e dal Fibreno (emissario del piccolo lago della Posta alimentato a sua volta da acqua sorgiva): a Isola Liri, in corrispondenza delle pittoresche cascate omonime, la portata del fiume è già ragguardevole, e abbastanza costante, cosicchè venne utilizzata da tempo immemorabile; ancor oggi quel centro industriale conta una ventina di impianti che sfruttano, più o meno razionalmente, la forza ritraibile dal fiume.

Nel tratto tra Isola Liri e la confluenza del fiume Sacco (circa 30 Km) che interessa gli impianti a cui si riferisce la presente descrizione, il Liri non riceve contributi di importanza notevole, cosicchè la portata utilizzabile in quel tratto può considerarsi praticamente uniforme.

Il bacino imbrifero rispetto alle dighe dell'Impianto di Ceprano è di Kmq 1520 sul Liri (ivi compreso il bacino del Fucino che orograficamente sarebbe estraneo a quello del Liri, ma vi immette le proprie acque attraverso l'emissario Torlonia), e di Kmq 10 sul Rio Cancello; rispetto alla Diga dell'Impianto inferiore di Pontefiume è di Kmq 3300. Ma poichè molti notevoli contributi di portata costante provengono da sorgenti (come quelle del Lago della Posta, immesse nel Liri dall'affluente Fibreno) che sono alimentate da bacini imbriferi confinanti con quello del Liri, e per contro in qualche zona, come per es. lungo il Sacco, si osserva il fenomeno opposto, cioè le precipitazioni atmosferiche, attraverso rocce permeabili, vanno in gran parte a defluire fuori del bacino, così lo studio delle portate utilizzabili nel tratto di fiume che ci interessa, deve essere condotto esclusivamente in base a misure dirette di portata; in particolare per i primi studi sono stati utilizzati i dati della notissima Carta Idrografica Italiana (Vol. Liri-Garigliano) pubblicati dal Ministero di Agricoltura e Commercio fin dal 1895. Successivamente quei dati furono controllati e integrati con misure sistematiche, organizzate e proseguite per parecchi anni dalla Società in concorso col Servizio Idrografico di Stato (Sez. di Napoli), che ne ha riassunto e pubblicato i risultati nel suo Bollettino (Annate 1923 e segg.).

Sulla scorta delle suddette misure si sono stabiliti i criteri in base ai quali si potevano proporzionare i vari impianti.

In particolare per quelli del Medio Liri (tra Isola Liri e il R. Polverificio), che si progettavano del tipo a deflusso libero, si è assunta come portata massima derivabile quella di 25 mc al secondo, sulla quale si può fare assegnamento da quattro a sei mesi l'anno; in magra questa portata si riduce al minimo alla metà, ma per breve durata, cosicchè la portata media annua nei limiti dei 25 mc è di oltre 20 mc, cioè assai più prossima alla massima che alla minima. In piena, le massime portate osservate nel medesimo tratto di fiume sono state calcolate di mc 400 al secondo, ma nei calcoli delle opere si è tenuto conto prudenzialmente di portate fino a 500 mc.

Per gli impianti del Basso Liri, provvisti di serbatoio giornaliero, si sono assunti i dati elencati nella tabella seguente:

	Ceprano mc	Pontefiume mc
Portata massima derivabile	45	82
Portata minima derivabile	12	14
Portata media annua di concessione ..	22,5	32,3
Portata massima di piena	600	1100

3. Generalità sugli impianti costruiti.

Parecchi salti naturali indicano, nel tratto del Liri che ci interessa, i punti di più facile sfruttamento: la riunione di parecchi salti naturali per la creazione di impianti di maggiore potenza non appare sempre conveniente, poichè la grande distanza fra i salti in questione e la pendenza relativamente piccola dei tratti intermedi renderebbe eccessiva la lunghezza dei canali.

Perciò il Ministero dei LL. PP., nell'assegnazione delle concessioni, si attenne al criterio della utilizzazione frazionata (e ciò anche per evitare il sottendimento dell'Impianto del R. Polverificio, che il Ministero della Guerra voleva conservare ad ogni costo autonomo).

Il tratto a monte del R. Polverificio (che chiameremo Medio Liri), assegnato ad uno dei gruppi concorrenti, fu sfruttato utilizzando i salti naturali e gli impianti preesistenti, in quattro impianti a deflusso libero: *Isola Liri Superiore* (salto m. 15); *Serelle* (salto 10 m); *Fontecupa* (salto 27 m); *Fontana Liri* (salto 16 m).

Il tratto a valle del R. Polverificio (che chiameremo Basso Liri) fu assegnato alla Soc. Mediterranea di Elettricità, la quale, proponendosi di creare delle Centrali di notevole importanza, provviste di ampi bacini di accumulazione giornaliera, adottò la suddivisione del dislivello complessivo disponibile (m 68) in due salti per ridurre la lunghezza complessiva dei canali a limiti ragionevoli.

E precisamente all'impianto inferiore (detto di Pontefiume)

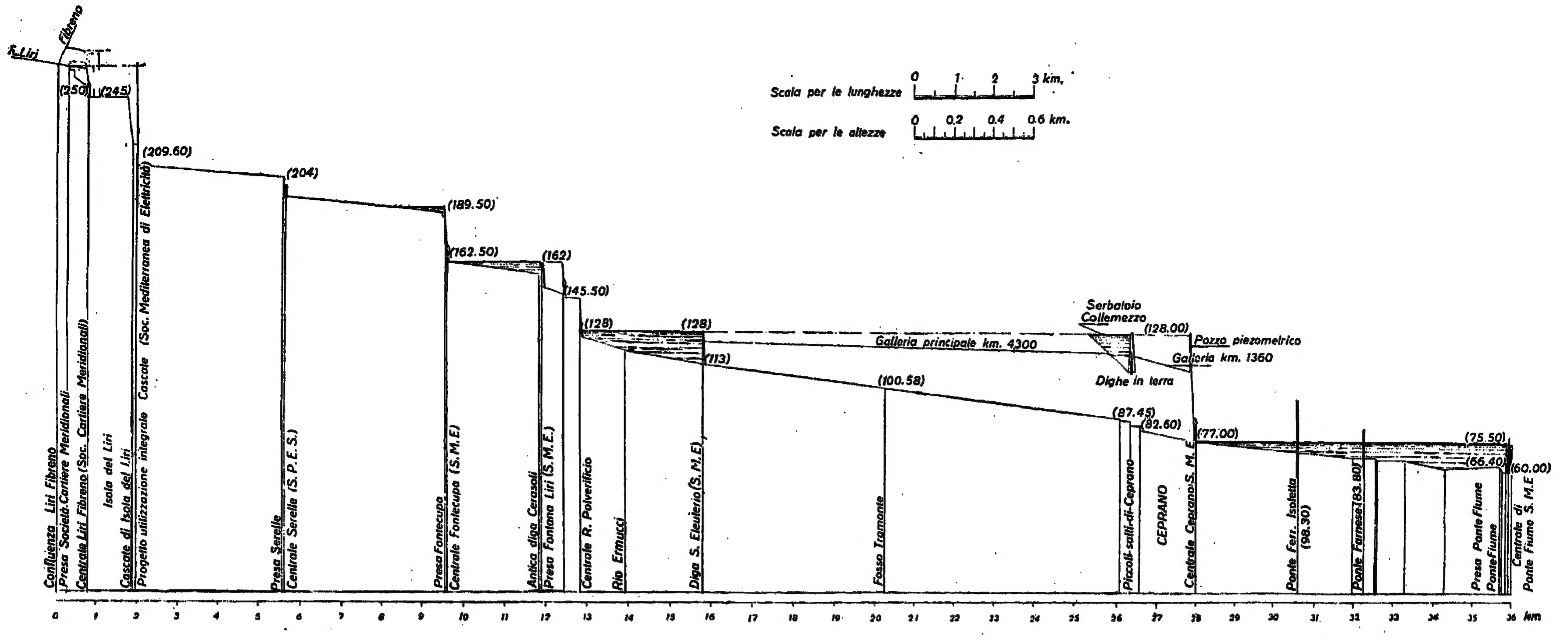


Fig. 2 - Profilo generale del Fiume Liri.

fu assegnato il salto di m 15, che corrispondeva alla più conveniente altezza della diga e alla massima ampiezza di serbatoio (circa 80 ettari), creato mediante invaso nell'alveo del fiume per una lunghezza (misurata sull'asse del fiume stesso prima dell'invaso) di ben 8 Km.

Restava così disponibile per l'impianto superiore (detto di Ceprano) un dislivello di circa 52 m che il fiume, nel suo alveo naturale, supera con un'ampia curva dello sviluppo di circa 15 Km., mentre la corda dell'arco è di soli 8 Km: la lunghezza del canale fu ulteriormente ridotta a poco più di 5 Km, creando un doppio sistema di serbatoi di accumulazione, l'uno prodotto dall'invaso nell'alveo del fiume per mezzo della diga principale di derivazione, l'altro creato in un punto opportuno del canale mediante lo sbarramento di due piccole valli che si prestavano egregiamente allo scopo.

L'abbondanza e molteplicità dei serbatoi di accumulazione di cui sono dotati questi impianti assegna loro una funzione importantissima nel sistema di centrali ormai raggruppate dalla Società Mediterranea, poichè permette lo sfruttamento completo anche delle Centrali del Medio Liri (a deflusso libero), regolando il diagramma giornaliero di produzione di tutto il complesso in relazione all'andamento del diagramma di carico della distribuzione.

Il complesso dei due impianti sul Basso Liri è raffigurato nel profilo e nella corografia delle fig. 2 e 3. Dei vari impianti sopra accennati facciamo seguire la descrizione particolareggiata procedendo da valle a monte, ciò che corrisponde approssimativamente all'ordine cronologico della esecuzione.

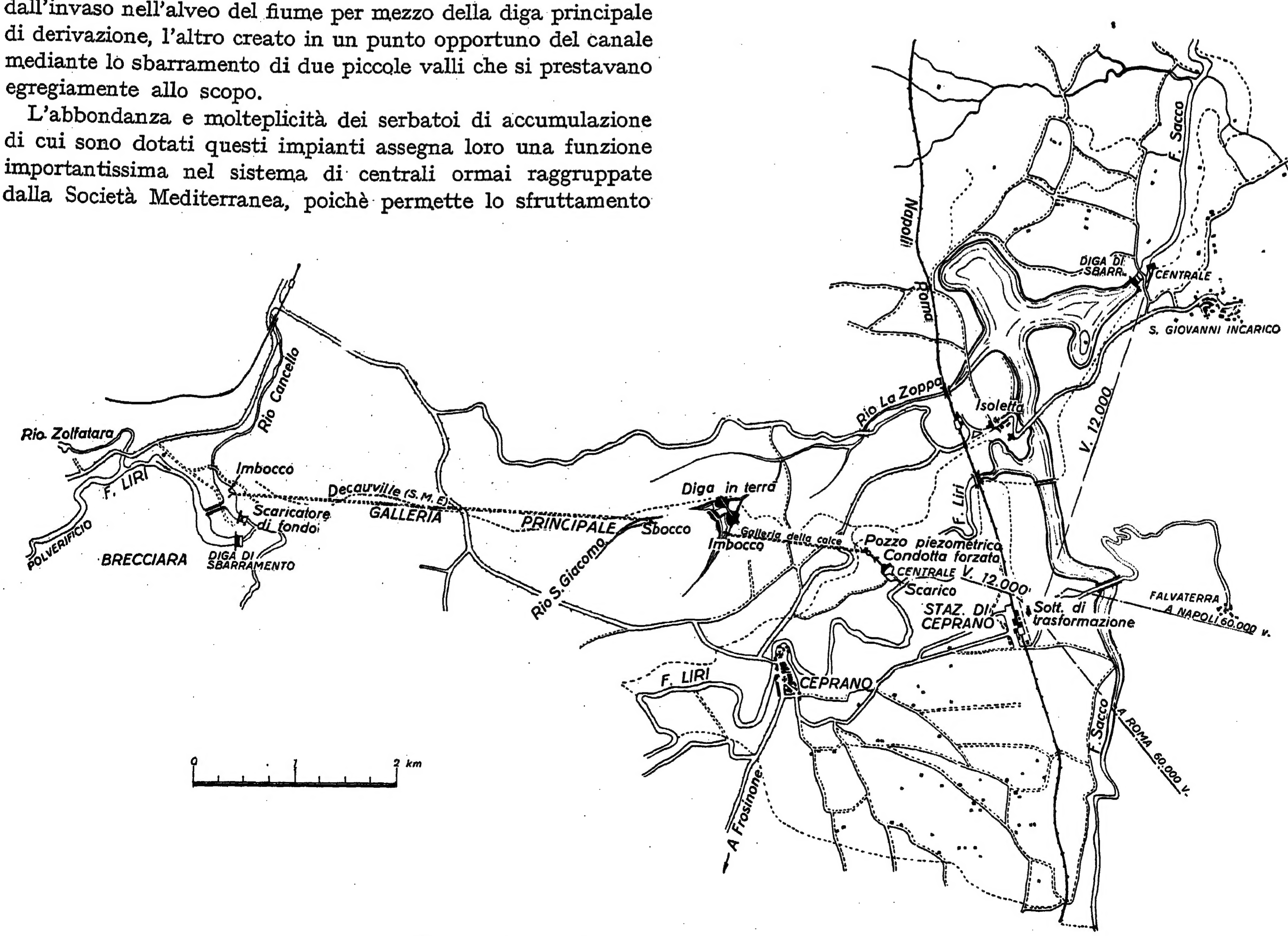


Fig. 3 - Corografia degli Impianti sul Basso Liri.

4. Impianto di Pontefiume.

È il primo in ordine di tempo: funziona dal novembre 1925. Nel capitolo precedente ne sono stati esposti i criteri informatori e i dati principali (salto medio m 15; serbatoio di 180 ettari): indichiamo qui le opere principali ed i sistemi costruttivi adottati (1).

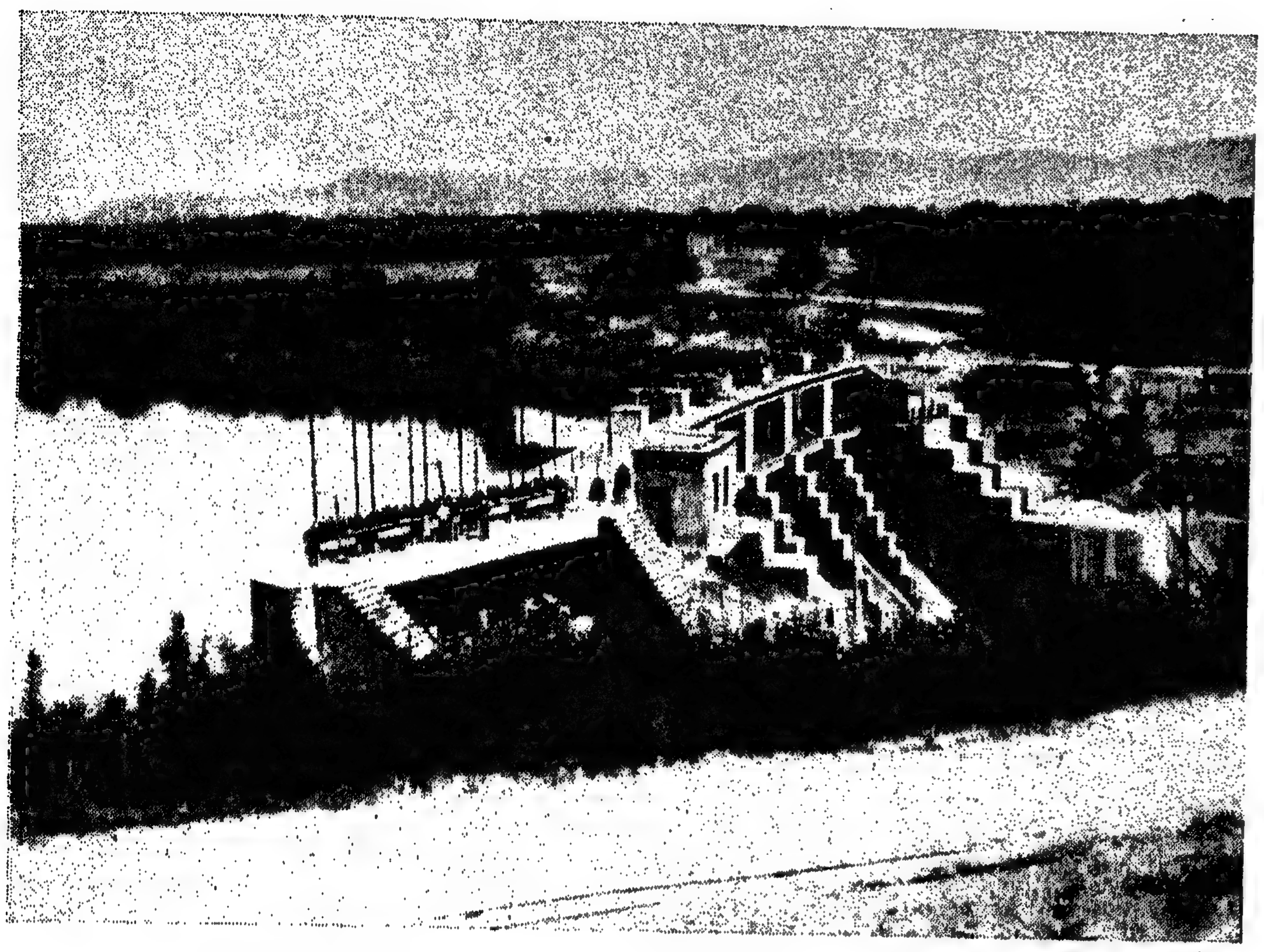


Fig. 4 - Diga ed opere di presa dell'Impianto di Ponte Fiume.

La diga di sbarramento è ubicata nella località detta di Pontefiume (Comune di S. Giovanni Incarico), la quale appariva particolarmente adatta anche dal punto di vista della costituzione geologica: l'esistenza nella stessa località di un vecchio ponte in muratura dava buona conferma della bontà delle fondazioni. Per ragioni topografiche, dovendosi rispettare questo ponte, che fa parte di una strada pubblica, e per ragioni costruttive (malsicura resistenza della sponda sinistra a valle), la diga fu costruita a monte del ponte stesso.

Essa è del tipo a gravità, con pianta leggermente arcuata, ed è costituita da una parte fissa in muratura, rivestita in calcestruzzo di cemento armato, a ciglio tracimabile per lo scarico delle piene e delle portate esuberanti, e da una sovrapposta parte mobile, a cinque luci dotate di paratoie piane.

La lunghezza della diga propriamente detta è di metri 42; comprese le spalle misura metri 80. Raggiunge la massima altezza di metri 31.50 sul piano di fondazione: rispetto allo stesso piano l'altezza di ritenuta è di metri 24.50. Il volume totale dell'opera muraria è risultato di circa 20.000 mc.

Ciascuna delle cinque paratoie ha la luce di metri 5.50 e la ritenuta di metri 7: esse possono smaltire complessivamente la massima piena dell'ordine di grandezza di mc. 1100 al secondo. Esse sono azionate mediante servomotori rotativi a pressione d'olio e comandate da una centralina ricavata nel corpo stesso della diga, in corrispondenza della spalla destra: quivi sono installate due pompe ad olio comandate da motore elettrico ed una terza pompa azionata da turbina idraulica autonoma: ciascuna pompa è sufficiente per il sollevamento di tutte le paratoie.

Si è inoltre installata una paratoia sfiorante regolabile, che avvia automaticamente la turbopompa idraulica, appena il livello del serbatoio superi di pochi centimetri il suo labbro sfiorante. Le paratoie possono essere comandate anche a mano, ma siffatto sistema, lento e faticoso, è considerato come riserva della riserva.

Alla diga è raccordata, in destra, l'opera di presa, costituita da una traversa in cemento e cinque paratoie sovrapposte, in tutto simili a quelle della diga e comandate dalla stessa centralina di cui sopra.

Il complesso delle opere fin qui descritte crea un invaso della superficie di circa 180 ettari, che è utilizzato come serbatoio giornaliero. Lo svaso di esso — che è continuamente controllato mediante un idrometrografo — viene spinto in magra fino a metri 1.50, dando luogo ad una capacità utile di circa 2,5 milioni di mc.

La capacità del serbatoio avrebbe potuto essere anche maggiore, essendo consentita dalla topografia locale una maggiore ampiezza, ma per evitare la sommersione di alcune modeste zone di terreno, discretamente coltivate, fu imposta nel disciplinare di concessione la costruzione di due argini di contenimento e la installazione di pompe per l'aggottamento delle acque atmosferiche e di quelle eventualmente filtranti a tergo degli argini stessi. Per proteggere gli argini suddetti dal moto ondoso delle acque del serbatoio si è adottata la corazza Decauville, consistente in un mantello di blocchetti forati di cemento, opportunamente sagomati per articolarsi fra loro, ed infilati in tondini di ferro zincato. Questo rivestimento flessibile si adatta bene agli assestamenti del terrapieno ed essendo ancorato alla sommità dell'argine, presenta il vantaggio di poter essere messo in opera dall'alto in basso anche a serbatoio pieno.

Può riuscire interessante qualche accenno agli inconvenienti verificatisi in qualche parte dell'impianto ed ai provvedimenti adottati per ovviarvi.

Un primo inconveniente — abbastanza comune in opere di questo genere — fu quello degli scalzamenti a valle della diga, specialmente per effetto delle piene (le quali, come si è detto, superano qualche volta finanche la portata di 1000 mc. al secondo). Poichè gli scalzamenti in soli due anni di esercizio erano arrivati ad una quota leggermente inferiore a quella di fondazione del taglione a valle, fu adottato, con carattere di urgenza, un primo provvedimento di protezione consistente nella infissione di una palancolata di ferri Larsen qualche metro a valle della diga: le palancole vennero collegate con la diga per mezzo di tiranti e l'interspazio fu colmato con una colata di calcestruzzo subacqueo.

Essendosi tuttavia riscontrati, dopo una piena di eccezionale violenza, degli ulteriori scalzamenti, si pensò a provvedimenti radicali e definitivi, cioè al prolungamento del piede della diga con una platea di lunghezza sufficiente a proteggere il fondo del fiume e il ponte.

La costruzione di questa platea presentava notevoli difficoltà, poichè non si voleva sospendere l'esercizio della Centrale e d'altra parte appariva troppo breve il periodo di magra estiva-autunnale (durante il quale, non occorrendo normalmente far tracimare l'acqua dalla diga, si sarebbe potuto eseguire il lavoro col sistema normale di costruzione all'asciutto, aggottando l'acqua a valle della diga, previa costruzione di una tura in posizione opportuna). Si è quindi preferito adottare un si-



Fig. 5 - Serbatoio dell'Impianto di Ponte Fiume.

(1) Un cenno generale con fotografie delle opere durante la costruzione fu già pubblicato in questa Rivista nel fascicolo del novembre 1925: si aggiunge qui la descrizione di qualche dettaglio sulle opere finite e su lavori eseguiti dopo quella pubblicazione.

stema di costruzione subacquea proposto da una Ditta specializzata (Società Italiana Lavori Marittimi): con questo sistema la platea viene costituita da più serie di grandi blocchi murari artificiali, opportunamente sagomati, affondati su una platea di pietrame assestata a mano a mezzo di palombaro: i blocchi hanno dimensioni, peso e resistenza tali da dare pieno affidamento che l'acqua stramazzante dalla diga non potrà spostarli nè eroderli.

I blocchi sono costituiti da cassoni di cemento armato che si costruiscono fuori opera, si varano galleggianti, e sono poi affondati mediante zavorra nel punto prestabilito. I cassoni sono muniti di passi d'uomo ai quali fanno capo dei tubi di ferro (smontabili) di sufficiente lunghezza per poter lavorare nell'interno alla pressione atmosferica. I cassoni sono riempiti di muratura in pietrame con malta di calce e pozzolana, e poi, a mezzo di palombaro, si smontano i tubi. Il lavoro ora descritto è stato eseguito, secondo le previsioni, nei pochi mesi di magra, ed è ormai pressochè ultimato (1).

La manutenzione del serbatoio ha richiesto provvedimenti

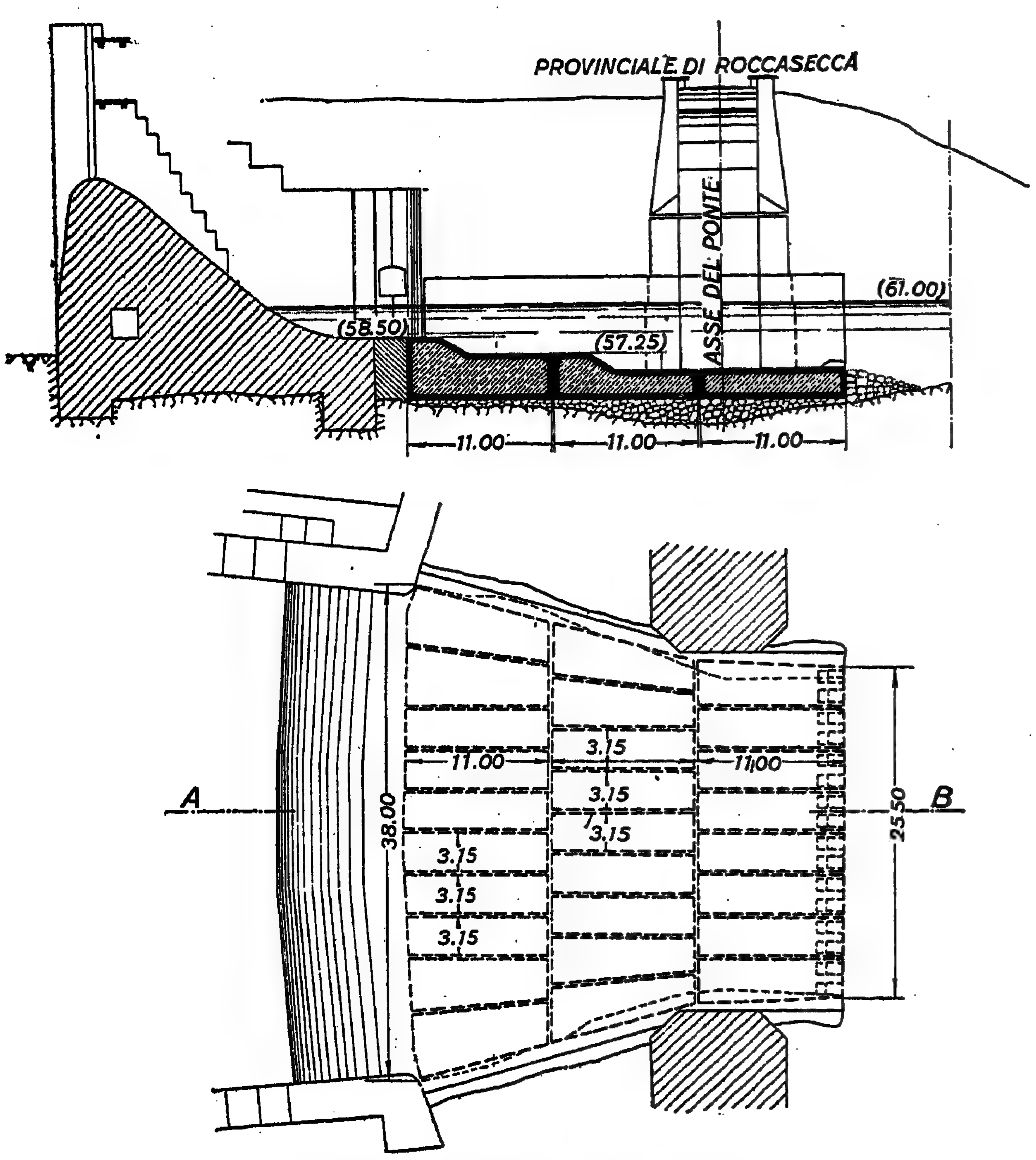


Fig. 6 - Prolungamento platea della Diga di Ponte Fiume.

speciali per la lotta antimalarica: così è obbligatoria la diserbazione periodica, alla quale si è provvisto dapprima con mezzi ordinari, e poi con un'apposita falciatrice subacquea.

Altro piccolo inconveniente era dato dai corpi galleggianti che il fiume trasporta in grande quantità dai numerosi stabilimenti (specie Cartiere) esistenti a monte: queste materie si fermano contro le paratoie a battente, costituendo dei banchi di spessore tale da potervi talvolta camminare sopra. Si è ovviato all'inconveniente mediante una griglia galleggiante snodata, costruita molto semplicemente coi mezzi locali: essa consiste in una catena di travicelli di legno ancorata alle due rive: ciascun travicello costituisce la costola di un pettine formato da tondini di ferro. Naturalmente questa griglia galleggiante segue tutte le oscillazioni di livello del serbatoio e trattiene i corpi galleggianti, dai quali poi viene liberata periodicamente. Il modesto provvedimento (suggerito dall'A.) è riuscito utile ed efficace.

(1) Vedasi sull'argomento anche la Nota dell'Ing. Mario Taddeucci negli *Annali dei Lavori Pubblici*, fascicolo VIII (agosto) del 1929.

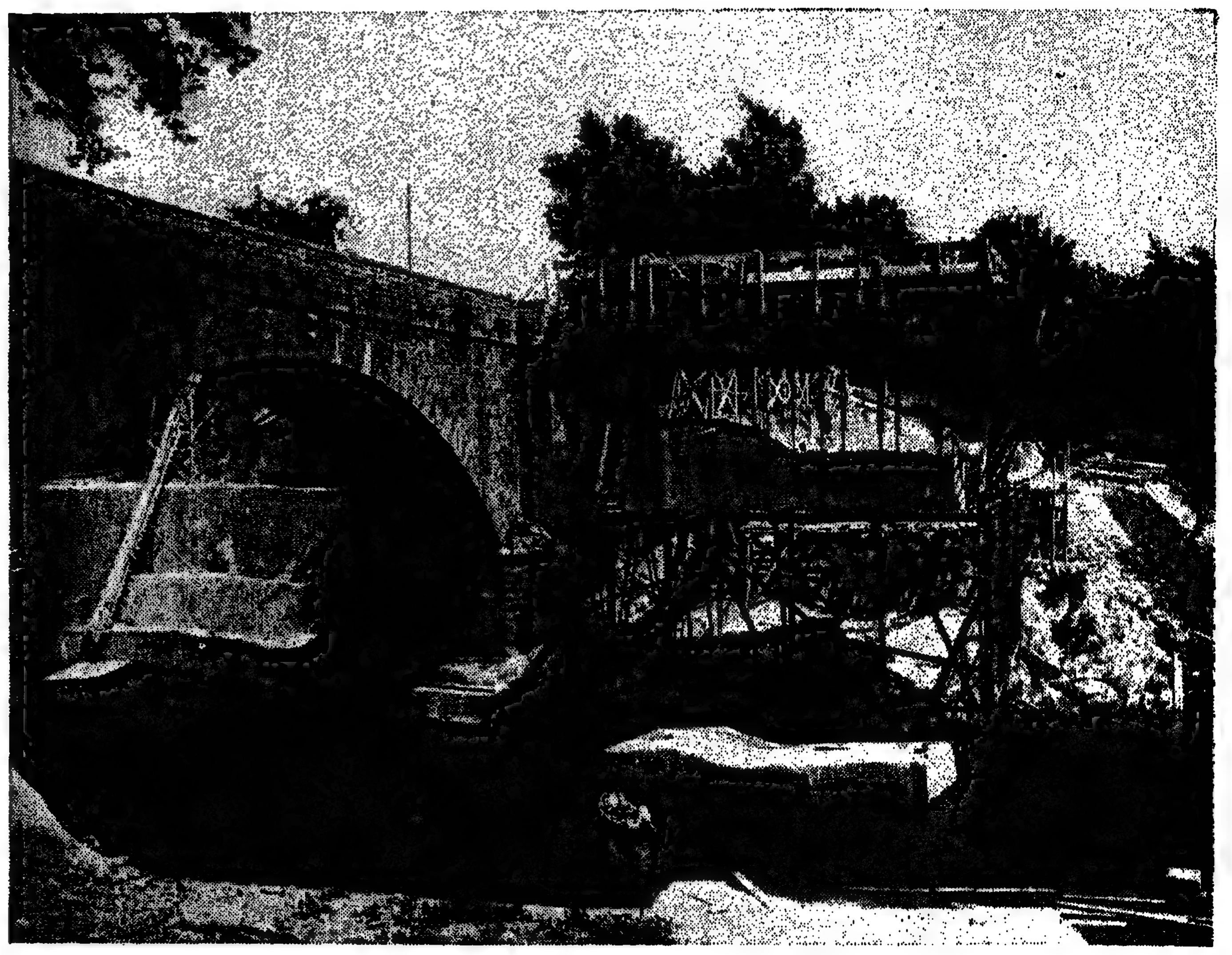


Fig. 7 - Lavori di prolungamento della platea a Ponte Fiume: Il varo di un cassone.

Dal serbatoio si deriva un canale brevissimo (m 120, di cui m 60 in galleria), ma di ampia sezione (mq 30 per convogliare portate fino a 82 mc: questo, allargandosi, si raccorda alla vasca di carico, dotata di griglia a sbarre e di nove paratoie (tre per ogni camera di turbina). Anche queste paratoie sono di tipo analogo a quelle della diga, cioè con comando meccanico a pressione d'olio oltre al comando a mano, di riserva.

Il fabbricato della Centrale è direttamente addossato alla vasca di carico. Misura in pianta m 37 × 10: la sala macchine ha il pavimento alla quota (66,40), che è più bassa del livello di massima piena: ciò non essendosi potuto evitare (pur raggiungendosi un'altezza di aspirazione in magra di oltre m 7), il fabbricato è costruito con caratteristica di impermeabilità, per mantenere all'asciutto i cunicoli dell'aria calda e dell'aria fredda, sottostanti al pavimento della sala macchine.

Una parte del fabbricato è a tre piani, e contiene l'apparecchiatura e l'uscita delle linee.

La Centrale è equipaggiata con tre turbine Calzoni in camera libera, ad asse orizzontale, delle quali due doppie e una semplice: ciascuna delle prime smaltisce 32 mc dando 5000 HP; la terza porta 16 mc dando 2500 HP.

Alle turbine sono direttamente accoppiati tre alternatori Siemens, con eccitatrici coassiali, (due della potenza di 4500 kVA ciascuno, e il terzo di 2250 kVA), per frequenza 45 e tensione 12500 V: complessivamente la potenza massima di-

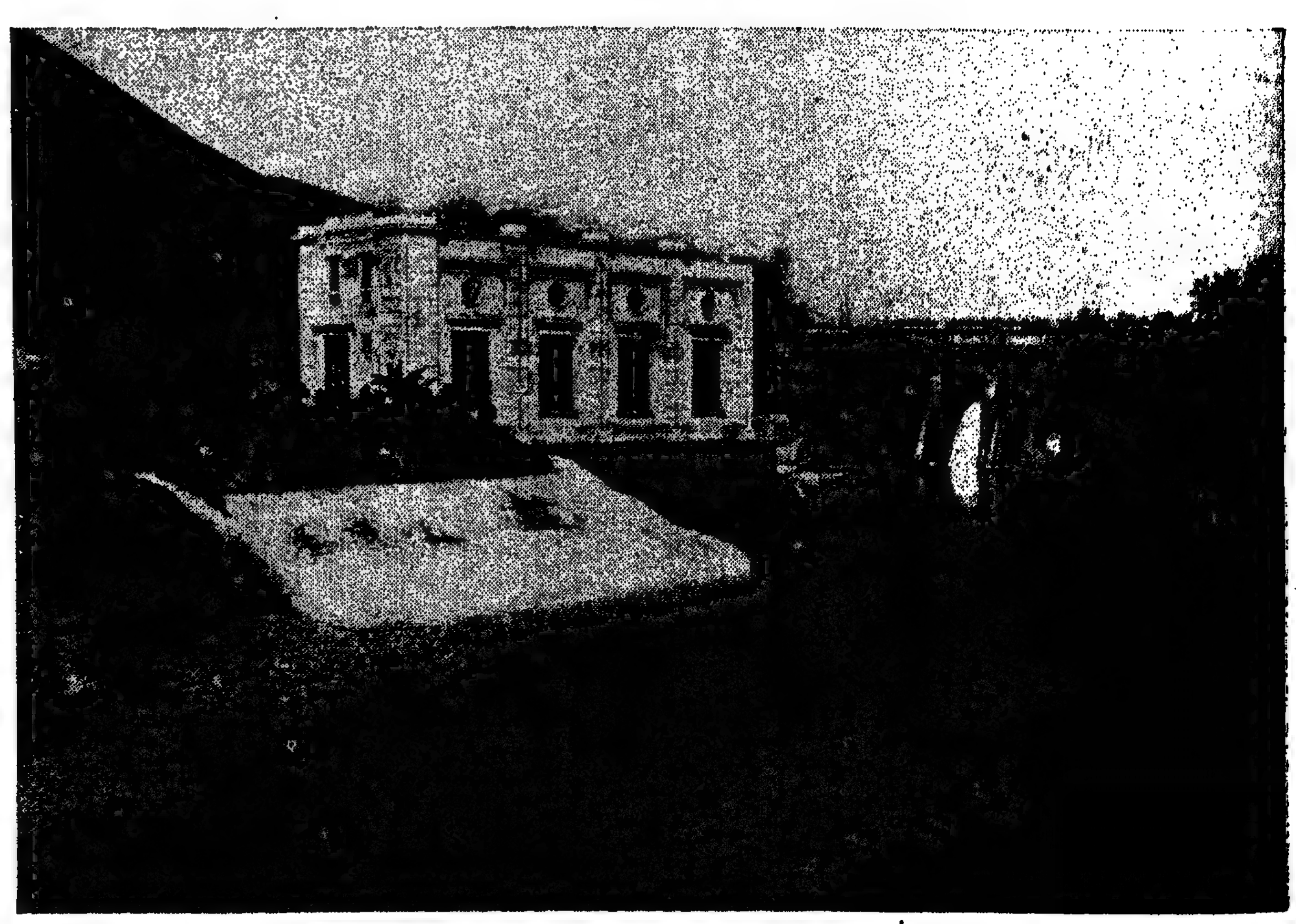


Fig. 8 - Fabbricato della Centrale di Ponte Fiume.

sponibile è di 8000 Kilowatt e la produzione annua ottenibile — al netto di restituzioni, perdite e consumi propri — è di 25 milioni di kWh.

Essendo tutti i comandi centralizzati alla Sottostazione di Ceprano, le linee uscenti sono tre, una per ciascun alternatore, un doppio serbatoio creato, nell'alveo di due piccoli torrenti (Rio S. Giacomo e Rio S. Rocco) mediante una diga doppia in terra: quindi il canale fa capo ad un pozzo piezometrico con vasca di espansione, dal quale si diparte la condotta forzata costituita da un unico tubo in cemento armato, collegato alle

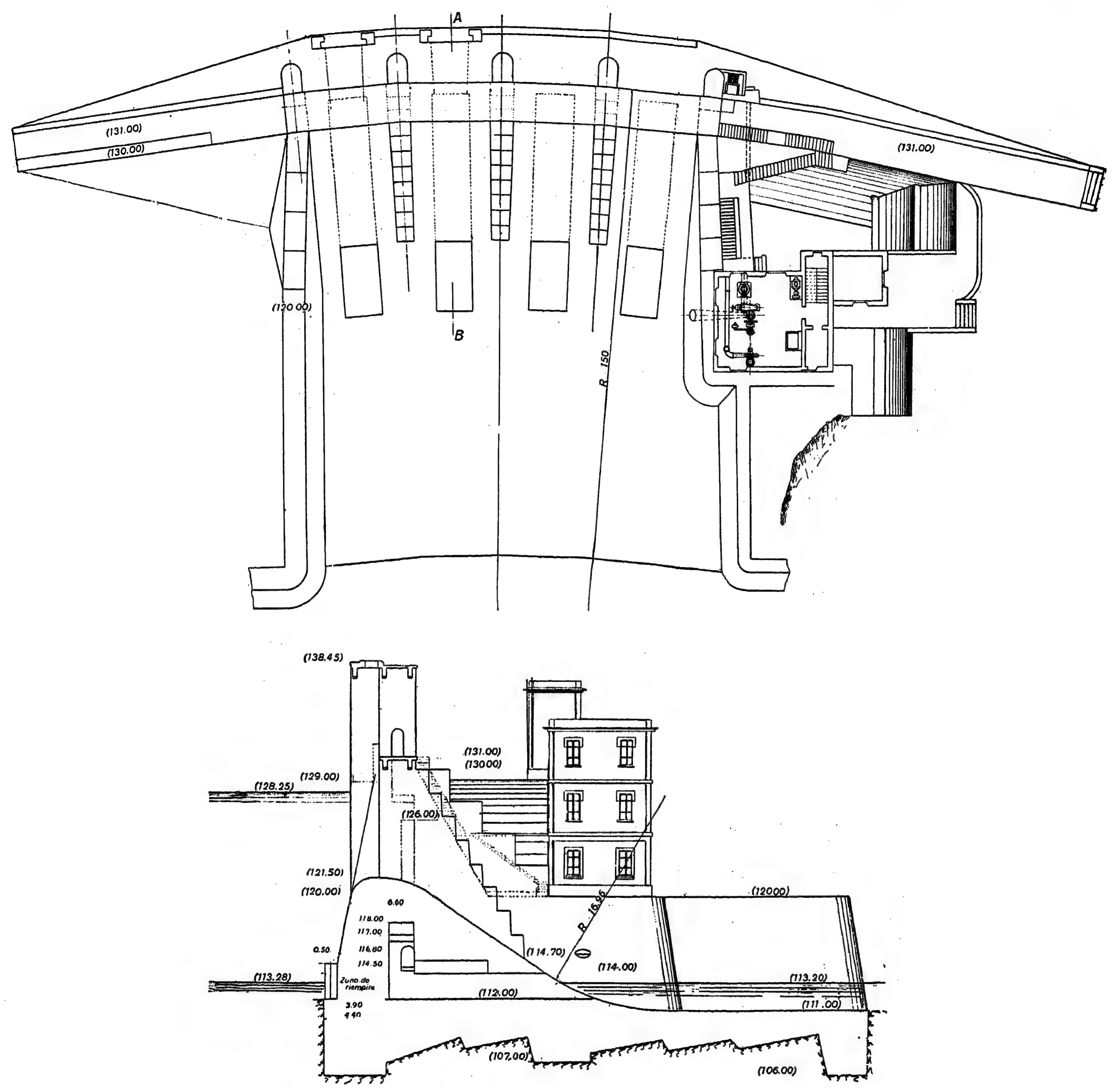


Fig. 9 - Pianta e sezione della Diga sul Liri a S. Eleuterio.

e nella centrale vi è soltanto un quadro ausiliario (del tipo a pulpito).

5. Impianto di Ceprano.

L'Impianto di Ceprano prende origine da uno sbarramento doppio, sul fiume Liri e sull'affluente Rio Cancello, col quale si creano due serbatoi comunicanti fra loro mediante un trincerone: dall'invaso di Rio Cancello parte il canale derivatore, tutto in galleria, diviso in due tronchi, fra i quali è interposto turbine per mezzo di diramazioni in ferro: infine un canale di scarico in galleria forzata restituisce le acque al Liri alla quota di invaso dell'impianto di Pontefiume, descritto al capo precedente.

Il complesso delle opere ora accennate è proporzionato ad un salto massimo di m 52, ad una portata massima di mc 45, e ad una capacità utile dei serbatoi giornalieri di mc 2.000.000: alcune delle opere assumono perciò dimensioni ragguardevoli o presentano caratteristiche interessanti.

La diga principale di sbarramento è costruita circa 600 metri a valle di un'antica torre detta di S. Eleuterio, nell'unico punto

che era consigliato da considerazioni geologiche (perchè ivi l'arenaria compatta affiora in entrambe le sponde, mentre a monte si riscontrano cattivi conglomerati con grotte e fessurazioni), e da circostanze di convenienza costruttiva (per essere ivi l'alveo del fiume molto stretto ed a sponde ripide), mentre proseguendo verso valle le condizioni di entrambe le sponde vanno rapidamente degradando.

La diga principale (detta di S. Eleuterio) è dello stesso tipo già adottato per l'Impianto di Pontefiume, cioè a gravità, con pianta leggermente arcuata ($R = 150$ m) ed è costituita da una parte fissa in calcestruzzo di cemento armato, a ciglio tracimante, e da una parte superiore mobile a quattro luci, dotata di paratoie piane manovrabili mediante servomotori rotativi a pressione d'olio.

La lunghezza della diga propriamente detta è di m 31,50; quella totale, comprese le spalle, è di m 86,50: l'altezza totale della diga sul piano di fondazione è di m 32,45, quella di ritenuta è di m 22,10, quella del ciglio della parte fissa è di m 15,50 sempre riferita allo stesso piano: le fondazioni sono state spinte a soli sei metri sotto l'alveo del fiume per il taglione a monte, ed a cinque metri per quello della diga propriamente detta, essendosi riscontrate a tale quota condizioni soddisfacenti.

La diga è munita a valle di una platea lunga circa m 20 (assicurata ad un terzo taglione paragonabile ai precedenti) destinata ad evitare gli inconvenienti degli scalzamenti al piede della diga, di cui si era fatta esperienza nella precedente diga di Pontefiume: la massima dimensione orizzontale dell'opera lungo l'asse del fiume risulta così di oltre 43 m. Il volume totale dell'opera muraria è risultato di circa 18.000 mc.

La costituzione geologica risultò negli scavi di fondazione conforme a quella prevedibile in base agli affioramenti sulle sponde ed alle terebrazioni eseguite: cioè dopo uno strato di humus di m 0.50-1, ed un successivo strato di ghiaia e sabbia della potenza di m 2,50, si trovò un forte banco di argilla compatta e di arenaria consistente, nel quale vennero incassati i taglioni di fondazione e le spalle della diga

La parte mobile della diga è costituita da quattro paratoie piane di m 6,50 di larghezza per m 6,75 di ritenuta, analoghe a quelle già descritte per l'impianto di Pontefiume, salvo qualche miglioria introdotta nella parte meccanica: queste paratoie infatti, invece del comando a vite, hanno quello a catena e sono equilibrate mediante un contrappeso in cemento armato, ciò che rende la manovra più dolce ed agevole.

Per il comando dei servomotori ad olio, azionanti le paratoie, vi è anche qui un'apposita centralina installata in un piccolo fabbricato a valle della diga, nel quale trova posto anche la cabina di trasformazione (a doppia alimentazione) e l'abitazione per il personale di guardia.

Lo sbarramento del Rio Cancello consiste in una traversa, in cemento armato, della lunghezza massima di m 40,50 e



Fig. 11 - Quadro di distribuzione dell'olio in pressione per le manovre delle paratoie.

della altezza sul piano di fondazione di m 22. Nel corpo di essa sono praticate tre luci a battente di m. 2×2, chiuse da paratoie del solito tipo, comandate a pressione d'olio dalla stessa centralina della diga principale: queste luci sono destinate a funzionare come scaricatori di fondo del serbatoio perchè questo sia tenuto libero da interrimenti al disopra della quota

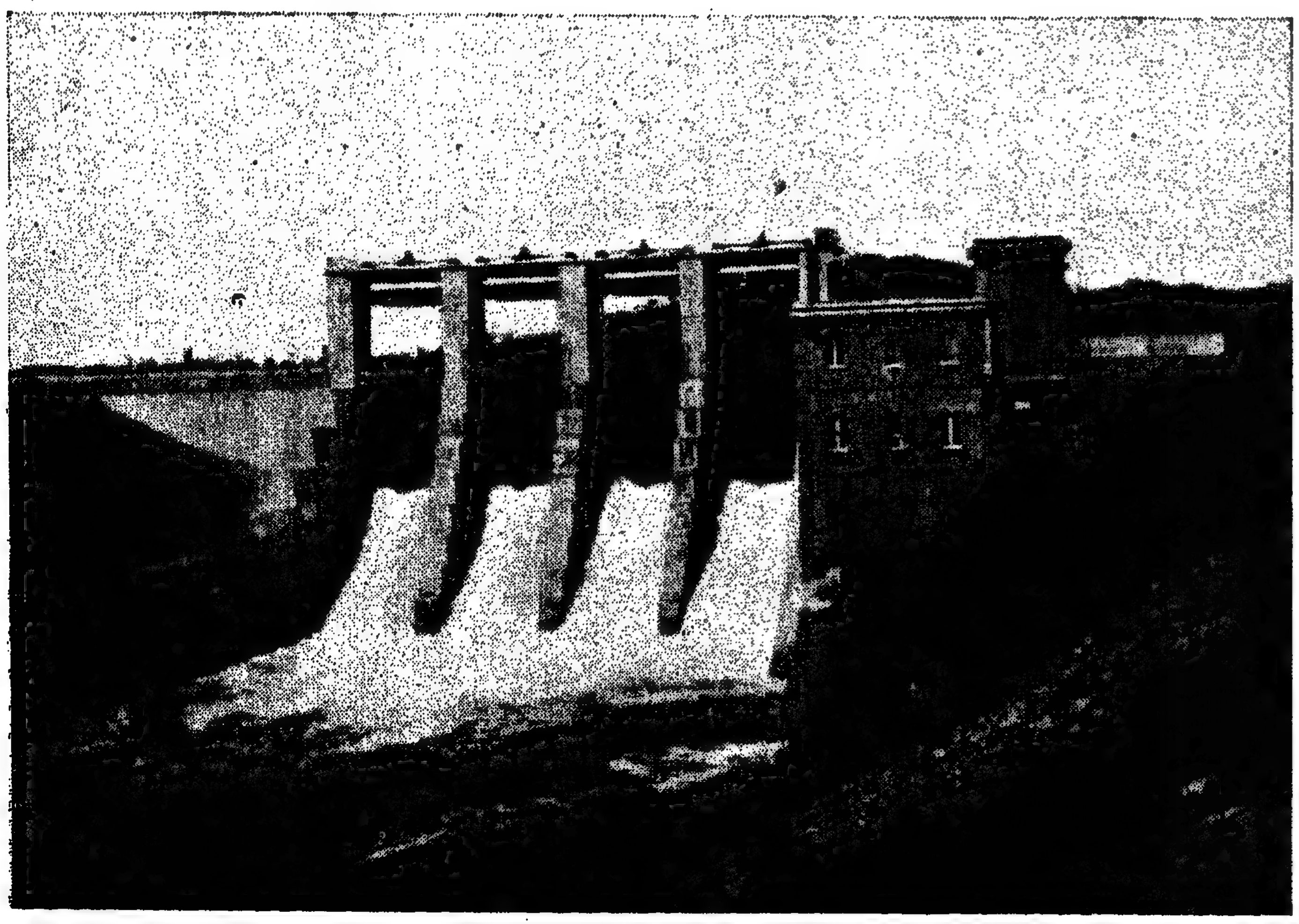


Fig. 10 - Diga di S. Eleuterio (vista da valle).

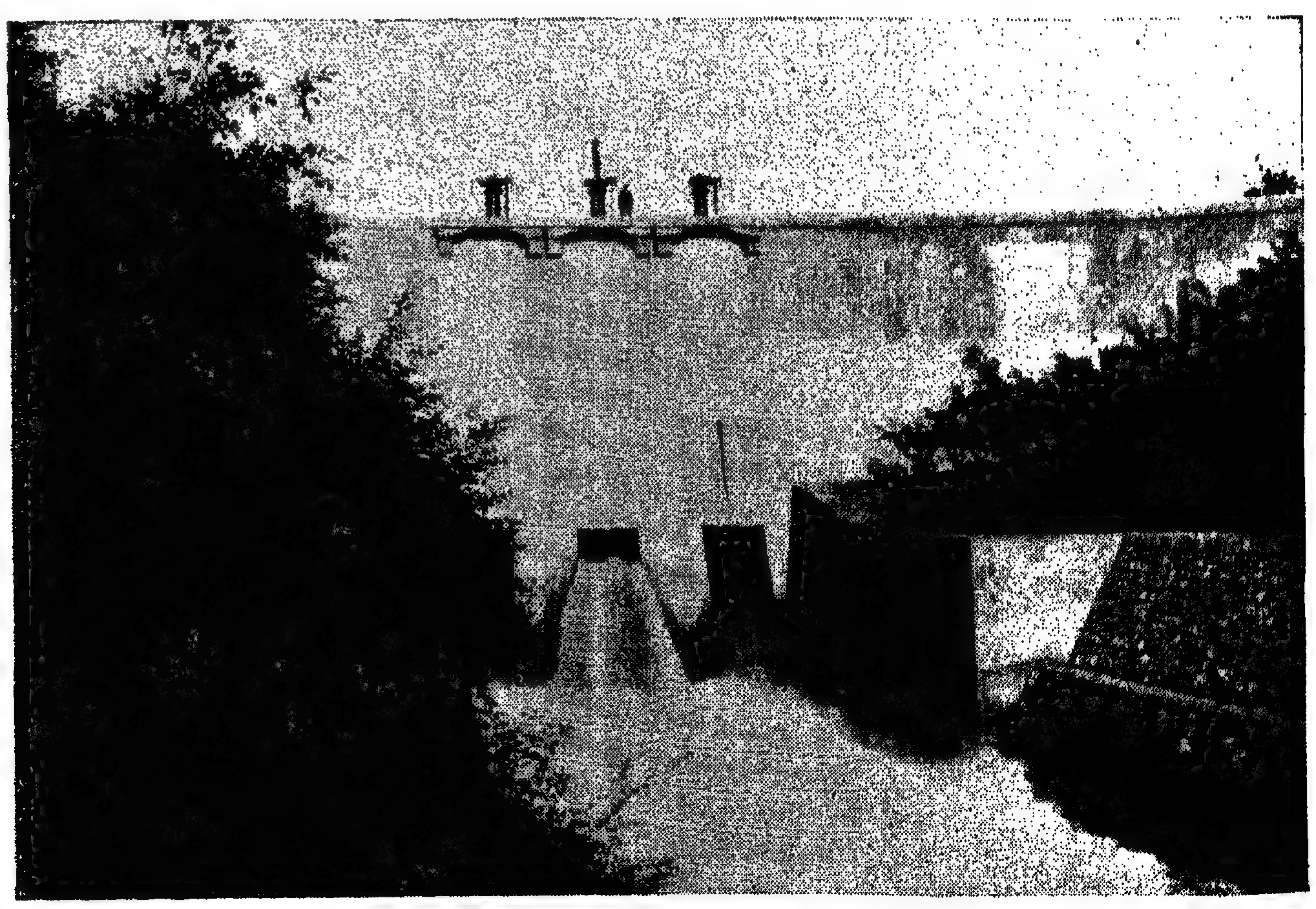


Fig. 12 - Scaricatore di fondo sul Rio Cancello (visto da valle).

utile per lo svaso; le stesse luci possono anche valere di utile sussidio alle paratoie della diga principale per lo smaltimento di portate di piena eccezionali.

I due sbarramenti descritti creano due serbatoi della superficie complessiva di mq. 268.000: con lo svaso previsto di m 4 si ha una capacità utile di oltre 1.000.000 di mc.

I due serbatoi comunicano fra loro mediante un ampio trincerone della lunghezza di m 200 e della sezione trasversale di mq 133: sulle pareti, essendo prevedibili dei franamenti per effetto dello svaso, è stato applicato un rivestimento di calcestruzzo armato con rete metallica, poggiante su costoloni di cemento armato; il fondo non è stato rivestito, ma soltanto interrotto con traverse di cemento armato, che servono anche di rinforzo alla base del rivestimento laterale.

L'opera di presa del canale derivatore è situata nella sponda sinistra del serbatoio di Rio Cancello, ben lontana dal filone principale del fiume; tuttavia essa è precauzionalmente munita di una griglia a tubi verticali per fermare i grossi galleggianti.

Il canale derivatore è costituito da due tronchi di galleria, il primo dei quali (detto *galleria principale*), funzionante sotto piccolo carico (massimo m. 12 d'acqua) ha la lunghezza di m 4300 ed è a sezione circolare del diametro di m. 4 corrispondente alla sezione di mq 12,56.

Questa galleria principale ha la pendenza di m 1,18 per metro, e corre ad una profondità dal piano di campagna variante fra m 20 e m 75.

Essa fa capo a due serbatoi, abbinati, ottenuti sbarrando due vallette naturali (Rio S. Giacomo e Rio S. Rocco) mediante una diga in terra, la quale costituisce una delle più notevoli opere di questo impianto, sia perchè le dighe di questo tipo non sono molto usate in Italia, sia perchè l'altezza di ritenuta (m 18) è ragguardevole per dighe siffatte.

La natura del sottosuolo (costituito da strati di argilla alternati con conglomerati di varia compattezza) e la notevole lunghezza dello sbarramento da costruirsi consigliarono la adozione della diga in terra, a preferenza di dighe in muratura o simili, che sarebbero riuscite costruttivamente difficili ed economicamente sproporzionate allo scopo da conseguirsi. Anche qui le condizioni topografiche e altimetriche fecero escludere la costruzione di una diga unica a valle della confluenza delle due vallette, poichè le difficoltà costruttive sarebbero state maggiori senza sensibile aumento della capacità utile di invaso.

In base a queste principali considerazioni fu prescelta quindi la costruzione di due dighe, opportunamente collegate da un unico taglione, e fu fissata la ubicazione poco a monte della confluenza delle due vallette. In definitiva le dimensioni principali risultarono le seguenti: lunghezza totale, compresi gli incassi nelle spalle, m 440,72; larghezza massima in base m 116; larghezza in sommità m 5; altezza massima sul terreno naturale m 20.

Le dighe sono formate principalmente con argilla e terra compressa a piccoli strati, racchiudenti un nucleo impermeabile di argilla scelta, incassato nel fondo e sui fianchi nelle argille naturali in posto.

I due serbatoi creati con le dighe ora descritte comunicano fra loro mediante un ampio trincerone non rivestito: per assicurare la continuità di tale comunicazione anche in caso di franamenti delle sponde è stato costruito nel fondo del trincerone un breve tratto di galleria artificiale della lunghezza di m 87 e del diametro di m 4,50.

La superficie complessiva del doppio serbatoio alla quota di massimo invaso è di mq 240.000: col previsto svaso massimo di m 9 la capacità utile risulta di mc 1.150.000.

Sulla sponda destra del ramo di S. Rocco è situato l'imbocco del secondo tronco di canale in galleria (detto *galleria della calce* da un fosso di tal nome scorrente nella contrada).

Questa seconda galleria è lunga m 1360: ha sezione circolare del diametro di m 4,30 e funziona sotto pressione (carico massimo allo sbocco m 17).

Essa termina in un pozzo piezometrico del diametro di m 12, che si allarga alla sommità in una vasca di espansione della superficie di mq 1000 e della capacità utile di mc 3000.

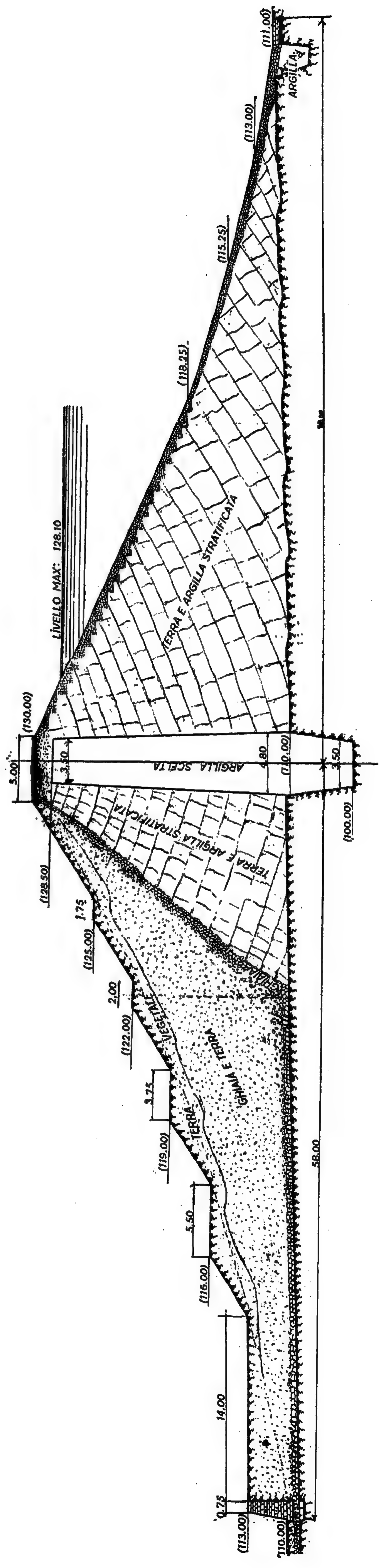


Fig. 13 - Disegno costruttivo delle dighe in terra.

Dal pozzo piezometrico si diparte la condotta forzata, che rappresenta una delle più notevoli opere di questo impianto, perchè costruita in cemento armato col diametro interno di m 3,80: attualmente essa è la più grande condotta di questo tipo costruita in Europa.

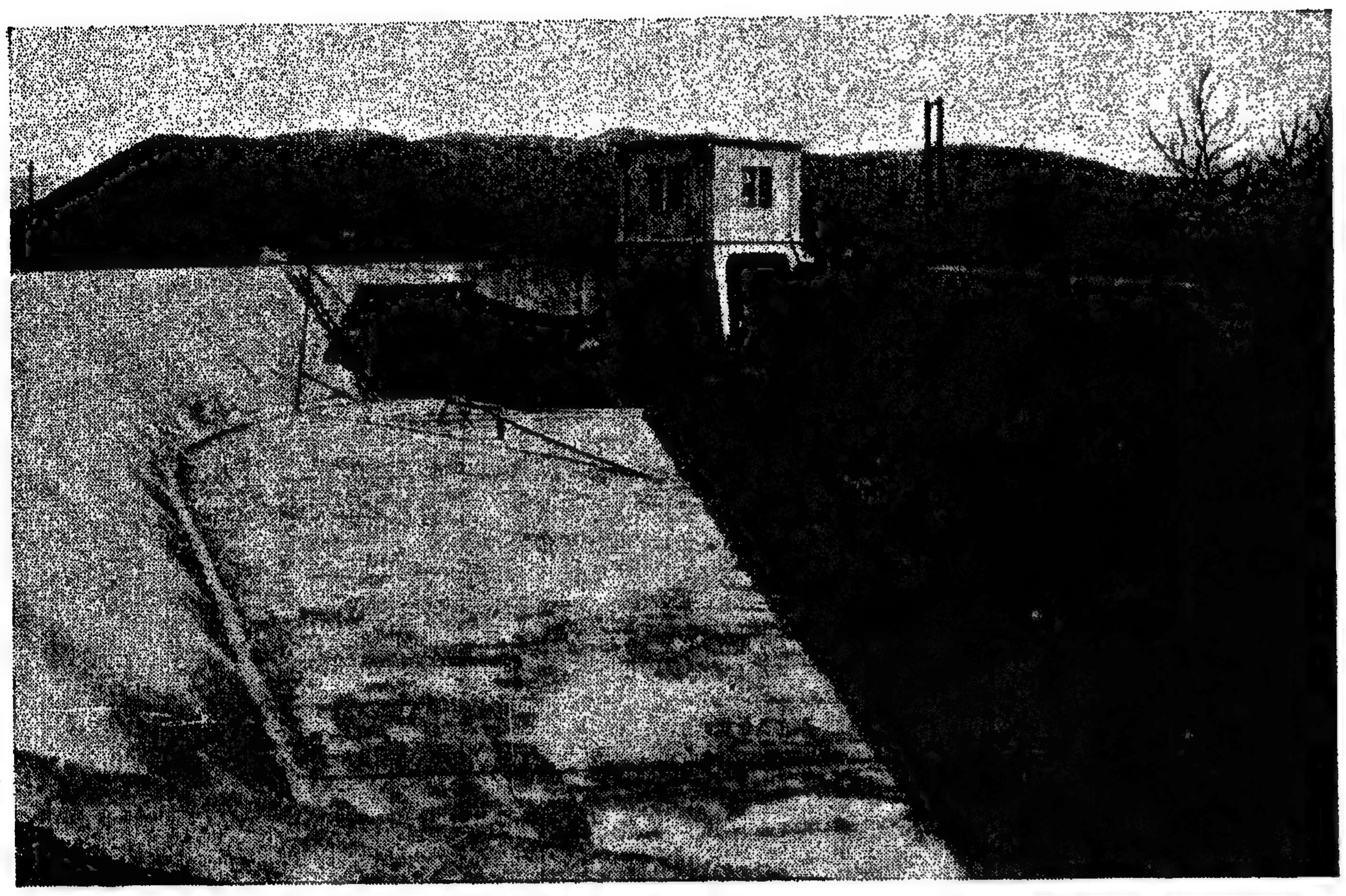


Fig. 14 - Vasca di espansione e cabina di manovra.

La condotta termina in un imponente blocco ripartitore pure in cemento armato, da cui si dipartono quattro diramazioni orizzontali in ferro (due del diametro di m 2,50 e due di m 2,20), che si innestano alle camere forzate delle turbine.

I dati tecnici di questa condotta e i principali dettagli costruttivi sono stati già pubblicati su *L'Energia Elettrica* nel fascicolo dell'aprile 1928 (pag. 503 e segg.).

All'imboccatura della condotta forzata nel pozzo piezometrico è stata installata una paratoia piana di m 4 × 4 azionata da un potente argano a pressione d'olio, installato in una cabina sovrastante al pozzo: a valle di questa paratoia la condotta è munita di tubo di ripresa d'aria.

Il fabbricato della Centrale, costruito in cemento armato, senza pretese architettoniche, misura in pianta m 60 × 13: due piccoli corpi avanzati sulla fronte verso lo scarico contengono rispettivamente l'abitazione del personale e l'apparecchiatura per l'uscita delle linee; il pavimento della sala macchine è a quota 80,00 circa, al disotto del livello della massima piena, e ciò per le solite ragioni dipendenti dalla necessità di non eccedere nell'altezza di aspirazione: i sotterranei sono costruiti con particolare cura per assicurarne l'impermeabilità.

La Centrale è equipaggiata con tre gruppi turbina-alternatore, di cui due da 6000 HP ciascuno, e il terzo (doppio) da 10000 HP. Anche per questa officina, come per quella di Pontefiume, i comandi sono centralizzati alla Sottostazione di Ceprano, descritta nel seguito delle presenti note.

Le condotte di scarico delle turbine fanno capo ad una vasca di raccolta unica: esse sono rivestite con una corazzatura in lamiera striata, per evitare corrosioni nel caso di funzionamento degli scarichi sincroni.

Dalla accennata vasca di raccolta ha origine il canale di scarico, in galleria, sotto pressione durante le piene (carico massimo m 5.50 d'acqua), che restituisce l'acqua al fiume Liri: è lungo m 247 ed ha la sezione di mq 14,25. Allo sbocco di questa galleria un'ultima paratoia del solito tipo permette di chiudere il canale di scarico per metterlo all'asciutto mediante aggottamento in caso di bisogno.

6. L'organizzazione dei trasporti per la costruzione degli impianti del Basso Liri.

I mezzi d'opera di cui si fece uso furono quelli usuali per simili costruzioni; per il problema dei trasporti si dovette invece studiare una soluzione speciale.

Fu a tal fine costruita una ferrovia Decauville a scartamento 600 m/m ed a trazione elettrica, utilizzandovi gran parte del materiale proveniente da una filovia di guerra: l'energia elettrica occorrente era fornita da altri impianti idroelettrici di proprietà della Società e già in esercizio.

Questa ferrovia, a semplice binario, raggiunse lo sviluppo totale di 18 Km con otto stazioni di carico e di smistamento, oltre a numerosi raddoppi lungo il percorso: fu alimentata a corrente continua a 500 V (salvo in galleria, dove per ragioni di sicurezza la tensione era ridotta a 110 V) da quattro stazioni di conversione.

L'alimentazione era fatta a doppio conduttore (non riuscendo agevole in impianti di questo tipo, soggetti a continue modificazioni e spostamenti, adoperare le rotaie come conduttori di ritorno); perciò il trolley di presa è del tipo a quattro carrucole normalmente usato per le filovie.

Ogni locomotore equipaggiato con due motori da 15 HP poteva trainare un treno di 20 Tonn: vi furono 13 locomotori contemporaneamente in servizio.

La linea, tracciata con curve del raggio minimo di m 38

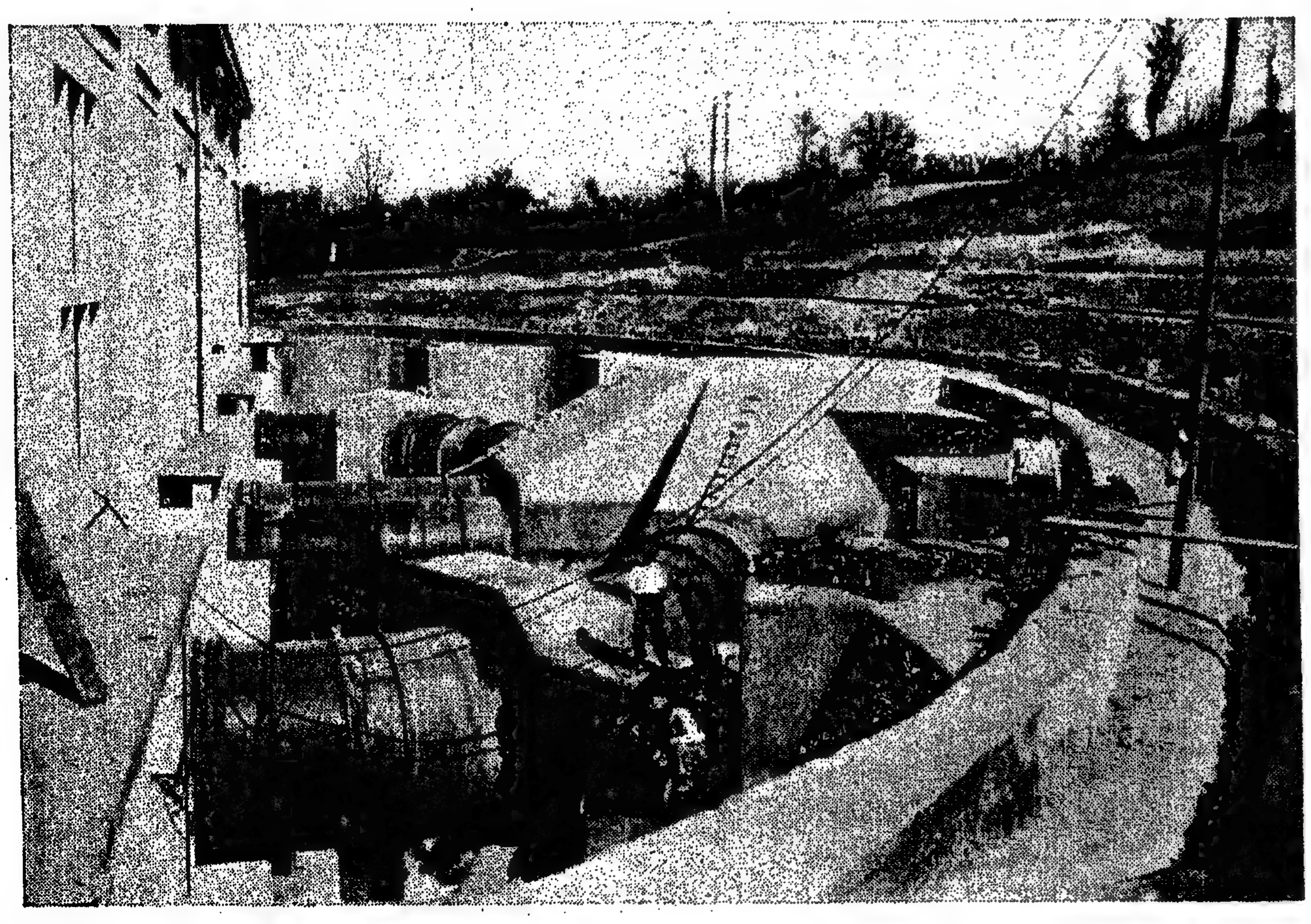


Fig. 15 - Blocco ripartitore e diramazioni in ferro della condotta forzata.

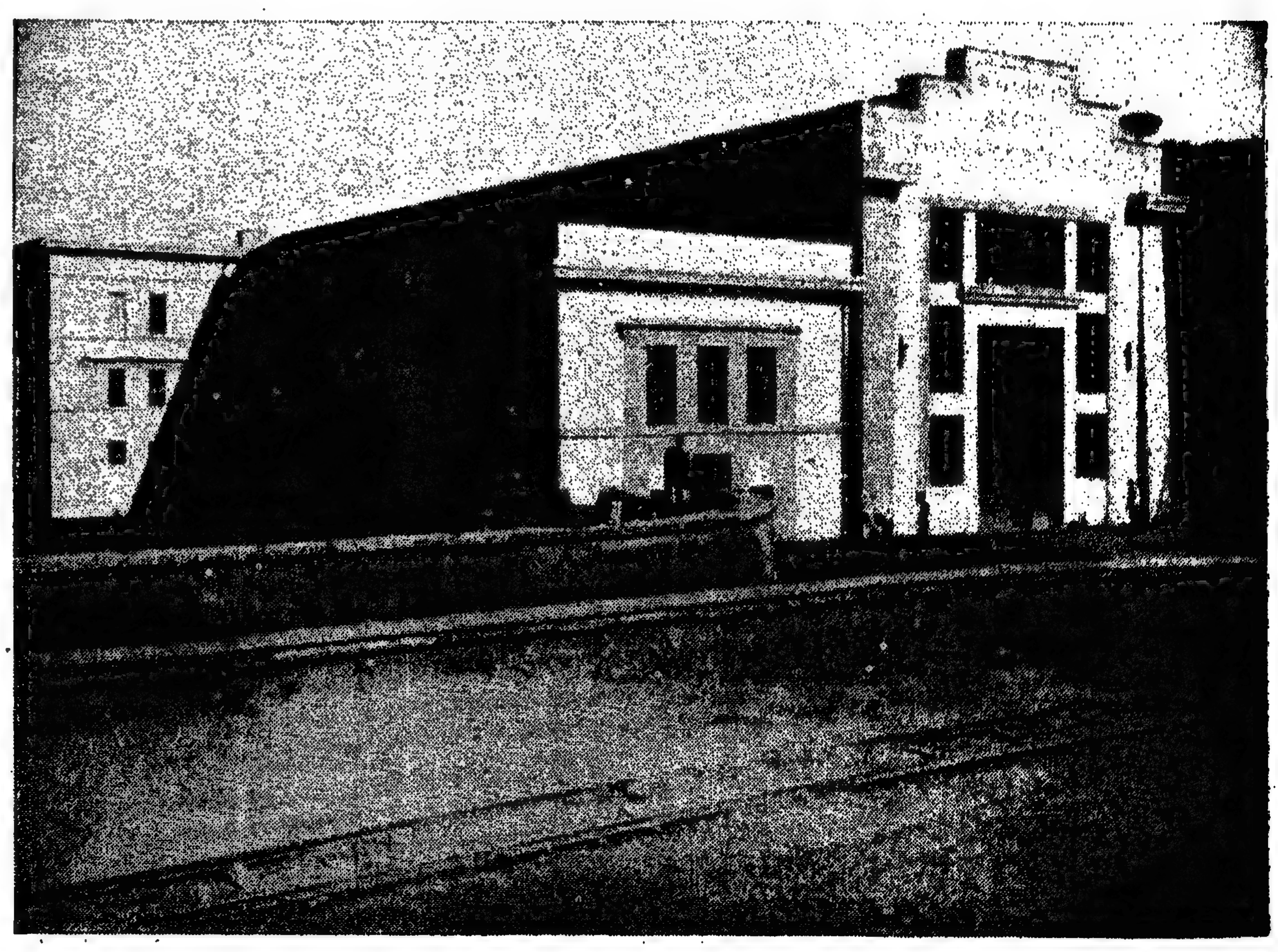


Fig. 16 - Fabbricato della Centrale di Ceprano.

e con pendenza massima del 32 °/oo, raggiungeva tutti i punti di carico e scarico per le costruzioni: però in corrispondenza dei cantieri per la Centrale e per la diga principale la ferrovia era integrata da piani inclinati azionati da argani elettrici.

Durante i lavori la ferrovia Decauville è stata sottoposta

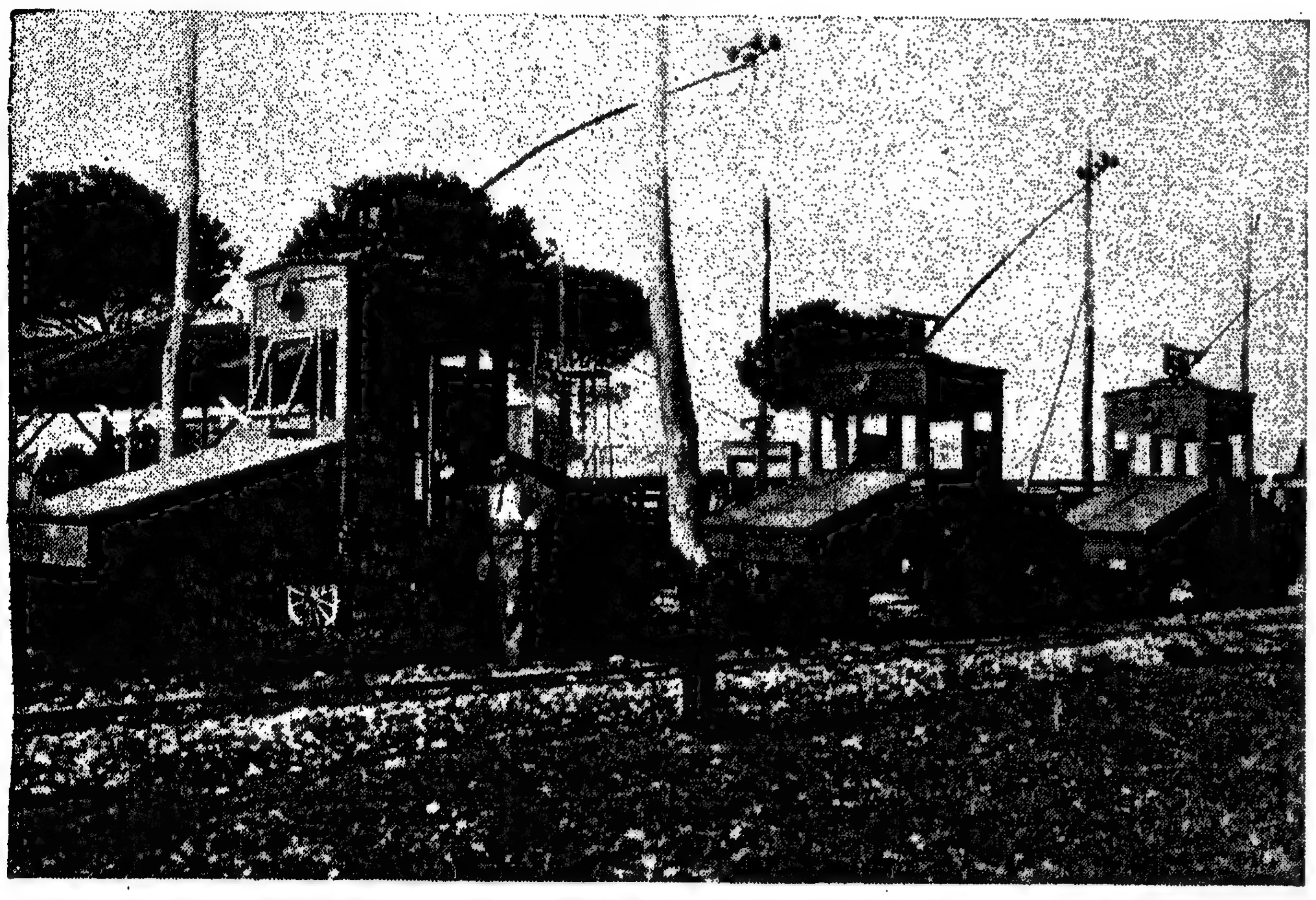


Fig. 17 - Locomotive elettriche per la Décauville di manovra.

ad un traffico intenso: si sono fatti fino a 25 treni giornalieri, con un movimento di circa 200 Tonn al giorno.

7. Sottostazione di trasformazione di Ceprano.

Le installazioni elettriche sono state studiate in base al criterio fondamentale di concentrare in un solo punto tutte le manovre relative alla produzione, trasformazione e distribuzione.

Pertanto le due officine di produzione sono state munite di apparecchiature per eseguire a distanza le principali manovre elettriche, mentre al personale di officina è affidata soltanto la messa in marcia e la fermata dei gruppi, la lubrificazione e in genere la sorveglianza sul macchinario e sulle opere idrauliche.

Ogni gruppo generatore è collegato direttamente alla Sottostazione, con una propria conduttura (a 12.500 V): parallelamente a queste corre un cavetto a molte coppie di conduttori per i comandi, per le comunicazioni telefoniche, ecc.

La regolazione e il comando a distanza dalla Centrale di Pontefiume è fatta con apparecchi Siemens.

Nella centrale di Ceprano sono stati adottati invece gli apparecchi Brown Boveri di regolazione e protezione delle macchine.

In quest'ultima Centrale si stanno installando anche i comandi a distanza delle valvole a farfalla, cosicchè, a installazione compiuta, si potranno dalla Sottostazione eseguire tutte le manovre di avviamento, messa in parallelo, variazioni di carico, e arresto dei vari gruppi.

L'energia necessaria per il funzionamento dei comandi a distanza è fornita da batterie di accumulatori.

La Sottostazione di trasformazione è stata studiata col criterio dello sviluppo in piano, anzichè in elevazione, poichè il modesto valore delle aree nella località prescelta consentiva l'adozione di questo sistema, che agevola la sorveglianza da parte del personale.

In una sala centrale sono riuniti tutti i quadri di manovra, e di controllo, nonchè il servizio telefonico ordinario e quello radiotelefonico; gli apparecchi veri e proprii (comandati a distanza) sono installati in quattro sale disposte ai quattro angoli del salone centrale e con questo comunicanti: esse contengono rispettivamente:

1° - arrivo dalle Centrali di produzione;

2° - trasformazione a 60.000 V;

3° - partenze a 60.000 V;

4° - partenze a 20.000 V e 5000 V.

Vi sono poi altri locali per i regolatori di tensione e per i trasformatori del servizio di distribuzione. Ne è risultato un complesso di fabbricati di carattere perfettamente industriale, senza alcuna pretesa architettonica od estetica, ma organicamente disposti agli effetti del servizio.

Lo schema delle connessioni corrisponde allo scopo di concentrare nella Sottostazione non solo la produzione (a 12.500 V) delle Centrali del Basso Liri fin qui descritte, ma anche quella proveniente (a 20.000 V) dalle altre del Medio Liri (che descriveremo appresso): il complesso di questa produzione deve poi dalla Sottostazione stessa essere ripartito fra le uscite: a 60.000 V per Roma e Napoli; a 20.000 V per la distribuzione nella zona circostante; a 5.000 V per i servizi locali.

Sono stati previsti perciò tre sistemi di sbarre, a ciascuno dei quali possono essere collegate da un lato le sei unità generatrici di Ceprano e Pontefiume, e dall'altro le quattro unità trasformatrici a 60.000 V: si può quindi provvedere sia a servizi indipendenti su Roma e su Napoli, sia a servizi in parallelo, come pure si può utilizzare uno qualunque dei trasformatori per una qualunque delle linee partenti.

Agli stessi sistemi di sbarre sono collegati, previa trasformazione a 12.000 V, anche le linee in arrivo e partenza a 20.000 V, ma poichè la tensione sulle sbarre è naturalmente comandata dalle esigenze dei servizi principali su Roma e su Napoli, così si è riscontrata la necessità di inserire fra le sbarre a 12.500 V e quelle a 20.000 dei regolatori di tensione.

Per l'apparecchiatura di sono adottati inizialmente i tipi Siemens; nelle installazioni più recenti si sono adottati i tipi Magrini.

I trasformatori sono da 10.000 kVA ciascuno (due Siemens e due Brown Boveri) a circolazione forzata in refrigeranti esterni tipo Brown Boveri.

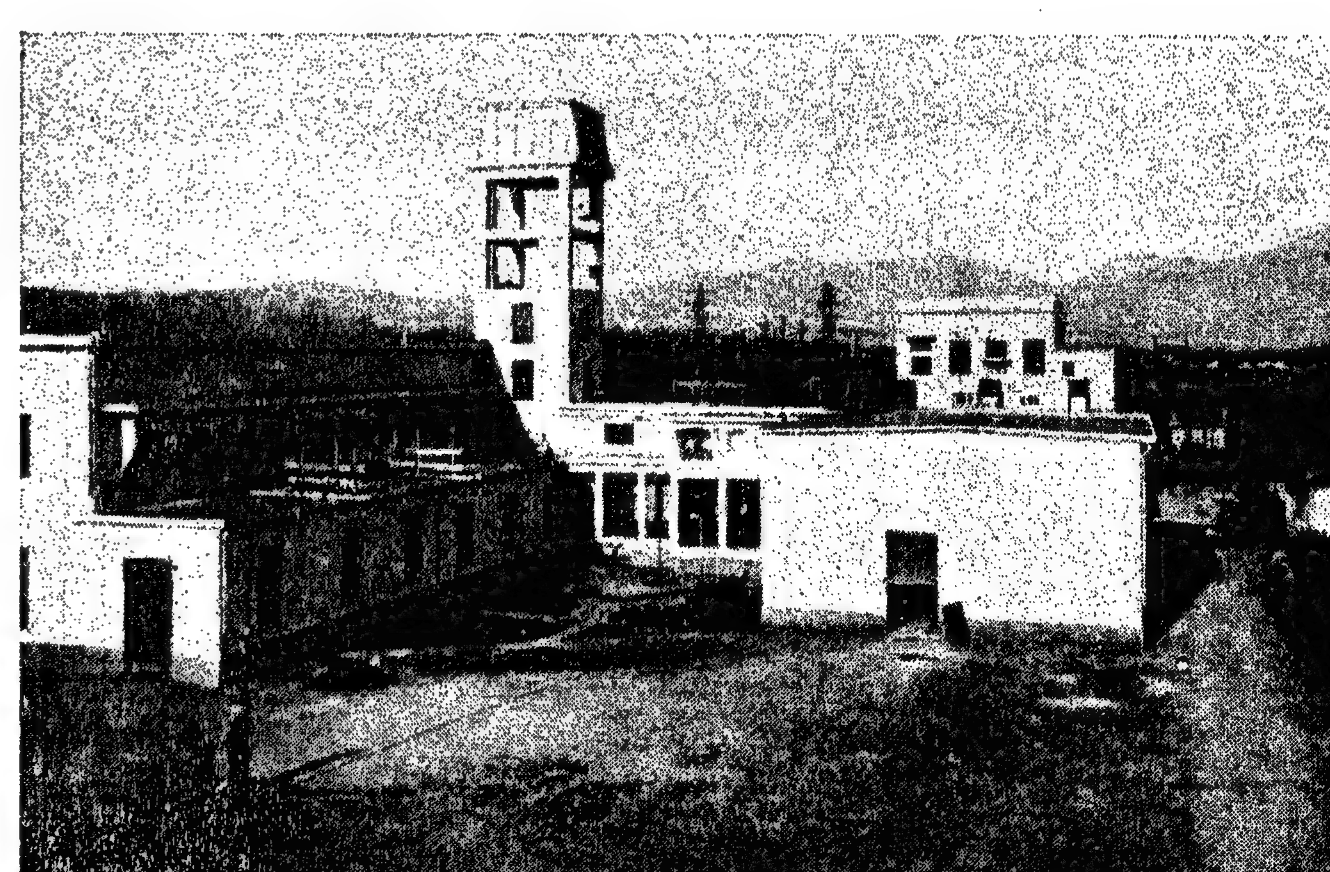


Fig. 18 - Sottostazione di trasformazione e smistamento presso Ceprano.

I regolatori di tensione sono del tipo A.S.E.A.

Completano l'apparecchiatura le consuete installazioni accessorie (batterie di accumulatori per i comandi, impianti di pompatura e serbatoi per la circolazione d'acqua, centralino telefonico, ecc.). Per le comunicazioni telefoniche dirette con

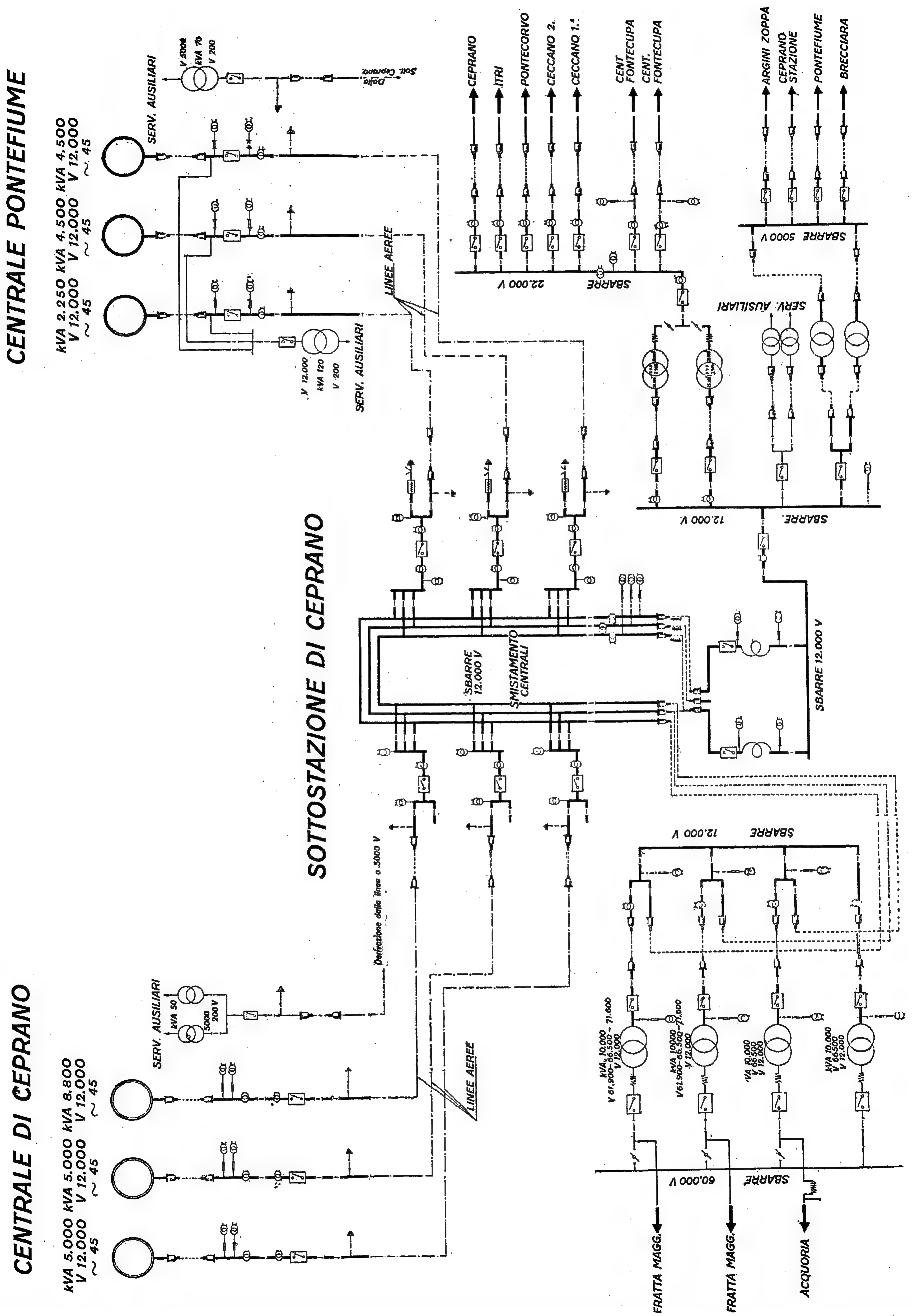


Fig. 19 - Schema generale delle connessioni elettriche nella Sottostazione di Ceprano.

Roma (Staz. Tiburtina) e con Napoli (Staz. Frattamaggiore) sono stati installati degli apparecchi radio a onde convogliate sistema Perego.

Le linee partenti a 60.000 V sono equipaggiate con isolatori sospesi tipo F.I.L. (N.° 5 elementi per catena).

8. Impianto di Fontana Liri.

L'impianto di Fontana Liri è del tipo a deflusso libero, senza serbatoi, poichè l'invaso creato dalla diga non può essere utilizzato a scopo di accumulazione, data l'esistenza, immediatamente a valle, dell'impianto idroelettrico del R. Poverificio, al quale doveva essere assicurata (per disposizione del disciplinare di concessione) la portata naturale del fiume.

L'impianto utilizza, con un breve canale, un salto naturale che era già in precedenza sfruttato, incompletamente e imperfettamente, da un vecchio stabilimento industriale (Cartiera Cerasoli): sopraelevando il pelo d'acqua per mezzo della diga e portando la restituzione alcune centinaia di metri a valle (quanto era consentito dal successivo impianto del R. Polverificio) il salto, che originariamente era di 5-6 m., è stato portato a 16 m.; la portata derivabile massima è di 25 mc. al 1'', e quindi la potenza effettiva dell'impianto è di circa 4000 HP.

Si tratta dunque di un impianto di modeste proporzioni, che pur tuttavia è riuscito conveniente, perchè per la brevità del canale e per altre circostanze favorevoli il costo delle opere è risultato relativamente moderato.

La diga è del tipo a gravità, a ciglio tracimabile per lo scarico delle piene, ed è costruita completamente in calcestruzzo con due profondi taglioni a monte e a valle, e con platea prolungata; il profilo adottato è rappresentato nella fig. 20.

Il dislivello fra il pelo d'acqua dell'invaso e il punto più basso del taglione di fondazione è di m. 22; la larghezza della diga fra i due taglioni è di 17 metri (oltre alla platea prolungata di altri m. 4,50).

La sopraelevazione del pelo d'acqua (con una ritenuta di m. 4,50) è conseguita mediante due paratoie, l'una automatica, della luce di m. 17, e l'altra a comando elettromeccanico della luce di m. 8.

Queste paratoie, e in particolare quella automatica, hanno il compito di mantenere costante il livello dell'invaso, e di lasciare quindi un deflusso uniforme nel fiume per non sregolare l'impianto idroelettrico del R. Polverificio, situato immediatamente a valle.

La paratoia automatica è del tipo ben noto della Société des Barrages automatiques di Zurigo ed è già stata descritta su *L'Energia Elettrica*, fascicoli di ottobre e novembre 1928.

L'altra paratoia è del tipo ordinario Stoney a due diaframmi piani, scorrevoli su rulli: ciascun diaframma è comandato da un argano indipendente, a manovra elettrica ed a mano: l'apertura della paratoia si fa quindi a volontà mediante abbassamento dei diaframma superiore (il che presenta il vantaggio di liberare l'invaso dai galleggianti superficiali), oppure, volendo aprire completamente la luce delle paratoie, mediante sollevamento di ambedue i diaframmi.

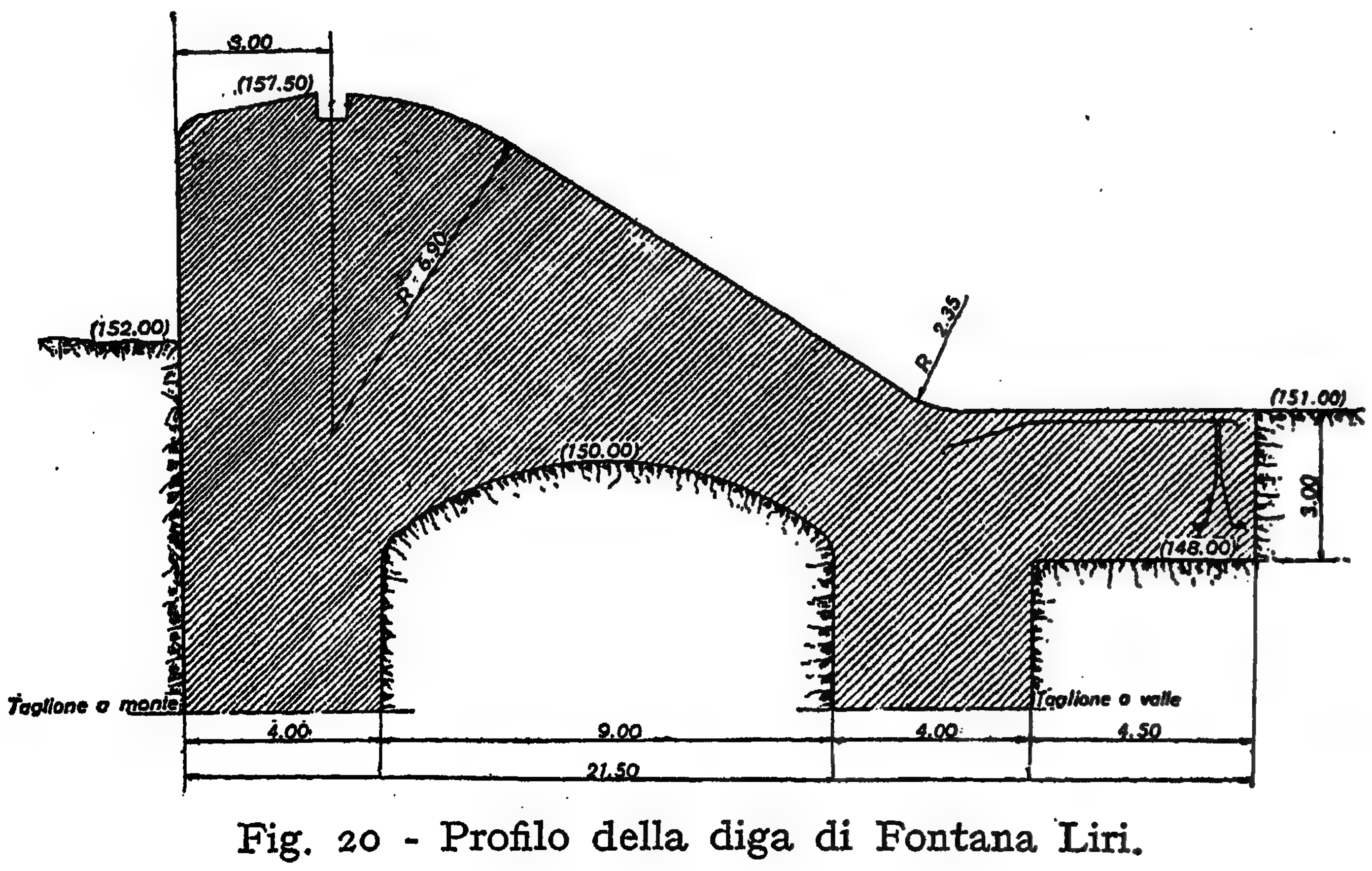


Fig. 20 - Profilo della diga di Fontana Liri.

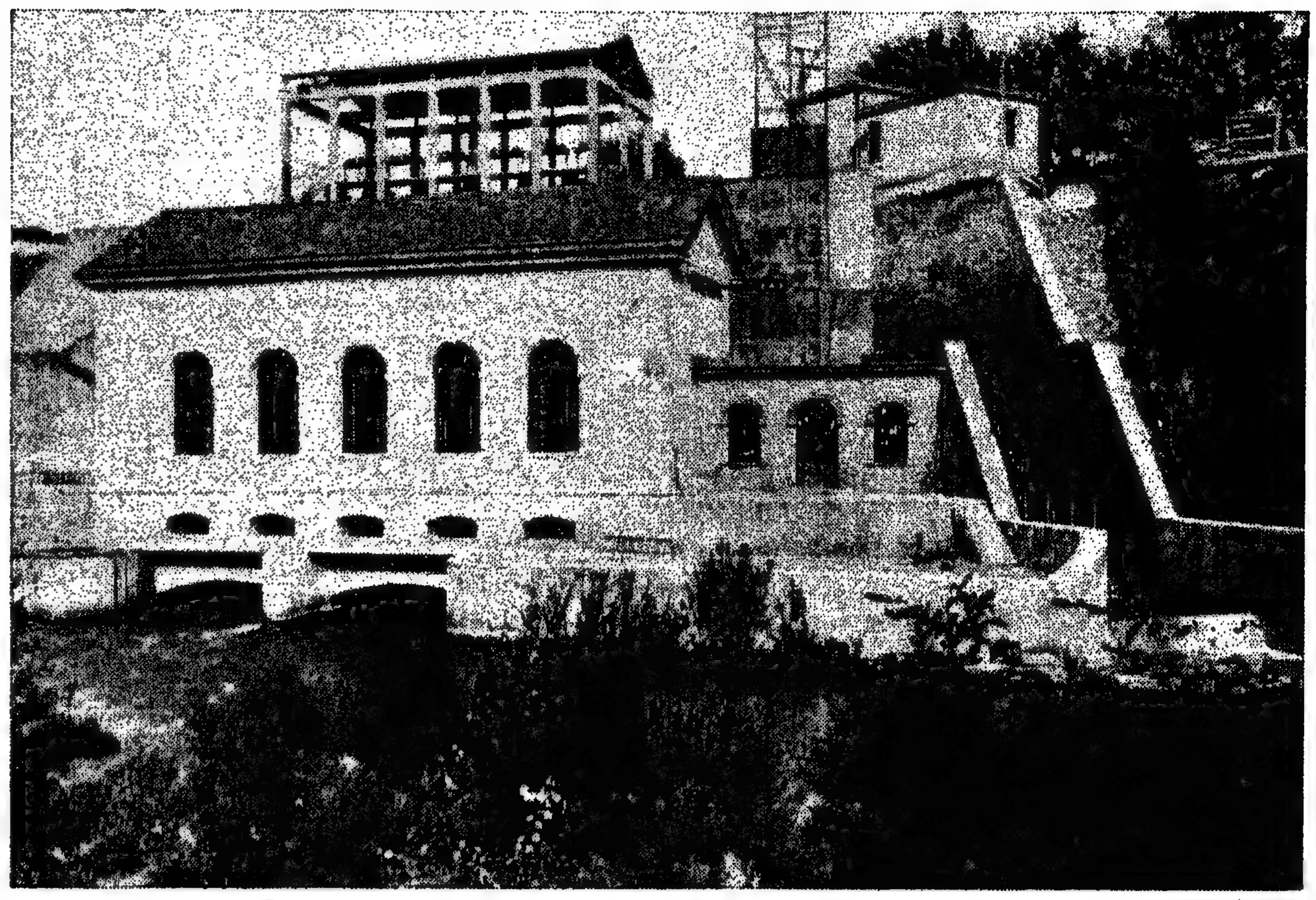


Fig. 21 - Officina Generatrice di Fontana Liri.

L'opera di presa laterale è munita di griglia verticale a tubi per trattenere i grossi galleggianti e di paratoie metalliche con comando a mano del tipo ordinario.

All'opera di presa fa seguito il bacino di calma e un breve tratto di canale all'aperto: dopodichè il canale entra in galleria per una lunghezza di circa 400 m., sottopassando due volte la strada provinciale Roccasecca-Avezzano.

Alla galleria fa seguito un canale scoperto, rivestito in muratura, della lunghezza di m. 216, che fa capo alla vasca di carico, munita delle ordinarie griglie e sbarre, di una paratoia per lo scarico di fondo, e di due sifoni autolivellatori Gregotti per la regolazione della portata derivata.

Dallo scarico di fondo e dai due sifoni l'acqua è immessa, con uno scivolone molto ripido, in un breve canale, di lunghezza e dimensioni obbligate, dato lo spazio disponibile fra la Centrale e la sponda del fiume: di conseguenza l'acqua sarebbe stata restituita al fiume con andamento tumultuoso, il che avrebbe potuto dar luogo a perturbazioni nell'impianto idroelettrico del Polverificio, che ha la sua diga immediatamente a valle del punto di scarico. Per evitare questi inconvenienti il breve canale di scarico ora accennato è sbarrato con una traversa, creando così un cuscino d'acqua che funziona da distruttore di velocità; per tal modo l'acqua ritorna al fiume con andamento tranquillo.

Dato il piccolo salto (m. 16, di cui 5,50 di aspirazione) sono state adottate per questo impianto le turbine in camera libera; i pozzi delle turbine addossati alla Centrale sono costruiti in calcestruzzo cementizio fortemente armato: nella parte inferiore è ricavata la galleria di ispezione per l'accesso ai supporti delle turbine. Dal lato opposto le turbine (in numero di due, ad asse orizzontale) sono accoppiate direttamente con gli alternatori (ciascuno da 1800 kVA a 6000 V, 337 giri, 45 periodi).

L'apparecchiatura elettrica di questa Centrale è semplicissima, poichè le due unità generatrici sono collegate con due condutture distinte al quadro della Centrale di Fontecupa (distante circa 3 Km.), nella quale sono centralizzati i comandi.

Il fabbricato dell'officina generatrice (delle dimensioni in pianta di m. 23 × 9) è costruito in muratura di pietrame con intelaiature asismiche in cemento armato.

9. Centrale di Fontecupa.

Nella località Anitrella-Fontecupa (Comune di Monte S. Giovanni Campano in sponda destra e di Fontana Liri in sponda sinistra) esiste sul Liri un salto naturale che da molti anni veniva sfruttato in modo incompleto e frazionato in tre opifici situati uno in sponda destra, e gli altri due su quella sinistra.

La S.M.E., resasi proprietaria della principale fra le anzidette utilizzazioni, ha fatto domanda di incorporarvi le altre minori, derivando tutta la portata utilizzabile in sponda sinistra, dove saranno costruite le nuove opere od eseguiti gli adattamenti necessari: frattanto, utilizzando in parte opere esistenti, è stata costruita la nuova Centrale e installato il macchinario definitivo.

A opera ultimata questa Centrale utilizzerà su un salto netto di 26 metri una portata massima di 25 mc., corrispondente ad una portenza di circa 7000 HP (cioè oltre il doppio di quello che si poteva ricavare complessivamente dalle precedenti utilizzazioni frazionate).

Le opere idrauliche sono costituite da una modesta traversa sul fiume e da un canale in galleria della lunghezza di soli 97 m.

Per regolare la portata (anche in caso di colpi d'ariete, sarà installata alla vasca di carico una paratoia automatica del tipo Macola, già descritto su *L'Energia Elettrica* nei fascicoli di Luglio e Ottobre 1928.

Nella centrale sono stati installati tre gruppi turbina alternatore ad asse orizzontale della potenza di 1600 kW ciascuno a 6000 V e 450 giri.

Le turbine idrauliche, in camera forzata, sono della Ditta Riva: gli alternatori della Savigliano. Per ragioni di spazio questi ultimi non hanno la consueta dinamo coassiale e la corrente di eccitazione viene invece fornita da gruppi indipendenti.

Come si è già accennato, in questa Centrale si concentra anche la produzione di quella di Fontana Liri sopra descritta: il complesso viene qui trasformato alla tensione di 22.000 V, e viene in parte distribuito su linee partenti dalla Centrale stessa, in parte trasportato alla Sottostazione di Ceprano per ivi unirsi alla produzione delle Centrali del Basso Liri.

I trasformatori installati sono due di 6000 kVA ciascuno, di costruzione C.G.E., a raffreddamento naturale in aria: ciascuno di essi trova posto in apposita cella, mentre è disponibile una terza, costruita a doppia altezza e provvista di paranco per il sollevamento del nucleo in caso di riparazioni.

10. Centrale Serelle.

Questa Centrale utilizza un salto naturale di circa 10 m., esistente nel fiume Liri in corrispondenza di una piccola isola (da cui il nome di Serelle): in questa località esistette certamente da tempo immemorabile un piccolo centro di vita industriale, come è provato, fra l'altro, da un arco di ponte, antichissimo, forse preromano (costruito con grandi conci di pietra, senza malta) che è stato conservato in posto, evitando con cura ogni deturpazione o danneggiamento per effetto della costruzione dell'Impianto.

Ancora recentemente esistevano nella località un Molino, un lanificio e una fabbrica di pasta di legno che utilizzavano forse un quinto dell'energia producibile: venne quindi naturale l'idea di sfruttare con un impianto moderno le condizioni topografiche particolarmente favorevoli, che permettevano di contenere le spese di costruzione in limiti eccezionalmente bassi.

Le antiche dighe, che sbarrano i due rami del fiume, benchè non del tutto razionali, se considerate secondo i concetti moderni, vennero tuttavia mantenute in opera (coi necessari adattamenti), poichè sulla loro robustezza non poteva esservi dubbio, dato che esse hanno resistito nel corso degli anni alle piene periodiche e persino a cataclismi eccezionali (quale, per es., il terremoto del 1915 che lesionò gravemente i fabbricati circostanti, lasciando intatte le dighe).



Fig. 22 - Ponte Romano sul Liri alla Serella.

Si utilizzò uno dei rami del fiume come scaricatore di superficie, e l'altro come canale di scarico (mediante opportuna sistemazione e approfondimento dell'alveo) e così l'impianto si ridusse alla più semplice espressione, risultando costituito da un'opera di presa (con paratoie, griglia a tubi, griglia a sbarre, sfioratore e scarico di fondo) e da un fabbricato per la Centrale, con vasche di carico a pelo libero, il tutto in un'unica opera della lunghezza totale di m. 54, e occupante complessivamente soli 1300 mq.

Il macchinario è costituito da due gruppi turbina (Calzoni) - alternatore (C.G.E.) della potenza di 1000 kW ciascuno: le caratteristiche della corrente prodotta sono le solite: 6000 V e 45 periodi.

11. Centrale Riordino Liri-Fibreno (Isola Liri Superiore).

Si tratta, come il nome stesso indica, di un impianto costruito per riordinare razionalmente in un'unica Centrale due distinte derivazioni da molto tempo esistenti; l'una dal Liri, l'altra dal Fibreno, e per conseguirne una migliore utilizzazione (in antecedenza le anzidette derivazioni azionavano complessivamente oltre 15 turbine di varia ma sempre modesta potenza, disposte in più serie per utilizzare salti successivi provenienti da vecchie utenze).

Nel nuovo impianto si sono lasciate per ora sostanzialmente invariate le vecchie opere di derivazione dal fiume e i canali principali già esistenti (salvo a introdurvi in un secondo tempo

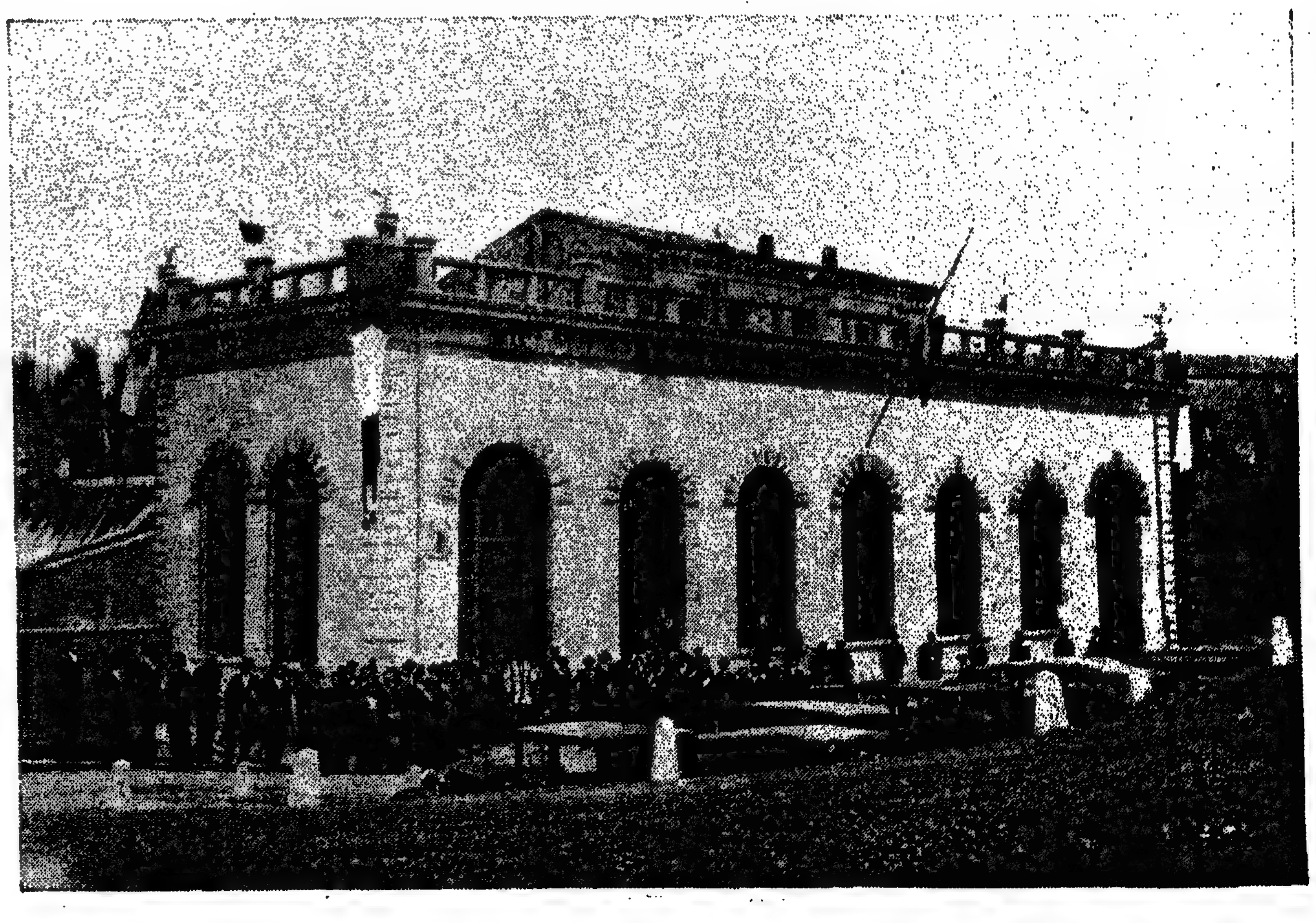


Fig. 23 - Centrale Serelle (nel giorno dell'inaugurazione).



Fig. 24 - Centrale Riordino Liri - Fibreno a Isola Liri Superiore.

qualche perfezionamento tecnico, tuttora in corso di istruttoria), e frattanto i canali sono stati raccordati ad un'unica Centrale, in cui la derivazione dal Fibreno utilizza un salto di m. 23.50 e quella dal Liri di m. 15.

Sulla derivazione Fibreno è installato un gruppo turbina alternatore della potenza di 720 kW.

Sulla derivazione Liri è installato, in camera libera, un gruppo turbina (S. Giorgio) - alternatore (C.G.E.) della potenza di 1440 kW, 337 giri; è già pronta l'installazione di un secondo gruppo identico.

L'apparecchiatura della Centrale è costruita dalle Officine Galileo.

La tensione di generazione è 3000 V e alla stessa tensione l'energia è distribuita nella rete di alimentazione dello Stabilimento della Soc. Cartiere Meridionali: invece il collegamento in parallelo colla Centrale Serelle è fatto attraverso apposita cabina di trasformazione.

Questa Centrale è compresa in un progetto di più vasta utilizzazione, ora appartenente alla Società Mediterranea di Elettricità, e tuttora in istruttoria: secondo questo progetto si creerebbe una nuova centrale della potenza di circa 10.000 HP che utilizzerebbe un salto complessivo di circa 50 m., sottendendo anche le cascate di Isola Liri (alle quali si lascierebbe una congrua dotazione d'acqua per ragioni di estetica).

Coll'esecuzione di quest'ultimo progetto il fiume Liri resterebbe completamente utilizzato tra le quote (260) e (60).

ING. ATTILIO COLOMBO.

Ing. A. Dalla Verde

La linea a 220 kV da Cardano a Cislago del gruppo S. I. P.

PARTE PRIMA (1)

I) Generalità.

In questi giorni è entrata in regolare servizio la linea a 220 kV del Gruppo S.I.P. (Società Idroelettrica Piemonte) destinata a trasportare alla sottostazione di Cislago (Saronno) l'energia prodotta nella Centrale di Cardano (Bolzano) della Società Idroelettrica dell'Isarco.

Questa linea costituisce il primo tratto della grande arteria est-ovest, che completato con la sua derivazione lungo la Valsugana verso Feltre e con il suo futuro prolungamento verso Torino, unirà gli impianti delle Alpi Trentine e Venete con quelli delle Alpi Piemontesi, attraverso le pianure lombarde, e le reti del gruppo S.I.P. con quelle del gruppo Adriatica.

La linea di trasporto deve essere capace di 120000 kW normali e di 150000 kW massimi, per tenere conto delle possibili immissioni di energia provenienti anche da altri impianti, ed è lunga 242 km circa in un primo tempo, ai quali si aggiungeranno poi altri 125 km per il tratto Cislago-Torino.

II) Scelta della tensione.

Il sistema S.I.P. a 135000 Volt comporta le tensioni di 129000 Volt a Cislago e di 118000 Volt circa a Cabina Stura (Torino). La tensione delle linee del Gruppo Edison nelle vicinanze di Cislago è pure di 129000 Volt circa, e quindi adatta ad eventuali futuri allacciamenti; si poteva perciò pensare ad arrivare dall'Isarco con questa tensione, corrispondente ad oltre 150000 Volt in partenza da Cardano. Quest'ultimo valore non è, però, in accordo con le altre tensioni nel Trentino che si aggirano sui 140000 Volt; d'altra parte il costo di una linea a 150000 Volt, con una potenzialità massima di 120000 kW supera notevolmente il costo di una linea a 220000 Volt con potenzialità massima di 150000 kW, anche tenendo conto del maggior costo delle stazioni trasformatrici che si ha in quest'ultimo caso.

Inoltre le informazioni ed i dati raccolti in America sono decisamente in favore del 220000 Volt sotto ogni punto di vista; e ciò è anche confermato dalle numerose linee a questa tensione che colà si continuano a costruire.

Infine la tecnica moderna — americana ed europea — è già orientata verso valori anche maggiori e la passata esperienza nella costruzione dei trasporti di energia ha mostrato che non si è mai sbagliato scegliendo — a ragion veduta — la massima tensione compatibile con il progresso del momento.

Per quanto riguarda gli scambi con i sistemi a 42 periodi, la difficoltà inerente al fatto di avere — nella prima fase — una sola terna, si può girare convenientemente facendo pervenire a Cislago energia a questa frequenza da altre sorgenti del gruppo S.I.P.

Per questo complesso di ragioni, venne definitivamente scelta la tensione di 200000 Volt all'arrivo, cui corrispondono 220000 Volt normali e circa 240000 Volt massimi in partenza.

III) Tracciato.

Il tracciato si fece per due palificazioni ad una terna con gli assi lontani 35 m.

L'ubicazione della Centrale di produzione a Cardano, posta al limite dei sobborghi della Città di Bolzano, permette una sola soluzione a chi deve derivarne una linea elettrica a doppia palificazione, della potenzialità progettata (Vedi fig. 1).

Sul lato destro dell'Isarco la Città di Bolzano e di Gries si estende sul piano e sulla falda montana con ville, giardini, frutteti e recinti quasi impossibili a percorrere; sul lato sinistro vi hanno la ferrovia in corso di elettrificazione, la strada provinciale, il paese di Cardano, la teleferica del Colle e la linea primaria delle Ferrovie dello Stato, soprapassante la sella del Virgolo, e questa fu l'uscita prescelta.

Sorpassato l'Isarco, la linea percorre il bell'altopiano sulla sinistra dell'Adige, servito da varie mulattiere, fino a raggiungere, ad Ora, la valle di Fiemme. Di là, attraversata la Ferrovia Ora-Predazzo, si discende a mezza costa verso Salorno, donde con un rettifilo di 9 km si arriva alla Valle d'Avisio. Una cabina di sezionamento si trova presso Lavis; di qui la linea attraversa la strada Trento-Brennero, ed il fiume Adige, puntando verso il lago di Terlago e Vezzano su terreno collinoso e leggermente declive. Da Vezzano il tracciato degrada verso il fondo della valle del Sarca che percorre, in riva sinistra, fino sopra Riva; quindi risale le falde del crinale fra Val Varone e Val di Ledro (servito da una mulattiera di guerra) e tocca presso Cima d'Oro la massima quota di 1418 m.

Attraversata la Valle di Ledro presso Molina, la linea risale al Passo di Bestana, svolgendosi su di un tratto di km 7,5 a forma di V con dislivello di circa m 900 fra il fondo valle ed i passi adiacenti. Discesa poi nella Valle di Bondo, la linea percorre per circa 25 km l'altopiano sulla sponda destra del Garda, caratteristico per la assoluta mancanza di attraversamenti importanti, e ben fornito di strade, sopratutto dopo il ripristino — effettuato in questi mesi — di alcuni tronchi di camionabili di guerra state abbandonate nel 1919. (Con questi riattamenti stradali si è resa, fra l'altro, possibile la comunicazione diretta fra Tremosine e la Valle di Ledro, per la quale prima era necessario ribattere a Salò e risalire per Vestone e il Lago d'Idro percorrendo oltre 100 km). Dal passo di Spino, sopra Vobarno,

(1) All'articolo dell'ing. Dalla Verde farà seguito una seconda parte, a cura dell'ing. Carlo Palestrino, che tratterà prevalentemente del calcolo elettrico della linea e che verrà pubblicata nel numero di febbraio della Rivista.

il tracciato assume direzione da Nord-Est a Sud-Ovest; il Chiese viene superato presso Sabbio, e la Valle Trompia presso Concesio, al nord di Brescia, dove vi sarà una cabina di sezionamento e dove finisce la zona montuosa. Di qui la linea puntando decisamente ad ovest segue le basse pendici collinose del Bre-

Come si vede dal profilo (vedi fig. 2), per circa 150 km il tracciato si sviluppa, con andamento molto tormentato in senso altimetrico, su zona montuosa, toccando — come detto — la massima quota di 1418 m a Cima d'Oro. Ciò è risultato inevitabile dato che si trattava di scendere al piano Lombardo

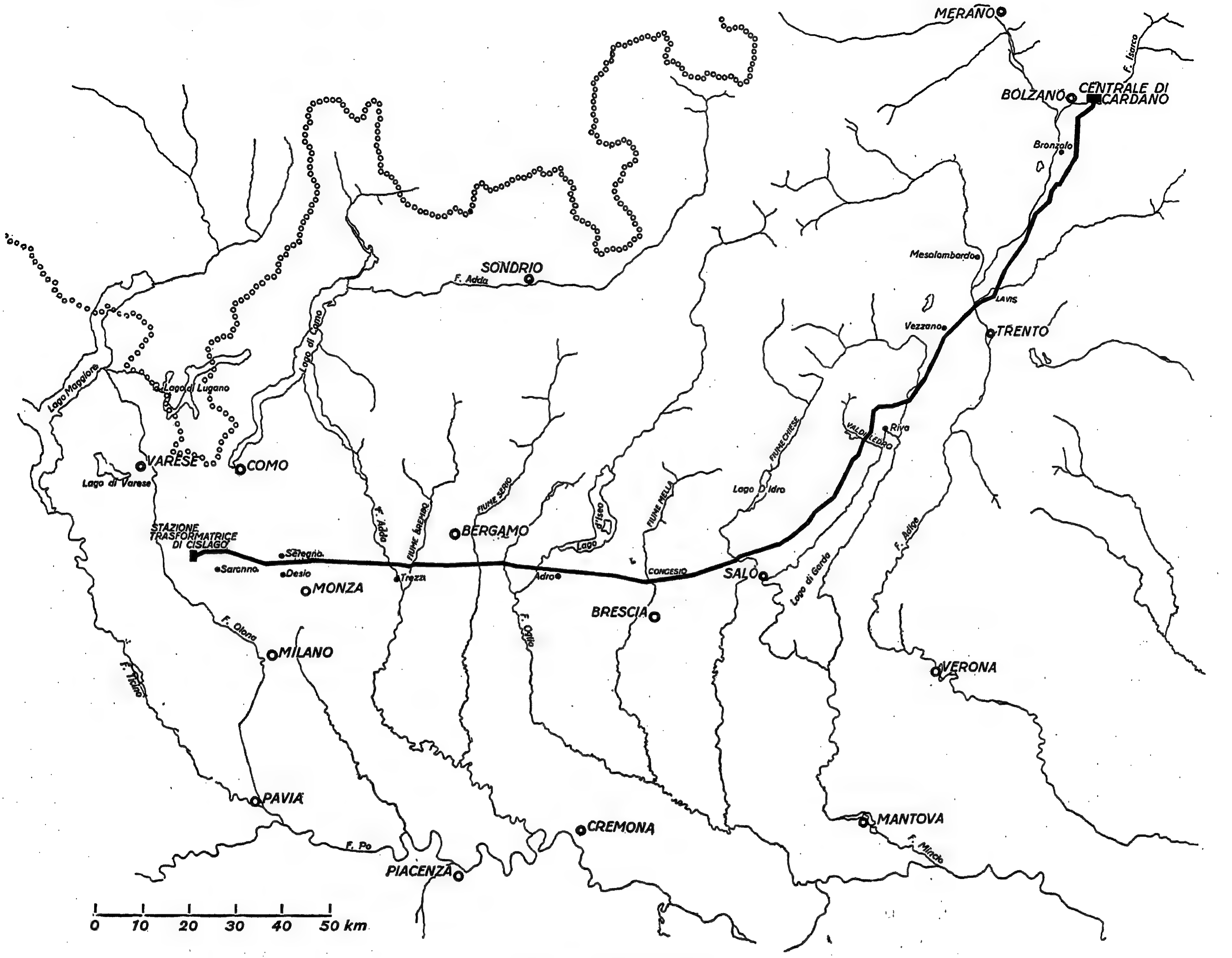


Fig. 1. - Planimetria.

sciano, attraversa il fiume Oglio, fra Palazzolo e Capriolo; il fiume Serio presso Seriate; il Brembo e l'Adda presso Trezzo; lascia a sinistra il R. Parco di Monza e finisce a Cislago.

Come detto, la linea è lunga circa 242 km ed interessa il territorio di 7 Provincie e 99 Comuni; data la sua direzione generale nella pianura — da levante a ponente — essa ha numerosissimi attraversamenti speciali, che si possono così riassumere:

Ferrovie dello Stato	N.	9
Ferrovie secondarie e Tramvie	»	15
Strade di prima classe ed autostrade	»	9
» provinciali e comunali importanti	»	30
Linee telefoniche e telegrafiche di Stato	»	35
» » di Società concessionarie	»	42
» » private	»	20
» elettriche alta tensione	»	79
» » bassa »	»	26
Teleferiche permanenti	»	5
Corsi d'acqua importanti	»	17
Totale	N.	287

partendo dal cuore delle Alpi Tridentine, ed ha portato ad una soggezione non piccola nel calcolo dei pali e dei conduttori.

La campata normale si tenne di 300 m; ma non sono poche quelle che superano i 500 m, ed una — quella a cavaliere della Vallarsa — raggiunge 933 m. La campata sull'Adige è lunga 456 m con 215 m di dislivello.

Sono praticati cinque sezionamenti — tre su palo e due in cabina — in modo che la linea risulta divisa in sei tronchi di circa 40 km.

Sono pure praticati cinque incroci (ciascuno ottenuto su due pali speciali) in modo da avere — fra Cardano e Cislago — due rotazioni complete delle fasi.

Delle due palificazioni previste, per ora venne montata solo una; sono in corso i lavori per il raddoppio fra Cardano e Lavis.

IV) Elementi informatori del calcolo meccanico.

a) *Conduttori.*

Nella scelta del conduttore si dovette anzitutto tenere conto dell'effetto corona che con distanza minima di 7,25 m in un piano orizzontale, imponeva un diametro intorno ai 25 mm.

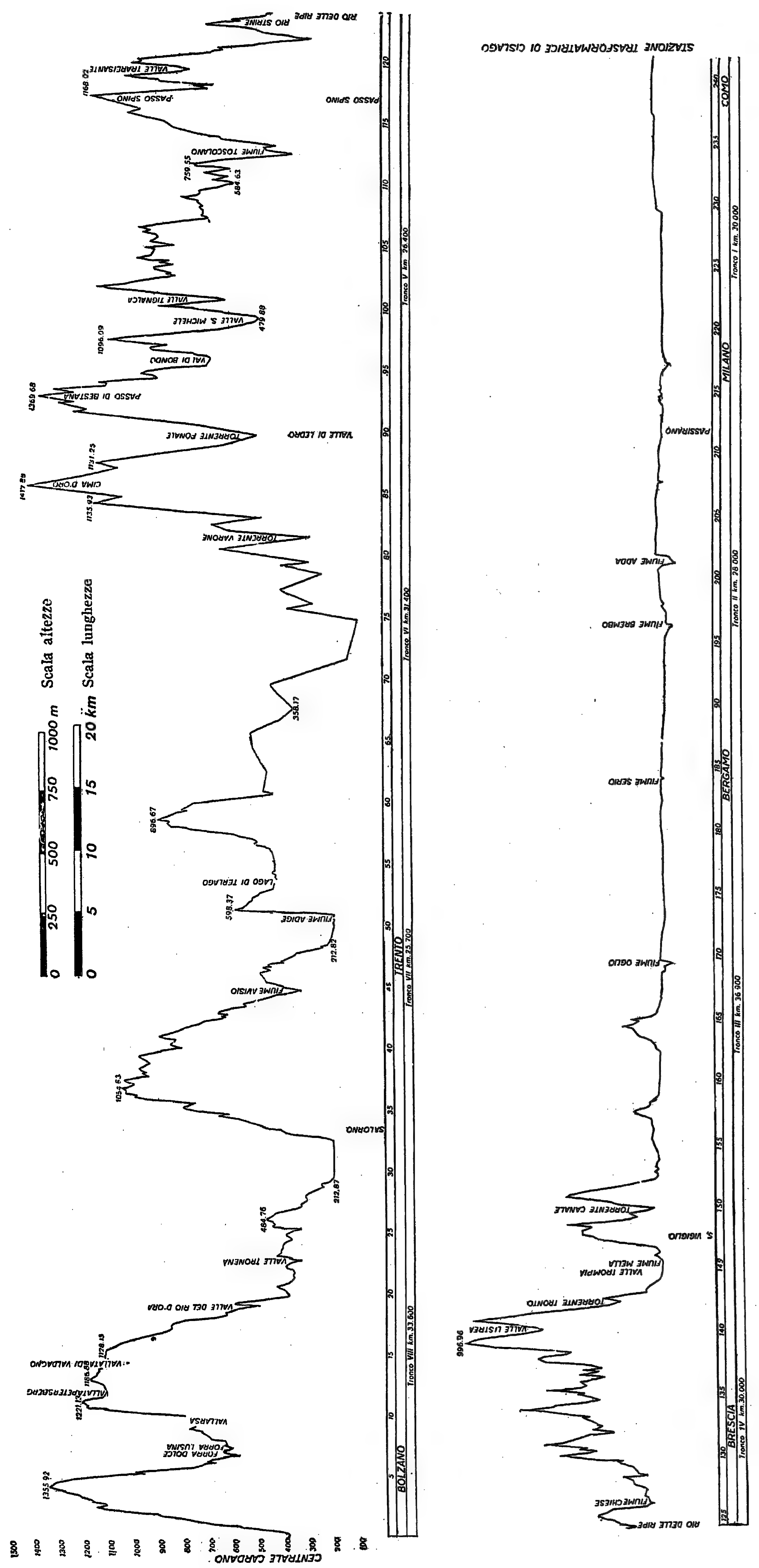


Fig. 2. - Profilo.

I conduttori adottati sono la treccia alluminio-acciaio per il tratto da Cardano al fiume Oglio e l'alluminio lega 3 (Aldrey) per il tratto rimanente.

La *treccia alluminio-acciaio* è già da lunghi anni usata per le trasmissioni ad alta tensione e — dopo le primissime prove non tutte fortunate — il suo impiego non ha dato luogo ad inconvenienti. Non considerando — agli effetti elettrici — il contributo dell'anima d'acciaio, a parità di conduttività con la treccia rame occorre una sezione di alluminio circa 1,60 volte maggiore. Per quanto riguarda, invece, la resistenza meccanica, si è — nei calcoli — seguito il concetto americano di fare intervenire entrambi i componenti.

L'alluminio lega 3, *o Aldrey*, appartiene alla famiglia delle leghe ad alto tenore di alluminio (98,5÷98,8 %) e basso tenore di magnesio (0,6 %), silicio (0,4 %) e ferro; con una successione di trattamenti termici a temperature determinate si agisce sulla conducibilità e sulla resistenza alla rottura fino al loro valore ottimo, che si aggira rispettivamente in 3,3 microhm/cm e in 31 kg/mm². Questo tipo di conduttore è stato adoperato da qualche anno con buon esito in Svizzera ed anche i tecnici tedeschi vi si vanno favorevolmente orientando. I timori affacciati circa le possibili corrosioni sembrano infondati. Nonostante la sua recente introduzione sul mercato, pertanto, se ne decise l'adozione almeno in parte del tracciato. L'esito di questa prima prova potrà essere prezioso per l'avvenire.

I conduttori scelti hanno le seguenti caratteristiche:

1) Treccia alluminio acciaio del tipo 636000 C. M. della Aluminium Co. of America ma costruita in Italia, costituita da 54 fili di alluminio e 7 fili acciaio da 2,76 mm; sezione complessiva 365 mm², equivalente a 200 mm² di rame; peso per ml 1,217 kg; modulo d'elasticità fittizio $E = 8050$ kg/mm²; coefficiente termico fittizio di dilatazione lineare $= 19,7 \times 10^{-6}$; carico di rottura 10000 kg; diametro esterno 24,8 mm.

2) Treccia alluminio lega 3 (Aldrey), pure di fabbricazione italiana e costituita da 61 fili da 2,82 mm; sezione complessiva 380 mm² equivalente a 200 mm² di rame; peso per metro lineare 1,06 kg; modulo d'elasticità $E = 6400$ kg/mm²; coefficiente termico di dilatazione lineare $= 23 \times 10^{-6}$; carico di rottura 11400 kg; diam. esterno 25,4 mm.

In relazione a questi valori si fissarono le massime sollecitazioni dei conduttori nelle peggiori condizioni e precisamente si prescrisse che, con un sovraccarico di neve di kg 2 al metro lineare ed alla temperatura di 0° C il tiro totale non superasse kg 3600 per l'alluminio-acciaio e kg 3800 per l'Aldrey.

Si hanno così dei coefficienti di sicurezza intorno a tre, che sono sufficientemente prudenziali.

Il sovraccarico di 2 kg di neve al metro è attendibile nella regione che si attraversa con la linea; non è da escludere la possibilità — per alcuni tratti — di sovraccarichi maggiori, ma il margine di sicurezza prefissato è tale da lasciare tranquilli anche di fronte a questa eventualità.

Le sollecitazioni del conduttore vennero poi verificate alla condizione della minima temperatura (—20° C) e del massimo

vento (120 kg per m^2 di superficie piana); per le campate corte (minori di 150 m) quest'ultima condizione è la più sfavorevole.

Per rispettare la distanza minima da terra (che si fissò in m 8) si dovette poi determinare la freccia massima che risultò, normalmente, quella alla temperatura di $+ 40°$ C.

Dopo vari tentativi si fissò in 300 m la campata normale, come quella più conveniente per il tratto in montagna; e in 250 ÷ 260 m quella per il tratto in pianura, dove sono più numerosi gli attraversamenti.

La dislocazione dei sostegni sul profilo si fece con il solito sistema delle dime paraboliche in celluloide. Invece, per la compilazione delle tabelle di posa si impiegò un nuovo metodo esatto, basato sulle funzioni iperboliche, che all'atto pratico risultò sufficientemente rapido (1).

N.B. – Notiamo che, per l'alluminio-acciaio, si era già, fin dall'inizio degli studi, verificato che le sollecitazioni nei due metalli componenti fossero contenute in limiti accettabili. Come si sa, infatti, (Vedi: Ing. F. Neri, « Calcolo meccanico dei conduttori bimetallici », *L'Energia Elettrica*, dicembre 1927), nelle treccie bimetalliche — nelle quali i due metalli hanno coefficienti di allungamento termico differenti — ogni variazione di temperatura fa variare la distribuzione delle sollecitazioni fra i due componenti. Precisamente l'alluminio viene maggiormente sollecitato alle basse temperature e l'acciaio lo è di più alle alte. La questione non è ancora molto chiara, dipendendo sopratutto dalle modalità di cordatura del conduttore e dalla temperatura a cui si compie tale operazione. Da calcoli sufficientemente approssimativi risulterebbe che nel caso in questione si è in ottime condizioni.

b) *Treccie di guardia.*

La più recente letteratura tecnica insiste unanime sui benefici effetti della adozione delle treccie di guardia, le quali sembrerebbero vantaggiose per le altissime tensioni, più che per le tensioni medie.

Fatta una inchiesta presso le Società Americane esercenti linee a 220 kV, la risposta è stata generalmente favorevole alle treccie di guardia; ed anzi, in una linea dove esse vennero montate in un secondo tempo, si sono dimostrate il solo mezzo per assicurare la continuità del servizio, che prima non era assolutamente possibile.

Venne quindi decisa l'adozione di due treccie di guardia, che trovano ottima sistemazione sul cappello del palo a traliccio studiato, ed anche bene si possono fissare sui portali in cemento.

Si scelse treccia da 70 mm^2 a 19 fili di acciaio zincato da 120 ÷ ÷ 140 kg/mm^2.

c) *Pali.*

1) Venne decisa per il tratto in pianura fra il fiume Oglio e Cislago, l'adozione di *portali in cemento armato centrifugato.* Questa decisione venne presa sia per la convenienza economica (non grande a vero dire) rispetto ai sostegni in ferro, sia per la maggiore facilità degli espropri dato il minor spazio occupato. L'esperienza italiana di 6 o 7 anni, e quella estera superiore al decennio, rendono tecnicamente tranquilli sull'impiego di questi pali, per i quali d'altronde vennero imposte condizioni di calcolo sufficientemente prudenziali.

Le figure 3 e 4 rappresentano il portale normale previsto per campata di 260 m con altezza del conduttore da terra di m 8 per l'alluminio acciaio e metri 9,30 per l'alluminio lega 3. Il portale ha una altezza fuori terra di 19 metri; i montanti sono interrati per due metri ed hanno un diametro di 57 cm in base e di 30 cm in testa; la traversa, lunga 15 m, ha un diametro di 33 cm. I montanti sono calcolati per resistere, con coefficiente di sicurezza 3, ad uno sforzo in testa di 1250 kg, che corrisponde a metà dello sforzo massimo al quale deve lavorare il portale.

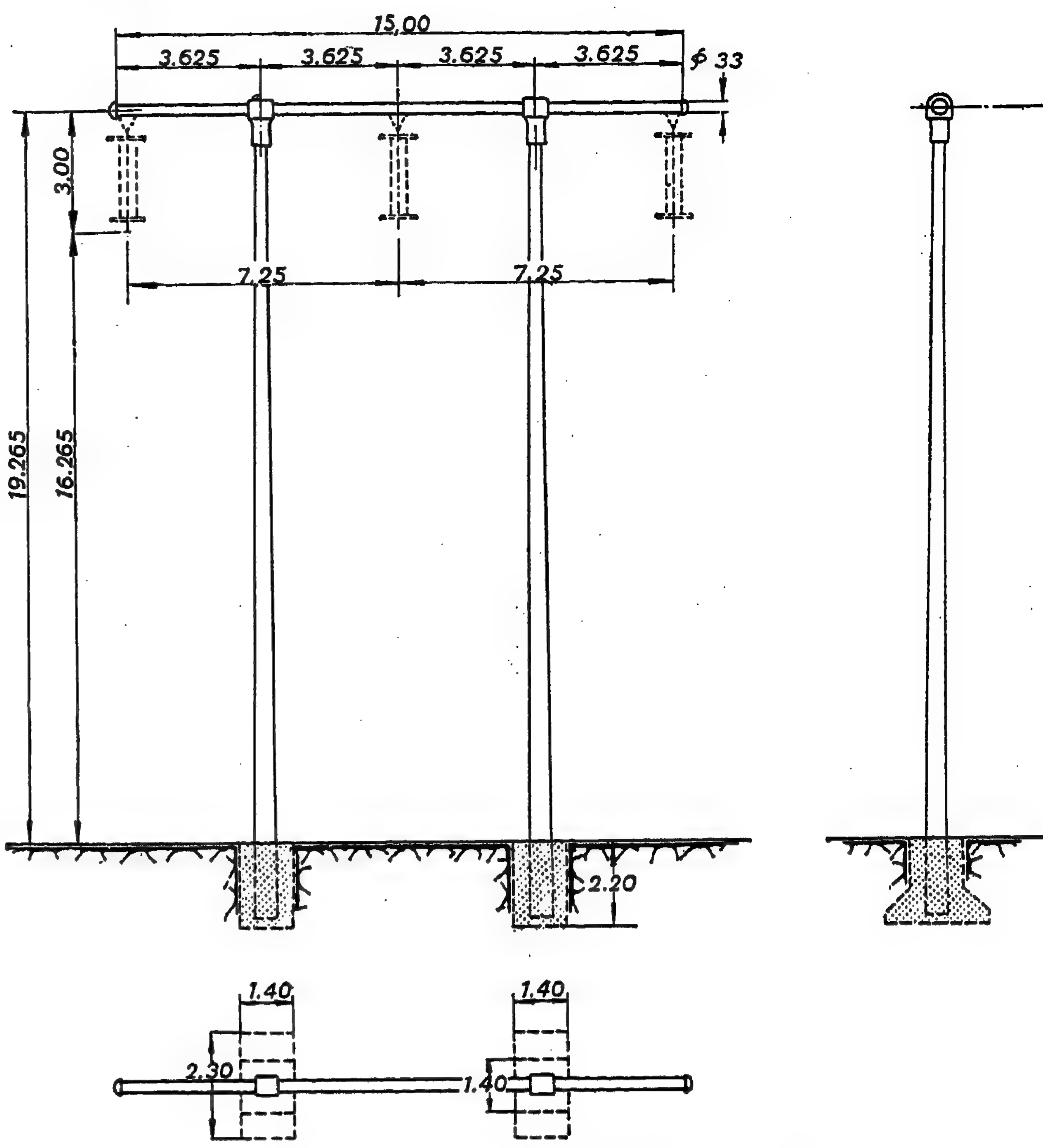


Fig. 3. - Portale normale in cemento centrifugato.

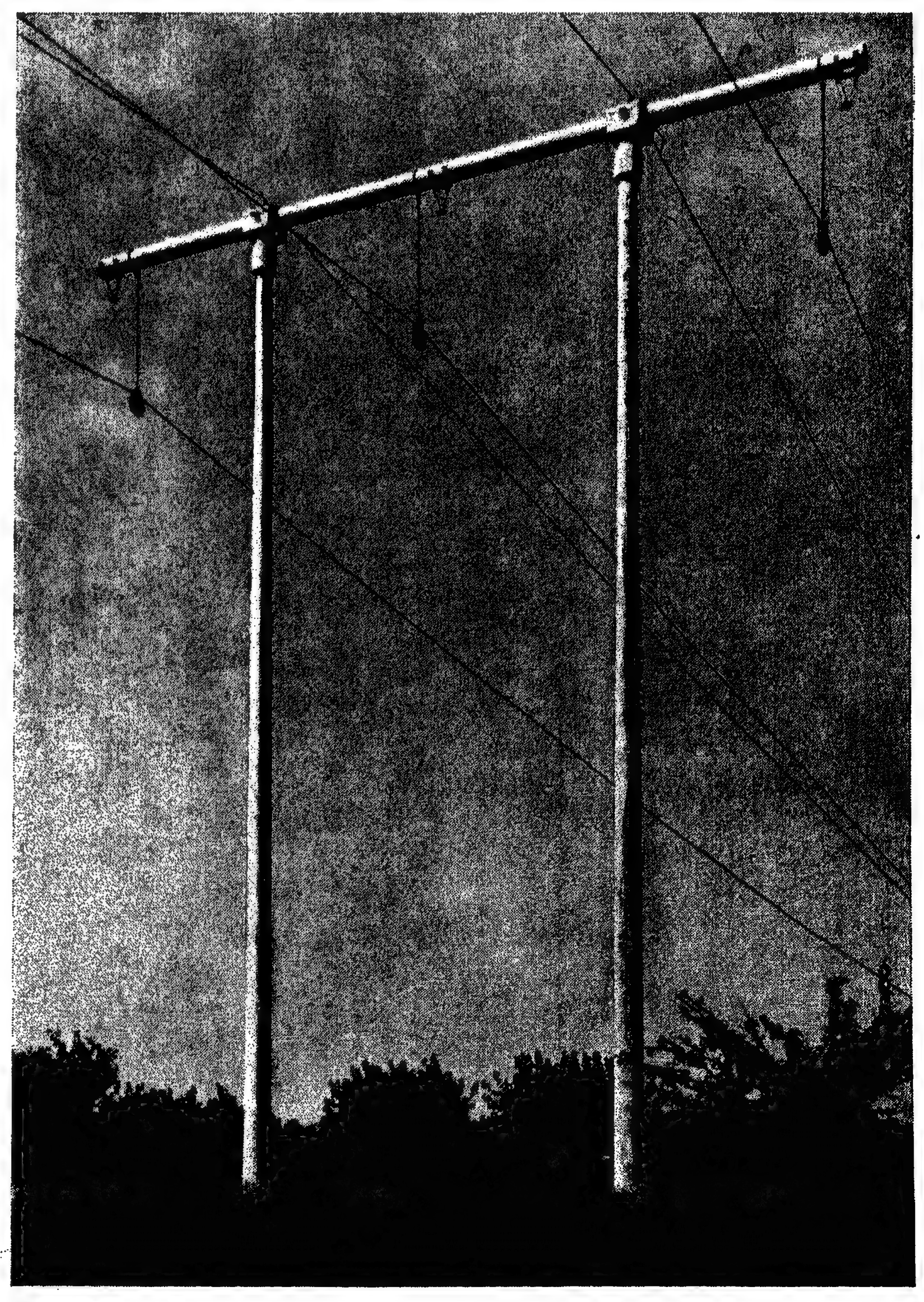


Fig. 4. - Portale normale in cemento centrifugato.

(1) V. ing. G. Silva. - Contribution à l'étude mécanique des lignes aériennes - Confer. Intern. des Gr. Réseaux - 1929.

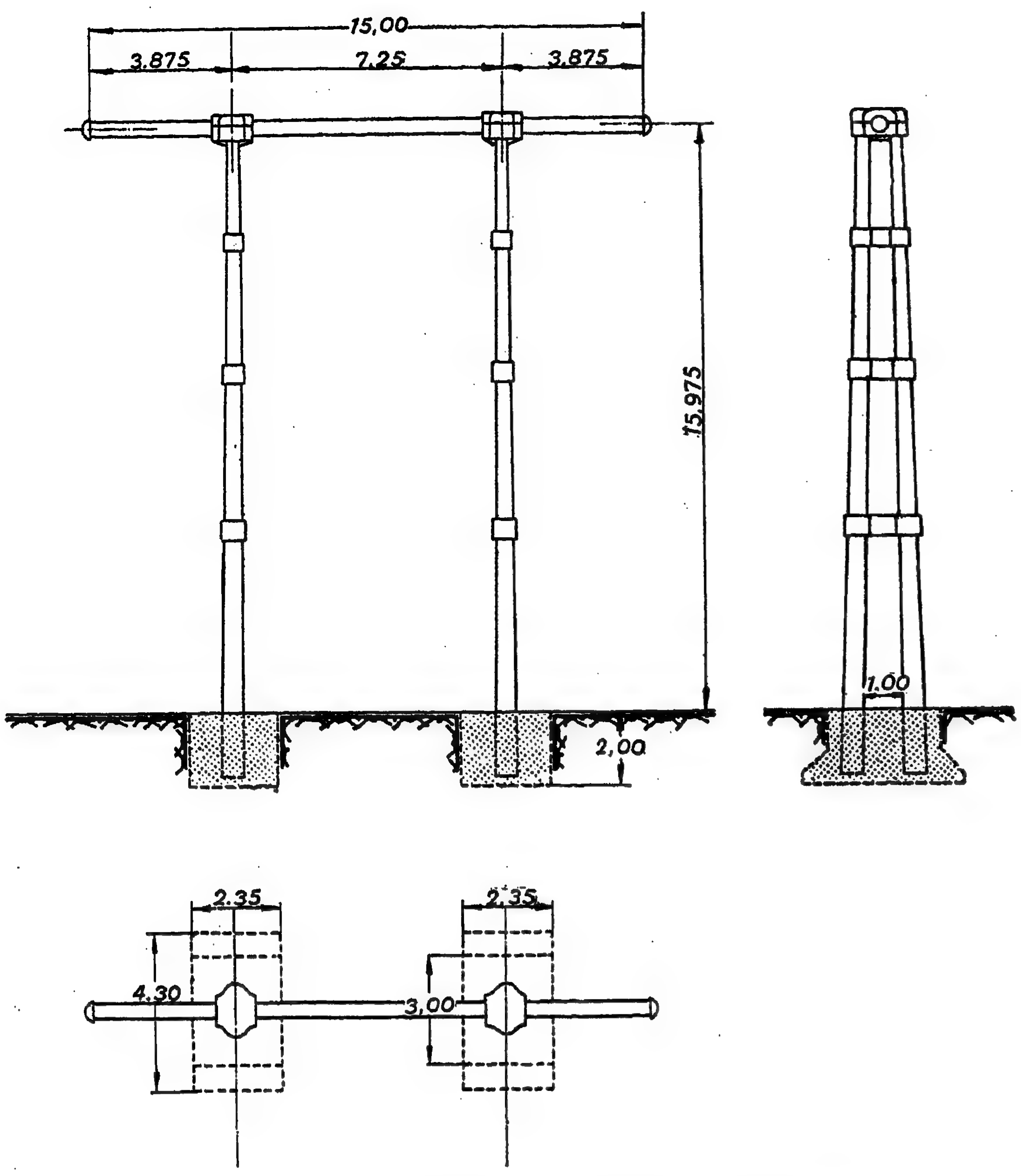


Fig. 5. - Portale d'angolo in cemento centrifugato.

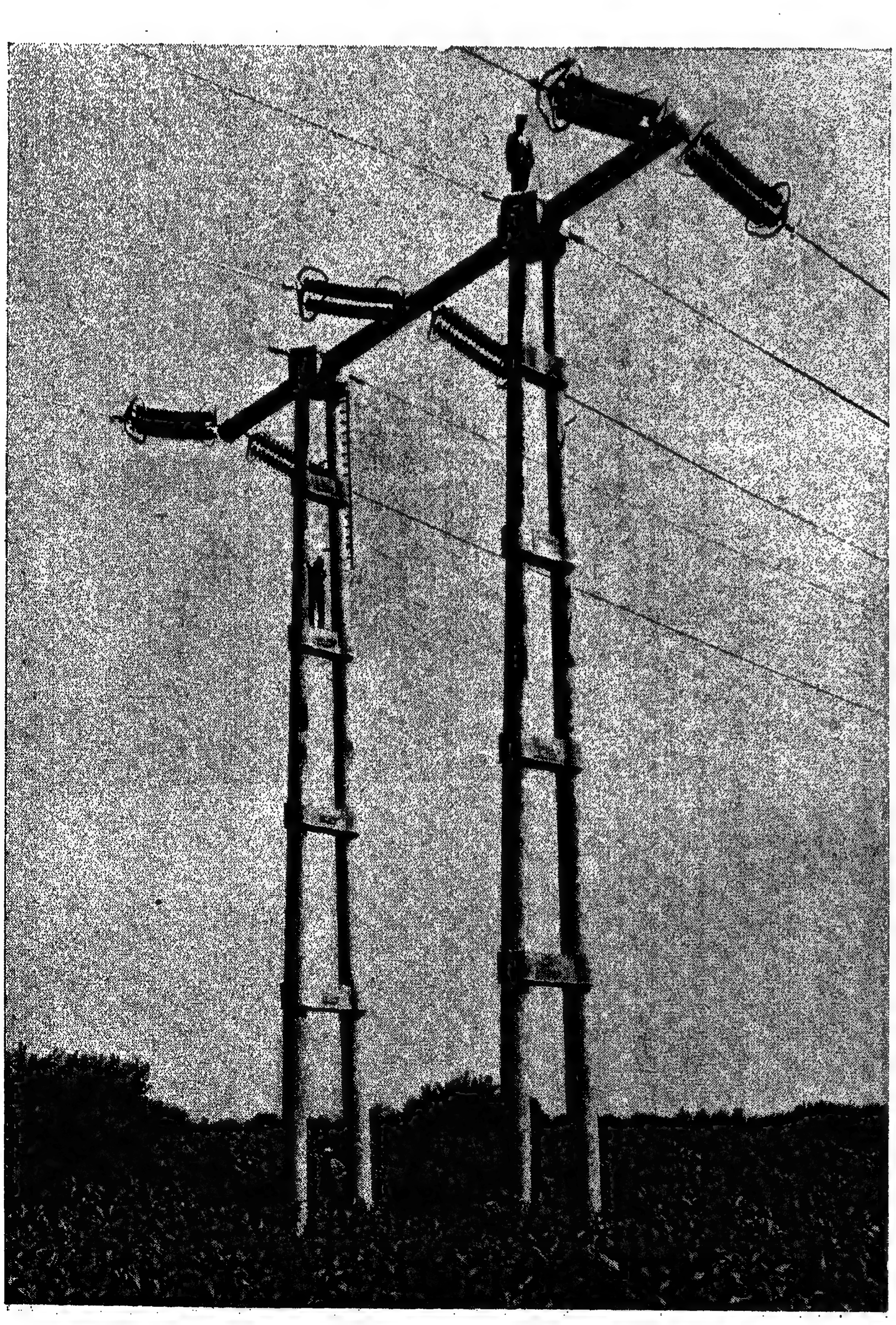


Fig. 6. - Portale in cemento centrifugato con pali abbinati.

Il peso di ogni montante è di 6000 kg.; la traversa pesa 2600 kg.

L'acciaio impiegato nei pali ha le seguenti caratteristiche:

carico di rottura	85 kg/mm²
carico al limite elastico	65 »
allungamento su barrette lunghe 10 diam.	12÷18 %

Per il calcestruzzo centrifugato ed avente una dosatura nella proporzione di ⅓ in peso, e tenuto conto della tripla spirale in ferro dolce avvolgente i tondini, si può ammettere un carico di rottura alla compressione di 500 kg/cm².

Il calcolo dei singoli elementi costruttivi venne fatto in base alla nota rigorosa prescrizione regolamentare italiana dell'esclusione degli sforzi di tensione nel beton e seguendo il metodo grafico del Prof. C. Guidi (« Appendice sulle costruzioni in cemento armato », ed. 1920, pag. 93).

Il volume della fondazione del portale normale è di circa 6,7 m³ di beton per montante, per un coefficiente di stabilità di 1,35 senza tenere conto dell'azione della terra.

Notevoli fra i pali speciali sono quelli a quattro gambe (vedi figg. 5 e 6) utilizzati sopra tutto per alcuni attraversamenti ferroviari, telefonici e telegrafici.

Nel tratto di circa 72 km vi sono 290 portali di vario tipo e 15 pali in ferro, per gli attraversamenti di linee elettriche richiedenti sostegni più lunghi di 26 m, che è la lunghezza massima costruita sinora.

2) Per il resto della linea si adottarono *sostegni in ferro*, il cui studio fu molto lungo e laborioso.

La scelta cadde sul tipo a cavalletto con i conduttori in un piano orizzontale, la faccia perpendicolare alla linea a lati paralleli e l'altra faccia a lati concorrenti e con membrature sciolte da bullonarsi sul posto. Data la base molto larga (m 7,50 fra i montanti della stessa faccia) non è necessario il fissaggio dentro a blocchi di béton, bastando la reazione del terreno dentro a cui si infilano i piedi ad assicurare la stabilità.

I calcoli si fecero per pali in profilati di ferro omogeneo avente fra l'altro le seguenti caratteristiche:

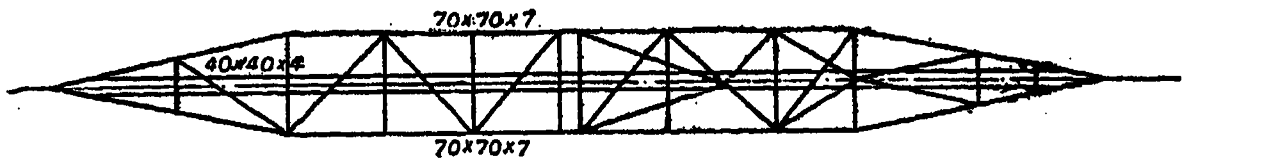
Resistenza alla rottura	37 - 44 kg/mm²
Allungamento	20 %
Resilienza	9 kgm/cm²

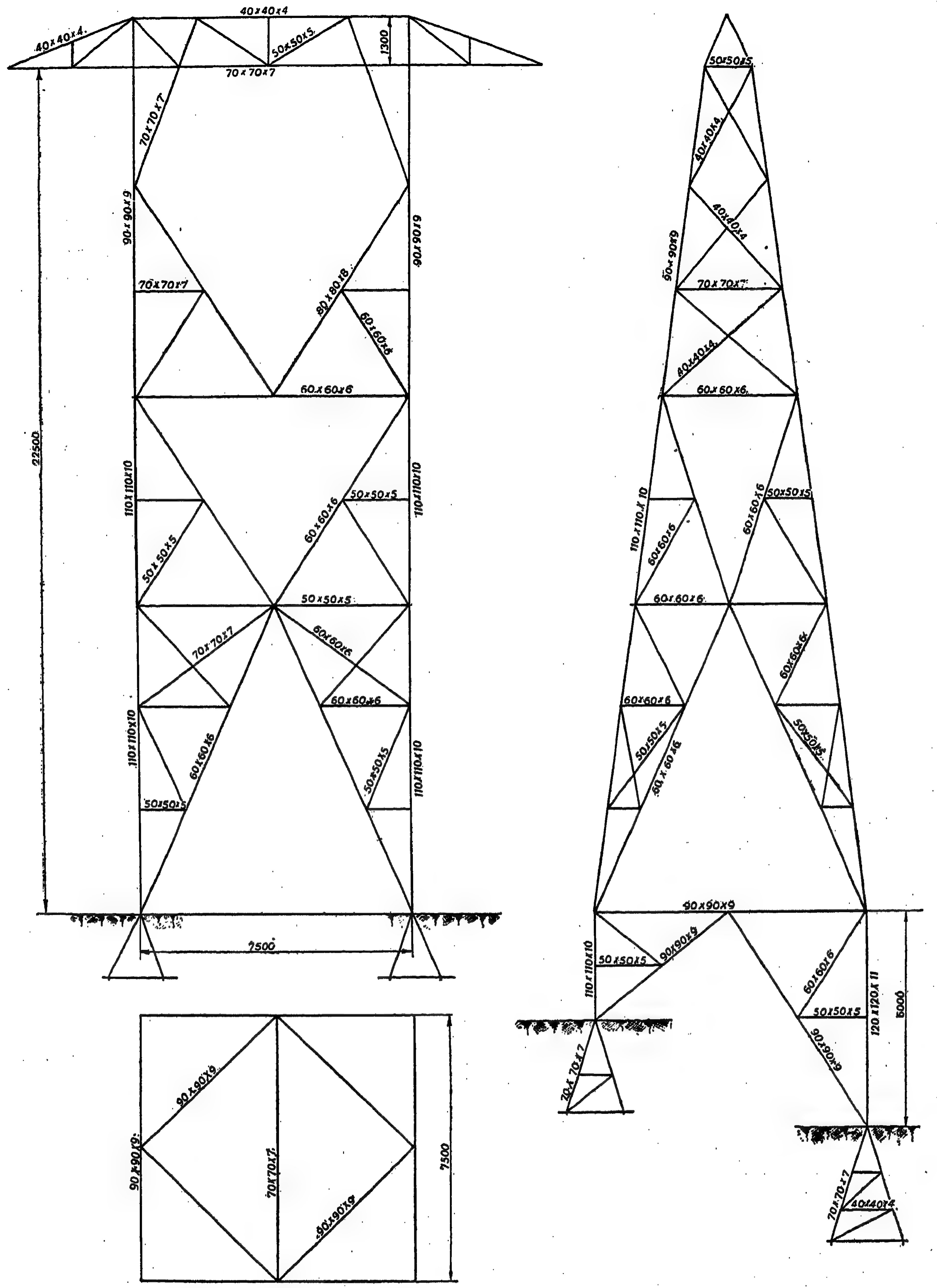
e si fissò all'uopo un capitolato di fornitura molto rigoroso.

Si era dapprima pensato ad utilizzare dell'acciaio ad alta resistenza, anzichè del ferro omogeneo, ma il vantaggio di peso risultò irrisorio essendo limitato a pochissime membrature più grosse, mentre per la massima parte — che lavora a flessopressione e nel campo di applicazione della formula di Eulero — le dimensioni per i due materiali sono le stesse. I rapporti di snellezza (rapporti fra la lunghezza libera e il raggio di girazione) vennero fissati — con un certo ardimento — in 200 per le aste principali e 300 per quelle secondarie. Limiti questi raggiunti solo in pochissimi casi.

Il palo normale venne calcolato per campate di 300 m in rettifilo, una delle quali con dislivello di 50 m; esso deve resistere, lavorando entro il carico di sicurezza (12 kg/mm²) all'azione del massimo vento sui conduttori e sul sostegno, oltre al peso proprio, a quello dei conduttori e dell'armamento ed agli squilibri di tiro che si possono verificare durante il montaggio e che — per questo tipo di sostegno — si assunsero di 1000 kg circa.

I calcoli vennero fatti con un procedimento grafico basato su semplificazioni sufficientemente attendibili per rendere le strutture staticamente determinate e precisamente si supposero soppresse certe aste lavoranti a compressione. (Si fece però anche — per un solo tipo di palo — il calcolo esatto sulla base dei lavori virtuali ed i risultati confortarono ad attenersi al calcolo grafico approssimato). Mediante vari diagrammi cremoniani — a seconda dei vari carichi agenti sul palo — si





Solo per pali con prolunghe.

Fig. 7. - Sostegno normale in ferro.

ricavarono gli sforzi agenti sulle singole membrature di cui si poterono così verificare le dimensioni.

Per la flesso-pressione si adottarono le note formule delle Ferrovie dello Stato.

Il *palo normale* alto m 23,80 pesa kg 5225 fuori terra; i 4 piedi, costituiti da un graticcio di profilati congiunti con 4 angolari ai montanti, pesano 170 kg cadauno (vedi figg. 7 e 8).

Gli *altri tipi* di pali sono: da 3°, da 15°, da 35°, da amarraggio (vedi fig. 9) e poi quelli speciali per gli attraversamenti delle FF. SS. e delle linee elettriche. Per altezze sopra i 30 m si adottò il *tipo a torre* (vedi fig. 10); uno dei più alti è quello all'uscita di Cardano e raggiunge i 50 m con un peso fuori terra di circa 24000 kg (palo ferroviario).

Ogni tipo di palo è suscettibile di essere allungato di 3 e 6 m con l'interposizione di adatti spicchi (che si sono chiamati « gambe ») (vedi fig. 11).

Il fabbisogno totale di pali in ferro, compresi quelli intercalati nel tronco di pianura, è di 542, per un peso totale inferiore a 5000 tonnellate. Di questi pali, solo 296 sono del tipo normale e da 3°; gli altri sono tutti pali d'angolo e speciali, richiesti dalle disposizioni vigenti sugli attraversamenti. Siamo dunque ben lontani dalle felici condizioni delle linee americane, in cui si hanno due soli tipi di pali, e di questi il normale rappresenta la quasi totalità.

La ripartizione e il peso dei varî tipi di palo sono indicati nella tabella.

Essendosi rinunciato ad applicare la zincatura ai pali, si stabilì di rivestirli con una mano di minio di piombo da darsi in officina e con due mani di vernice di alluminio da darsi in opera; mentre i piedi sono interrati previa un'accurata catramatura a caldo. In casi speciali i piedi stessi vennero rinchiusi in adatti rivestimenti di cemento.

I bulloni di collegamento fra le varie membrature sono trattati con una vernice speciale (Iviol).

I pali — come anche i portali in cemento — sono *messi a terra* mediante tubi appuntiti di ferro zincato, lunghi circa 2 m e di 50 mm di diametro, connessi ai ferri mediante una adatta treccia flessibile.

3) Per verificare l'attendibilità dei calcoli e sopratutto per studiare la resistenza alla torsione vennero eseguite delle *prove* sia sui portali in cemento che sui cavalletti in ferro.

a) Il portale in cemento venne piantato nel piazzale dello stabilimento in condizioni di posa normali con blocco di calcestruzzo. I tiri ed i sovraccarichi vennero stabiliti aumentando del 50 % quelli risultati dai calcoli. Dei pesi opportuni vennero applicati in rappresentanza dei carichi verticali; i tiri orizzontali invece furono applicati a mezzo funi che, con interposizione di un dinamo-

DISTRIBUZIONE SOSTEGNI IN FERRO SULLA LINEA 1ª ISARCO

Sostegni normali ..	N.	162	peso	medio	Qli	73,00	peso	totale	Qli	11826,—
» 3°	»	134	»	»	»	91,50	»	»	»	12261,—
» 15°	»	159	»	»	»	89,00	»	»	»	14151,—
» 35°	»	33	»	»	»	95,50	»	»	»	3152—
Incroci	»	10	»	»	»	100,50	»	»	»	1005,—
Sezionatori	»	6	»	»	»	120,00	»	»	»	720,—
Ferr. Sec. c/ sezion. .	»	2	»	»	»	136,50	»	»	»	273,—
Am. e Ferr. second.	»	18	»	»	»	116,50	»	»	»	2097,—
Ferrovie Stato	»	8	»	»	»	158,50	»	»	»	1268,—
Torri normali	»	8	»	»	»	162,50	»	»	»	1300,—
» TT. e TT. ...	»	1	»	»	»	187,00	»	»	»	187,—
» FF. SS.	»	1	»	»	»	311,00	»	»	»	311,—
	N.	542							Qli	48551,—

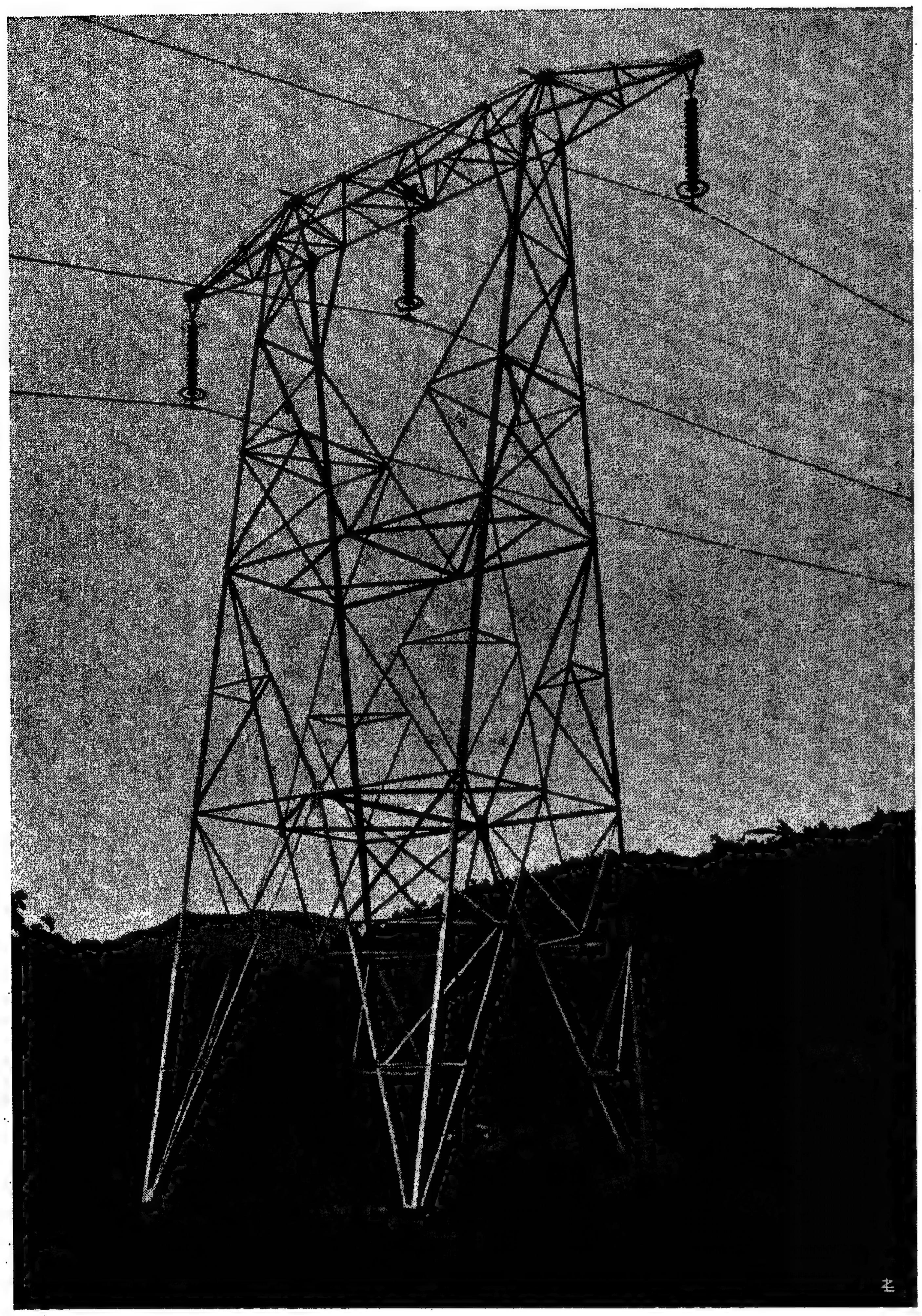


Fig. 8. - Sostegno normale in ferro.

metro, venivano tesate con paranchi fissati a terra ad opportuna distanza.

I risultati furono soddisfacenti, anche alla prova severa di un filo conduttore d'estremità rotto, essendosi ottenuto degli spostamenti di natura elastica di 50 cm all'estremo della traversa, senza spostamento alle fondazioni.

b) Per i sostegni in ferro la prova si fece su un cavalletto del tipo normale allungato di 6 m; esso fu eretto in un piazzale dell'officina costruttrice con piedi di fondazione normali. Per il rimando delle funi che, fissate a vari nodi, dovevano rappresentare le azioni orizzontali sia nel senso della linea che in quello ad essa normale, furono adoperati dei castelli di legname, distanti dal palo rispettivamente 45e 35 metri.

Per la misura degli spostamenti delle estremità del palo si applicarono alla traversa delle stadie centimetrate, verticali ed orizzontali, traguardate a mezzo di due tacheometri. I movimenti dei piedi di fondazione furono controllati mediante croci di fili metallici, posti all'altezza della piastra collegante il piede con il montante. Nella prima prova furono applicati a varie aste degli estensimetri, che però non diedero risultato soddisfacente.

I risultati delle prove confermarono che il sistema di calcolo adottato ha portato a strutture rispondenti pienamente allo scopo; il comportamento alla torsione è stato ottimo; ed oltremodo stabili e resistenti si sono mostrati i piedi di fondazione.

Durante una delle prove, mentre si procedeva all'assestamento dei tiri orizzontali, improvvisamente la parte superiore del sostegno cedeva e si piegava. Si constatò che tale incidente era dovuto unicamente alla rottura di 4 bulloni da 1/2" colleganti il traliccio al montante. Per una svista di calcolo si era lasciato un solo bullone di collegamento anzichè due come era necessario per ogni faccia: nelle condizioni della prova esso veniva a lavorare ad oltre 40 kg/mm² e doveva quindi rompersi. Raddoppiata la sezione di taglio con l'aggiunta di un secondo bullone e riprese le prove, non si verificarono ulteriori incidenti.

Abbiamo citato questo particolare per illustrare — se pure ce ne fosse bisogno — l'utilità delle prove pratiche a conforto del calcolo.

V) Isolatori e morsetteria.

1) Per gli *isolatori* si adottò un tipo costruito in Italia che presenta caratteristiche elettriche e meccaniche soddisfacenti.

Nelle sospensioni (vedi fig. 12) si impiegarono catene di 15 elementi, che con gli anelli di protezione adottati, danno un arco sotto pioggia di circa 520 kV e quindi largamente sufficiente. Negli amarraggi si usarono catene di 17 elementi.

Per alcuni km all'inizio ed alla fine della linea il numero degli isolatori delle catene venne ridotto per creare, nei riguardi dell'isolamento, condizioni migliori alle macchine.

La resistenza meccanica garantita è di 4500 kg; ma alle prove con gli ultimi accorgimenti costruttivi non si arrivò mai a meno di 5500 kg. Tuttavia per tenere conto delle cattive condizioni in cui lavorano le catene di amarraggio, nonchè della contemporaneità delle sollecitazioni elettrica e meccanica, si sono assegnati 1300 kg per catena come limite di lavoro nelle peggiori condizioni previste dal calcolo (2 kg di neve al m).

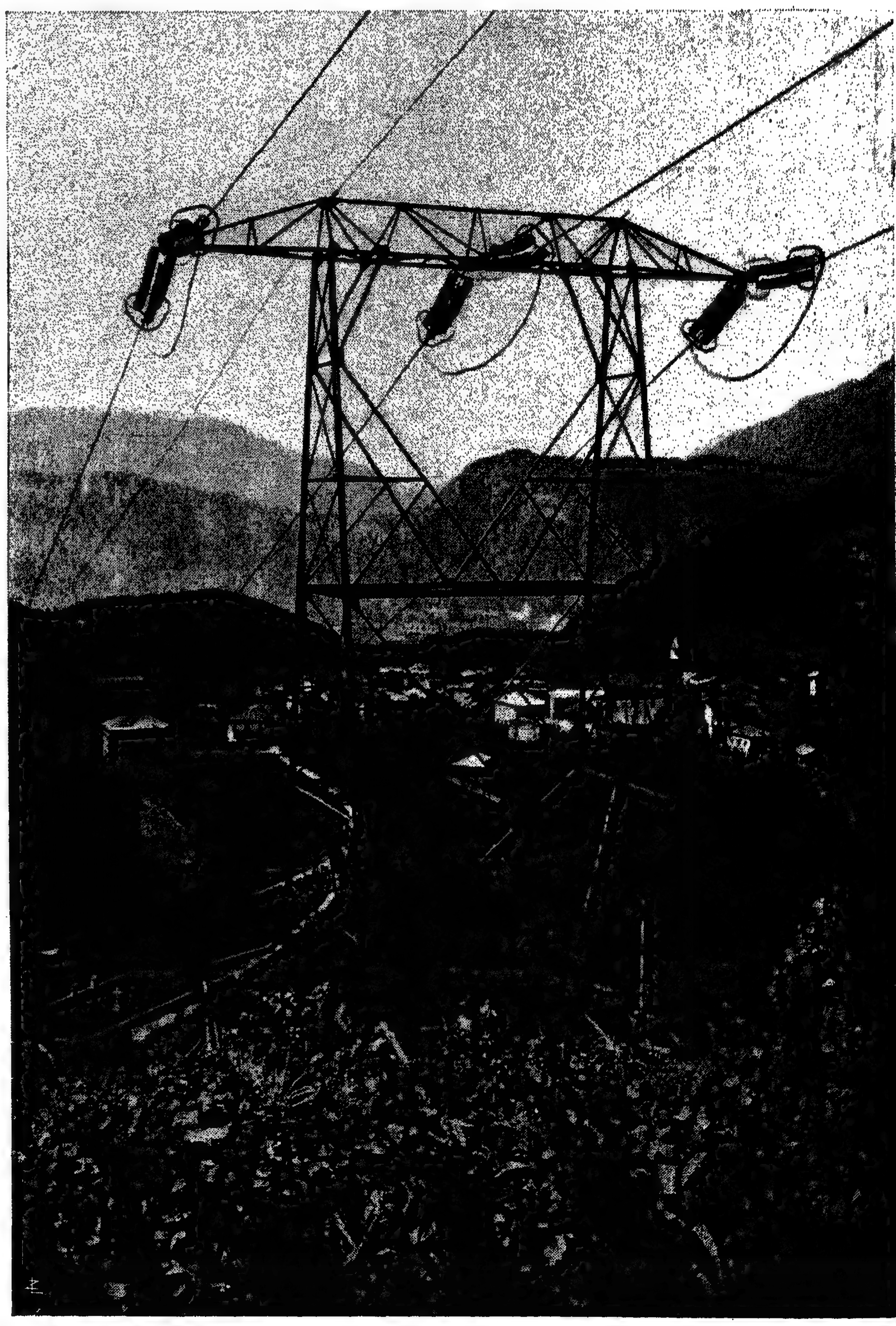


Fig. 9. - Sostegno d'amarraggio in ferro.

Da questo deriva che la quasi totalità degli amarraggi (purtroppo molto numerosi per le note prescrizioni sugli attraversamenti) sarà fatta con triplice catena (vedi fig. 13).

A questo proposito ribadiamo ancora una volta il concetto — e non vi è più bisogno di dimostrazioni — che maggiore sicurezza ad ogni effetto e notevole risparmio di spesa si otterrebbe montando negli attraversamenti catene in sospensione (eventualmente due catene in parallelo) anzichè in amarraggio.

Naturalmente in questo caso occorre determinare l'entità dell'abbassamento della catenaria, per effetto di una eventuale rottura di un conduttore in una campata adiacente. Le nuove condizioni, a regime, sono facilmente calcolabili con procedimento analitico quasi elementare ove si supponga nullo lo scorrimento del conduttore nei morsetti; le condizioni transitorie sono invece difficilmente accessibili al calcolo e per contro rilevabili alla macchina cinematografica.

Da prove eseguite con tale sussidio su una linea a 135 kV risulterebbe che l'aumento istantaneo di freccia si può valutare in circa il 135 % di quello stabile.

2) Per quanto riguarda la *morsetteria*, diremo anzitutto che è stata decisa l'adozione degli anelli di guardia, sia superiori che inferiori; quelli superiori sono in tondino di ferro da 15 mm.; quelli inferiori in tubo di ferro da 54 × 60 mm. Il diametro dell'anello per le sospensioni semplici è di 60 cm.: gli anelli sono fissati alle catene mediante pezzi sagomati opportunamente per evitare sbandamenti.

Come si sa, gli anelli, se pur diminuiscono di un poco la tensione di arco, hanno pur sempre il triplice ufficio di regolarizzare la ripartizione del potenziale fra i vari elementi della catena, di allontanare le scariche dalla porcellana e di proteggere il conduttore dagli archi. Con i conduttori di alluminio questa ultima considerazione ha molta importanza.

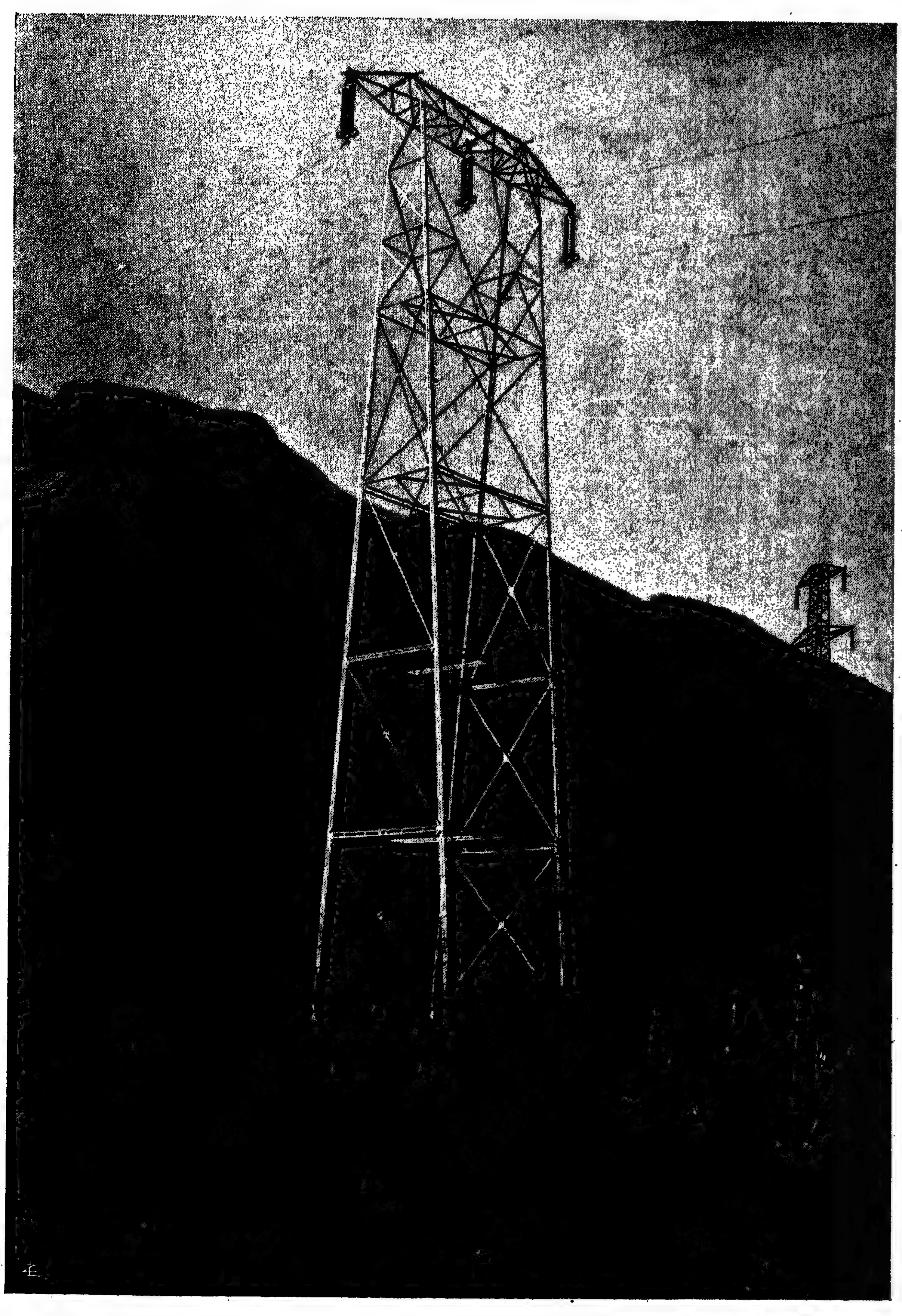


Fig. 10. - Sostegno a torre.

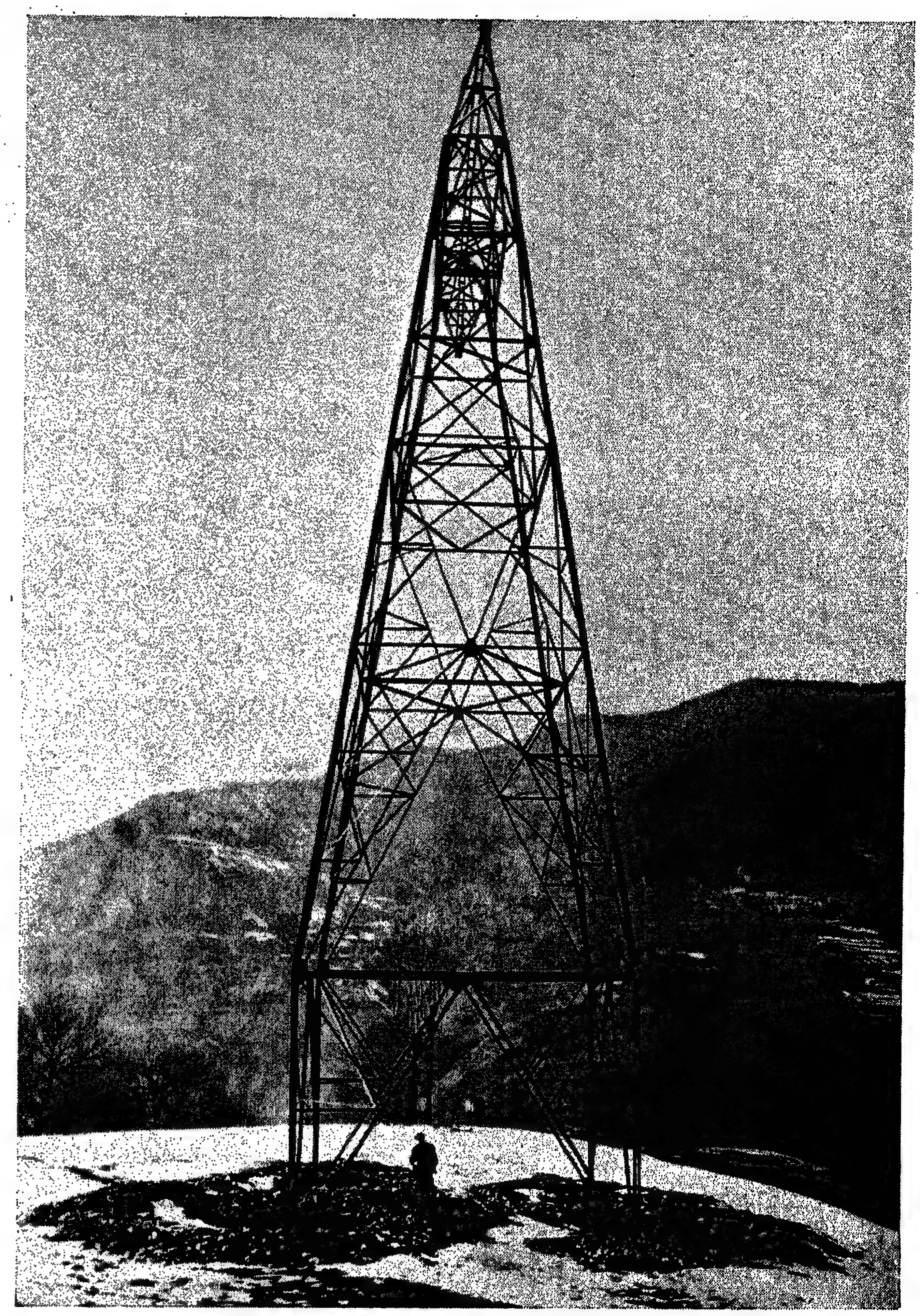


Fig. 11. - Sostegno in ferro con prolunghe.

Si rinunciò all'applicazione dell'anello intermedio, preconizzato da alcuni tecnici tedeschi, data la maggiore complicazione che esso presenta, senza che i benefici siano ancora sicuramente provati.

Riguardo ai morsetti di amarraggio ed ai giunti si adottarono due tipi; per l'alluminio-acciaio quello a compressione (V. figg. 14 e 15) molto adoperato nelle recenti linee americane, che ha il grande vantaggio della leggerezza (agli effetti delle vibrazioni del conduttore) e — per i giunti — di portare variazioni minime nel diametro della treccia, con conseguente facilità di scorrere dentro alle carrucole di tesatura. Questo tipo richiede l'uso di presse trasportabili, adatte a pressioni di 100 atmosfere.

Per l'alluminio lega 3 si adottò un tipo a coni concentrici (brevetto Vontobel) che diede pure ottimi risultati alle prove. (V. figg. 16 e 17).

Per la treccia di guardia si adottarono i giunti « ragano » già da tempo in uso nelle nostre linee.

I morsetti di sospensione sono pure in lega di alluminio (v. figura 18), in essi cura speciale venne data all'ampiezza della sede ed alla dolcezza del raggio di curvatura; lo scorrimento del conduttore (che vi è stretto, con l'interposizione di un nastro di alluminio da 1,5 mm di spessore, che si estende per circa 50 cm da ogni parte al di fuori degli estremi del morsetto) avviene solo per tiri superiori a 2000 kg.

Il resto della morsetteria è in materiale stampato o forgiato: speciale importanza assunse il « giogo triplo » per le catene di amarraggio, che si prescrisse dover resistere a 15000 kg.

Sono previsti due circuiti: uno diretto fra Cardano-Cislago-Castellanza ed uno omnibus collegante anche le varie stazioni di guardafili.

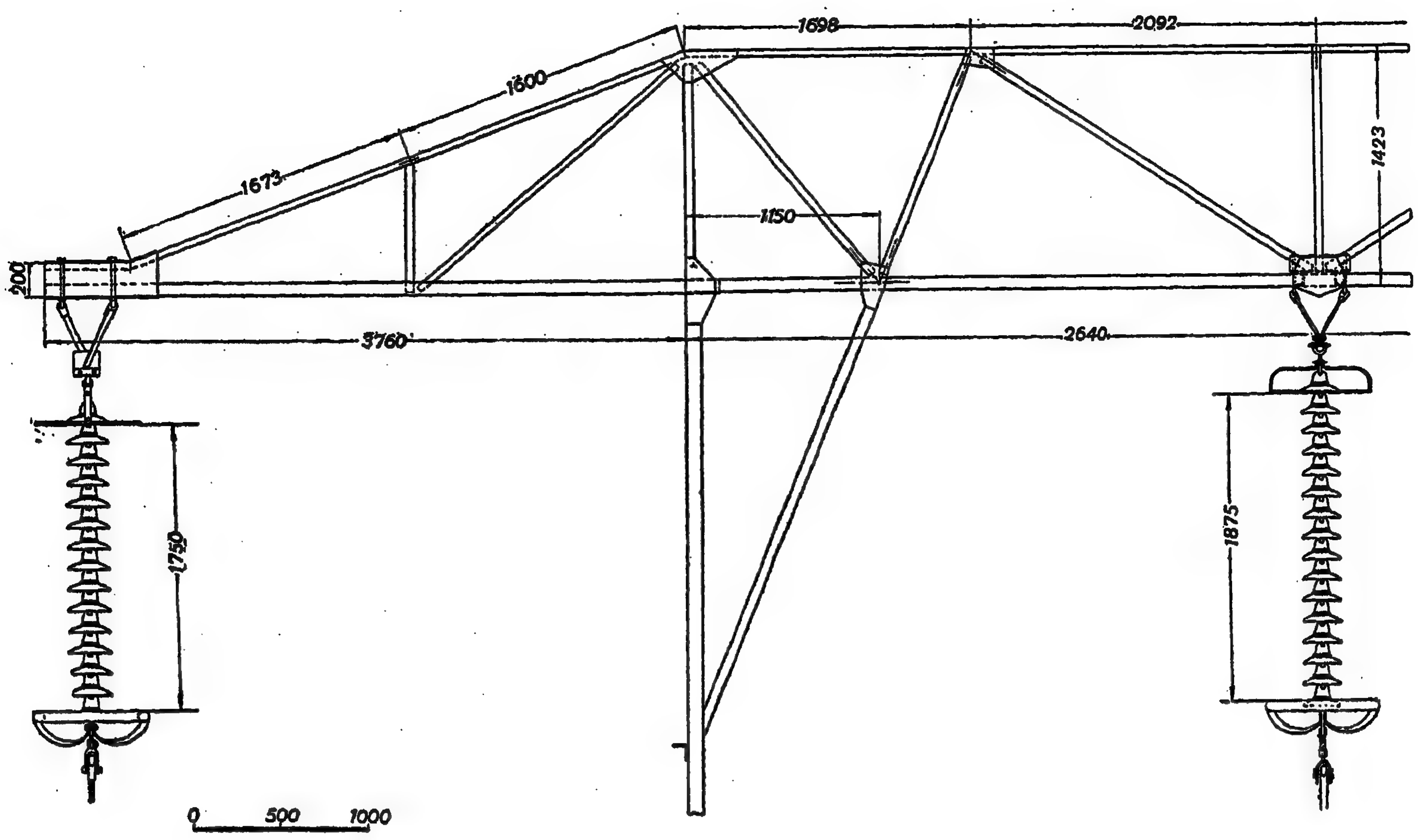


Fig. 12. - Testa del palo normale con catene in sospensione.

VI) Comunicazioni telefoniche.

Tutto lungo il percorso della linea elettrica corre — a circa 300 m di distanza media — la linea telefonica su pali in legno fino all'Oglio ed in cemento centrifugato dall'Oglio a Cislago. Per le campate speciali si usarono pali speciali in ferro Bates.

Gli apparecchi naturalmente sono del tipo protetto contro l'alta tensione (vedi fig. 19) (venne prescritta la prova dei trasformatori di sicurezza a 120000 Volt per 1').

Sono anche installate due stazioni ad onde guidate, ai due estremi, che sono pure collegati con le reti pubbliche intercomunali.

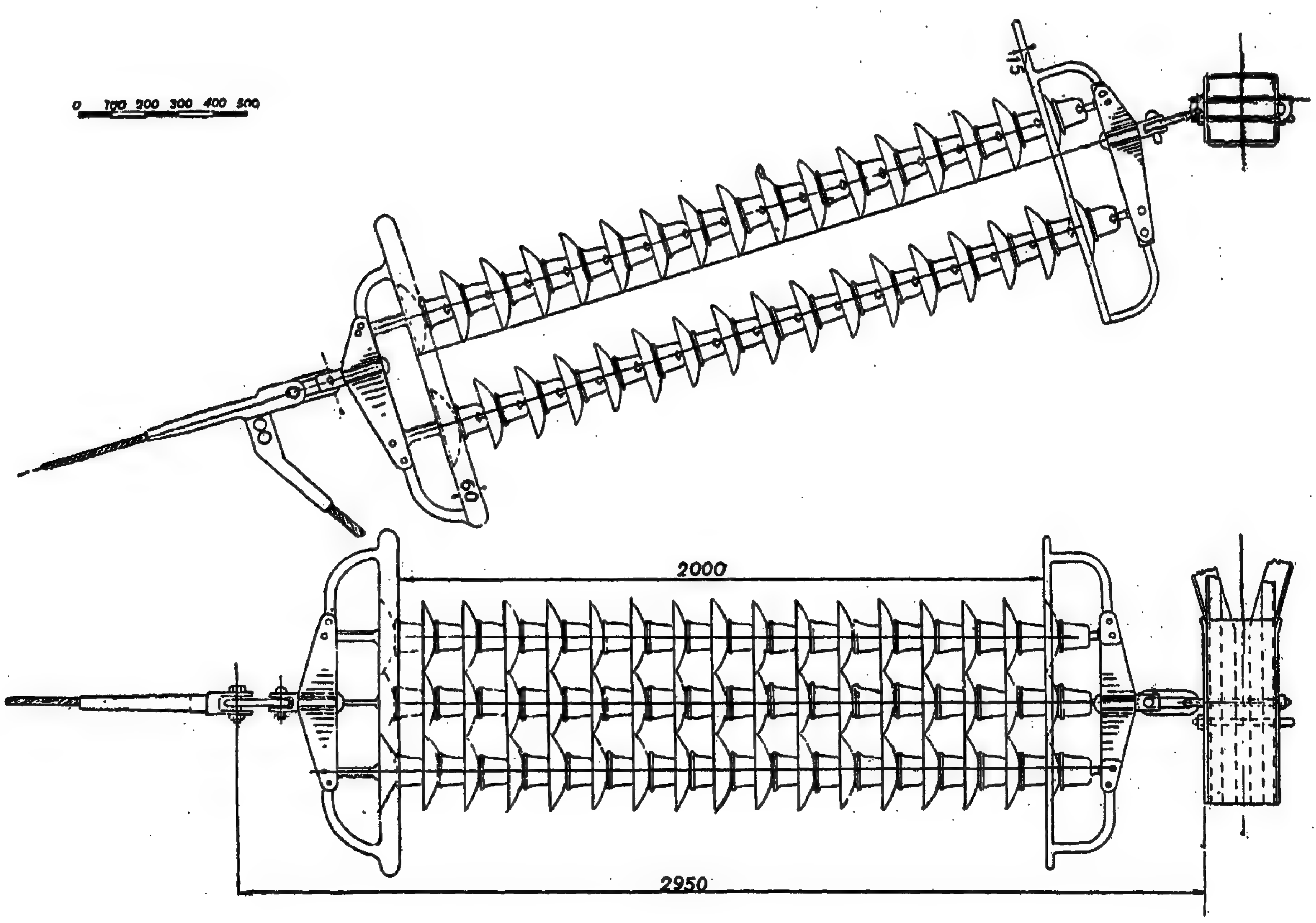


Fig. 13. - Amarraggio triplo per alluminio acciaio.

Il conduttore è costituito da una treccia bimetallica ad 11 fili, di cui l'anima centrale di rame elettrolitico da 3,2 mm e l'avvolgimento in corona di 10 fili acciaio zincato da 1,35 mm con carico di rottura globale di 1900 kg circa.

Gli isolatori sono del tipo da 10000 Volt di esercizio, con capsule e perno o gancio.

Ad ogni km è praticato un incrocio.

VII) Cenni sullo svolgimento dei lavori.

Lo studio del tracciato ed i rilievi relativi vennero curati direttamente dalla S.I.P. che provvide pure a quanto riguarda le pratiche burocratiche e le trattative per espropri e danni, e ad una parte della tesatura.

I lavori di trasporto ed erezione pali ed il resto della tesatura,

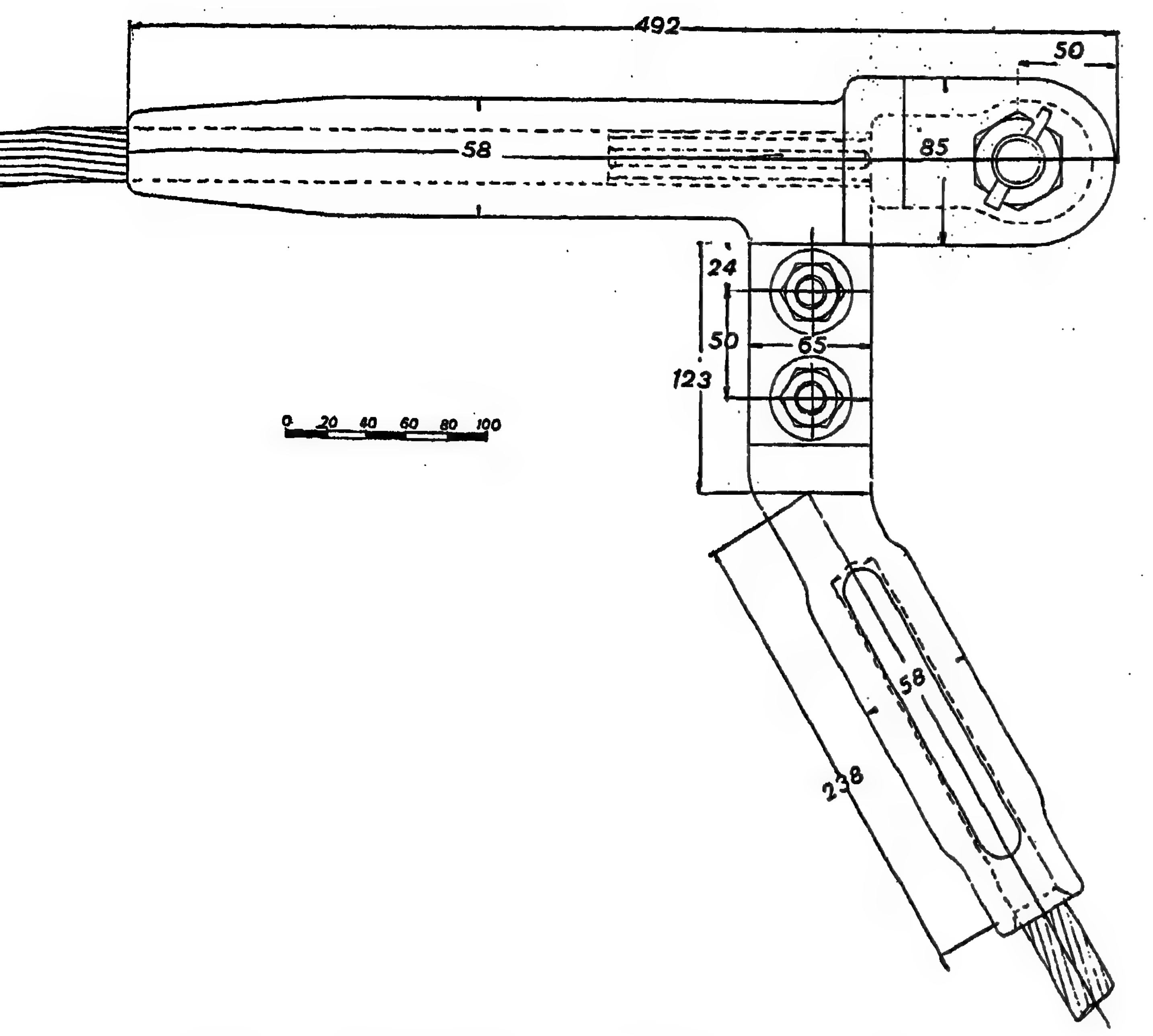


Fig. 14. - Morsa di amarraggio per alluminio-acciaio.

per la parte con sostegni in ferro, vennero affidati a quattro Imprese; mentre per il tratto in pianura i portali vennero consegnati già montati, con i conduttori tesati.

Per il tratto con cavalletti in ferro, si fece una media di 2 sostegni ogni 3 giorni per squadra di 20÷22 uomini circa: negli ultimi tempi, però, con il personale già addestrato, si arrivava a 1 sostegno al giorno.

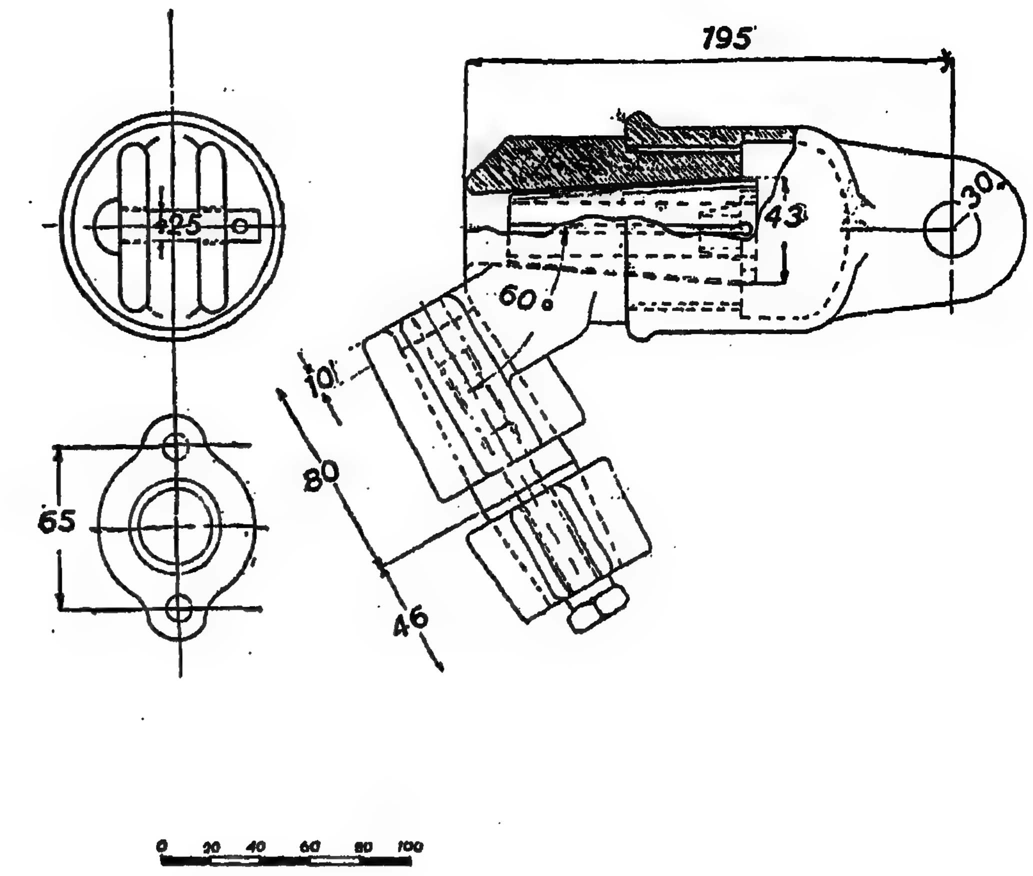


Fig. 16. - Morsa di amarraggio per aldrey.

Per il tratto in cemento si può valutare un avanzamento di oltre un portale al giorno.

La *tesatura* dei conduttori si eseguì nella quasi totalità della linea con mezzi meccanici, avendosi cura speciale ad evitare

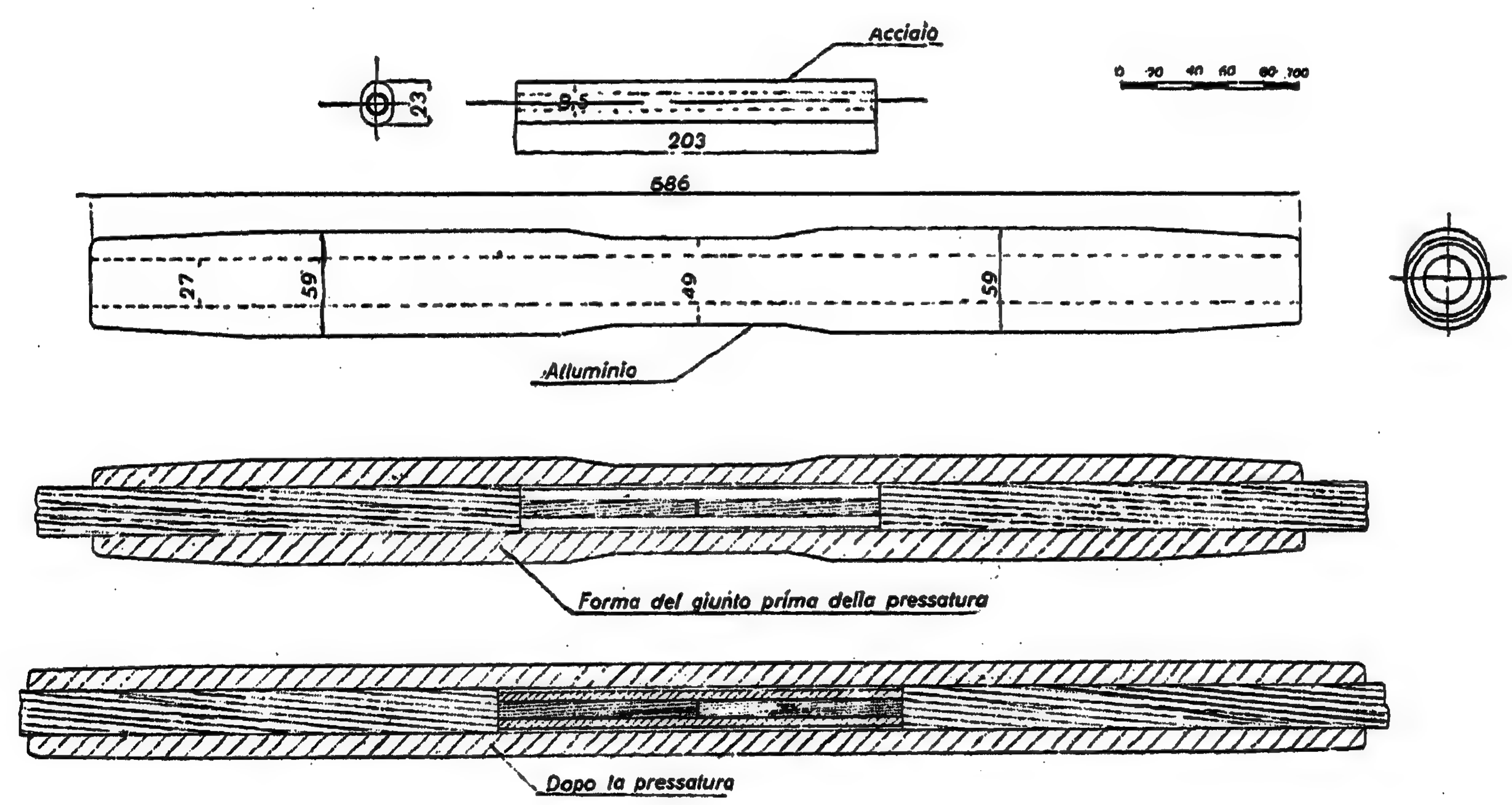


Fig. 15. - Giunto per alluminio-acciaio.

Il materiale per i pali è stato assoggettato ad un severo *controllo*, partita per partita, allo scopo di accertarne la corrispondenza al capitolato. Particolare attenzione è stata riserbata alla verifica della resilienza. Per accertare la accuratezza della lavorazione dei vari tipi di pali, si procedette saltuariamente al montaggio in officina di qualche sostegno con aste prese a caso.

Anche i portali in cemento vennero controllati in fabbrica e sul posto, prima e dopo l'erezione.

Molto severi furono pure i collaudi sui conduttori, sugli isolatori e sulla morsetteria; non sarà mai abbastanza ripetuto che la severità, perfino la pedanteria, nei controlli è condizione essenziale di successo in un lavoro.

I lavori di *erezione pali* in ferro vennero iniziati praticamente nel marzo 1929 e terminarono alla fine novembre 1929.

Le figg. 20 e 21 dànno un'idea delle modalità di lavoro.

che le treccie strisciassero sul terreno. (Le treccie di guardia si tirarono a mano).

A tale scopo la linea venne convenientemente suddivisa in tratte, lunghe al massimo 5 km, sempre comprese fra amarraggi ed aventi gli estremi ove possibile presso strade per permettere

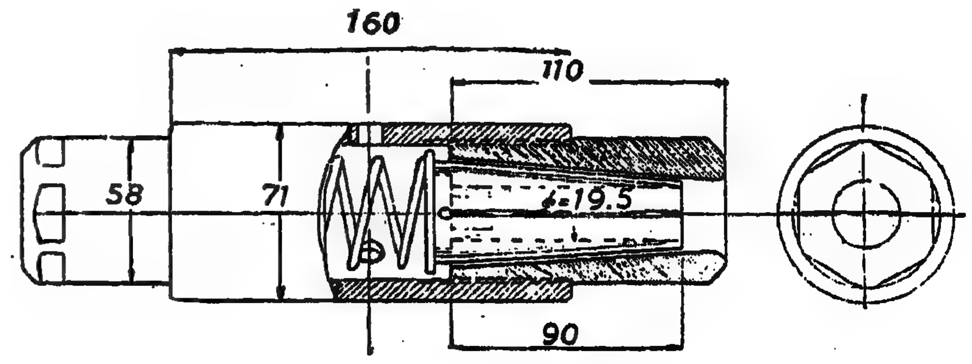


Fig. 17. - Giunto per aldrey.

il facile trasporto in luogo del conduttore montato su bobine (lunghezze medie di treccia su ogni bobina 1200 m), degli argani ecc.

Le operazioni di tesatura si svolsero come segue: Fra gli estremi delle tratte si stendeva a mano una fune di acciaio (fune di tiro) da 9,5 mm di diametro, e poi la si issava sui pali intermedi per mezzo di piccole taglie e la si infilava in apposite carrucole in duralluminio (in parte anche in legno) sospese ai sostegni stessi mediante cappi di fune metallica lunghi quanto le catene di isolatori, nelle sospensioni; e lunghi m 0,50, negli amarri intermedi.

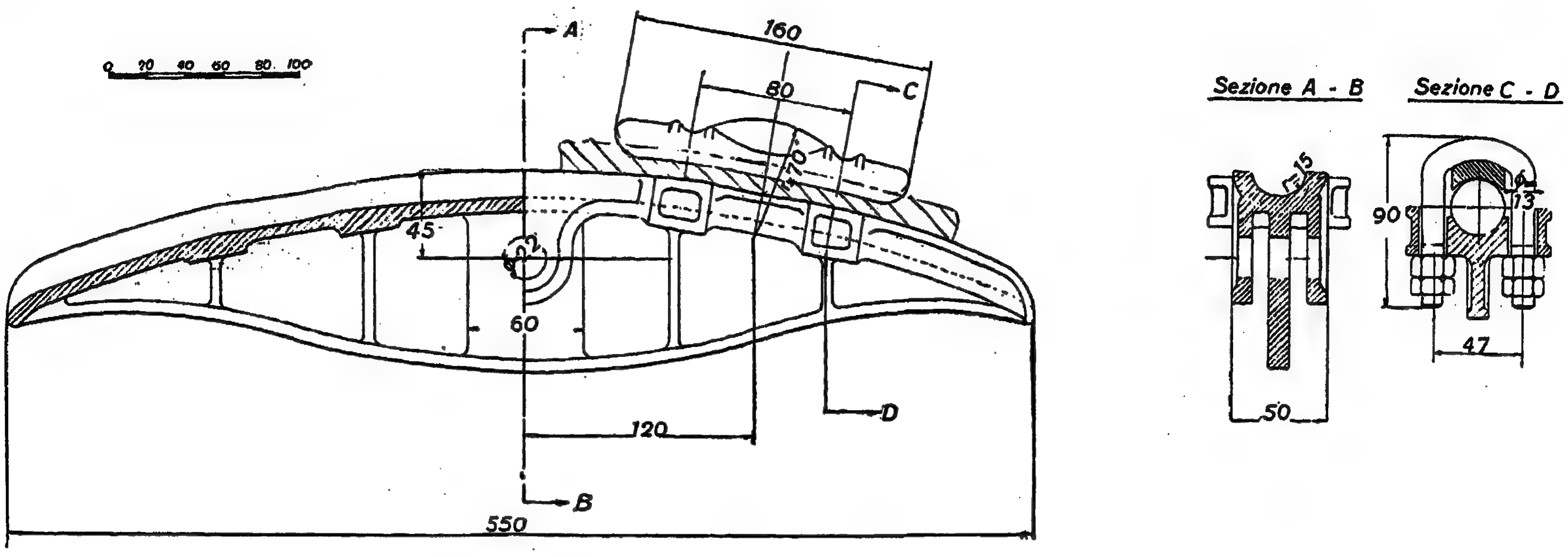


Fig. 18. - Morsa di sospensione.

Ad un estremo della fune di tiro veniva attaccato il conduttore per mezzo di adatte « calze » in fili di acciaio, che non permettevano lo scorrimento per tiri inferiori a 4000 kg.

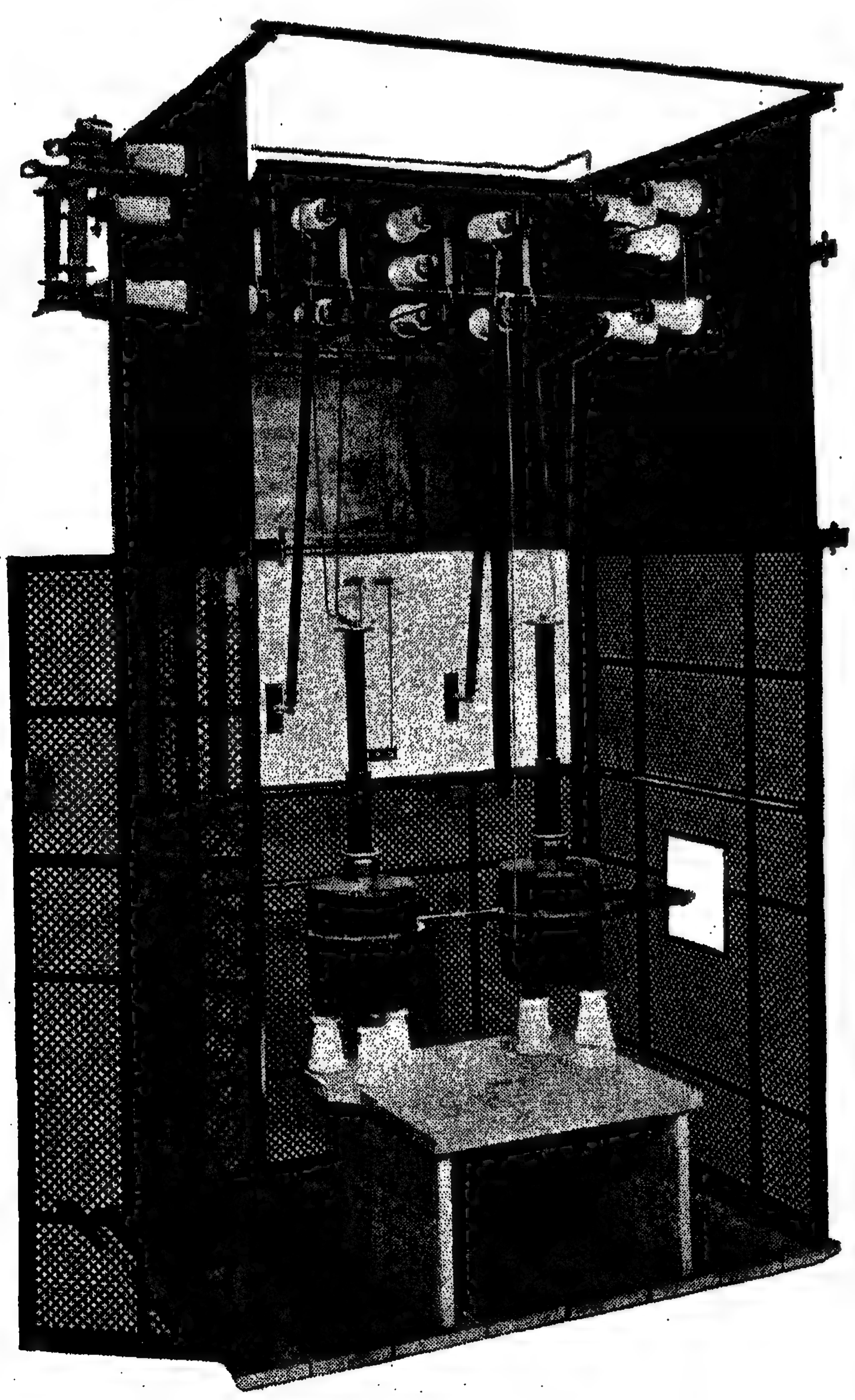


Fig. 19. - Apparecchiatura telefonica di protezione.

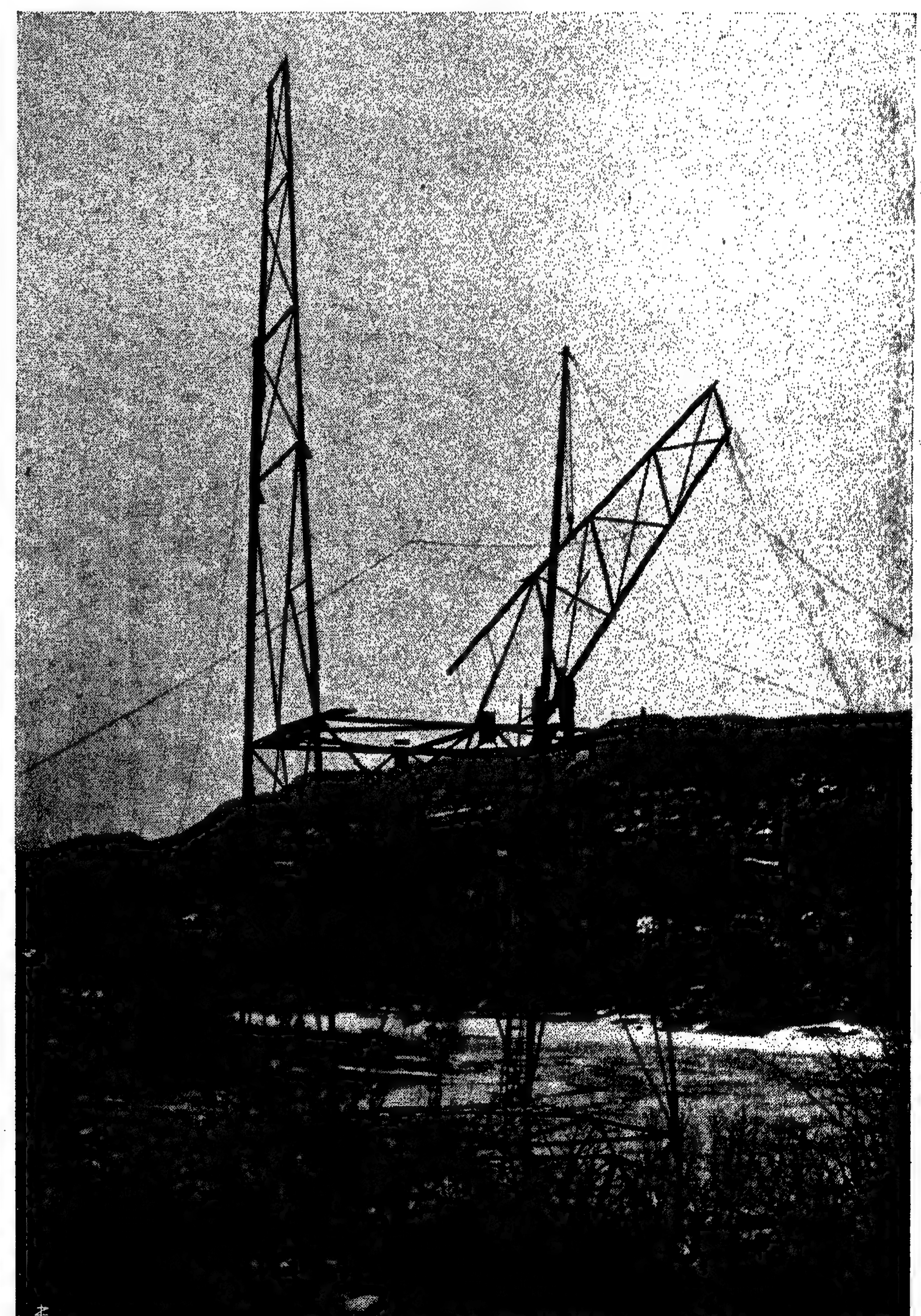


Fig. 20. - Montaggio di un palo.

L'argano veniva attaccato all'altro estremo della traente, ed il conduttore veniva così « rimorchiato » (svolgendolo dalla bobina che era posta all'altro estremo e montata su trespolo con apposito freno) sempre restando sollevato da terra (v. figg. 22 e23).

Gli argani (azionati da trattori a nafta) hanno le caratteristiche seguenti:

capacità del tamburo: m 5000 di fune acciaio, da 9,5 mm, su 27 strati;

sforzo di trazione sullo strato esterno: 2000 kg.

velocità di marcia: 6-12-24 e 48 m/1' calcolate sul tamburo nudo.

Per la confezione dei giunti fra le varie bobine di conduttore, si doveva :

a) fermare tempestivamente l'argano (mediante avviso telefonico) prima che il conduttore fosse svolto completamente dalla bobina ;

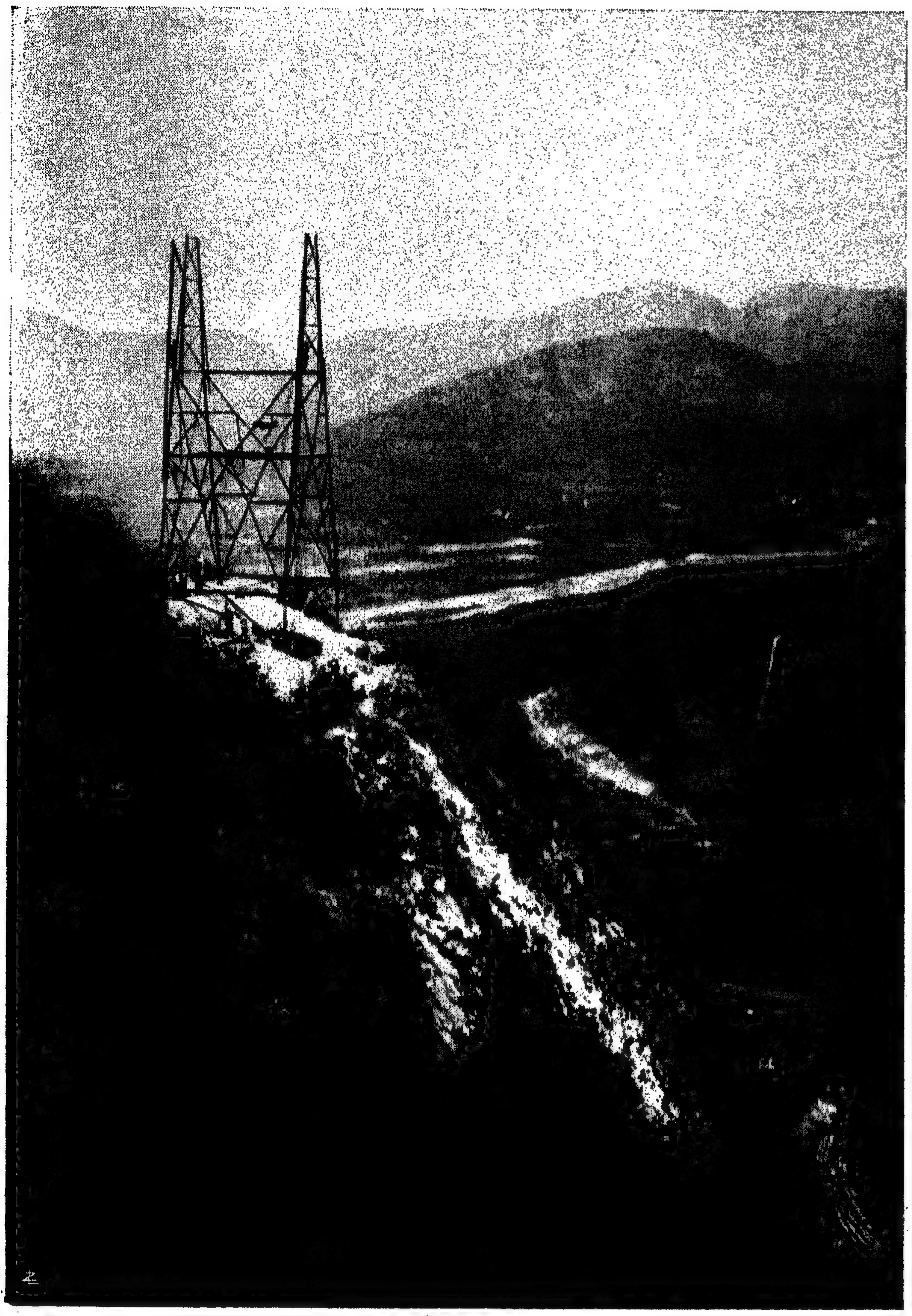


Fig. 21. - Montaggio del palo sull'Adige.

b) fissare un morsetto provvisorio che permettesse di trattenerlo mediante una taglia ;

c) avvicinare le due estremità (di coda e di testa) delle due bobine ;

d) eseguire il giunto.

Per la confezione invece degli amarraggi, si procedette di regola nel modo seguente .

a) amarraggio provvisorio del conduttore in corrispondenza del sostegno precedente ;

b) calaggio a terra del conduttore dell'ultima campata ;

c) giunzione del conduttore al morsetto di amarraggio ;

d) giunzione del morsetto d'amarraggio alla catena di isolatori ;

e) confezione e collegamento del « collo morto ».

In molti casi, però, la confezione della morsa di amarraggio si eseguì direttamente sulla mensola, appoggiando le presse (per l'alluminio acciaio) su robusti « ponti » volanti in legname e con ciò si risparmiò molto tempo (vedi figg. 24÷26).

La regolazione del tiro, (mediante misura delle freccie) si fece ogni tre o quattro campate, afferrando il conduttore mediante appositi morsetti provvisori (come quelli per la confezione dei giunti), e taglie opportune.



Fig. 22. - Argano per tesatura.

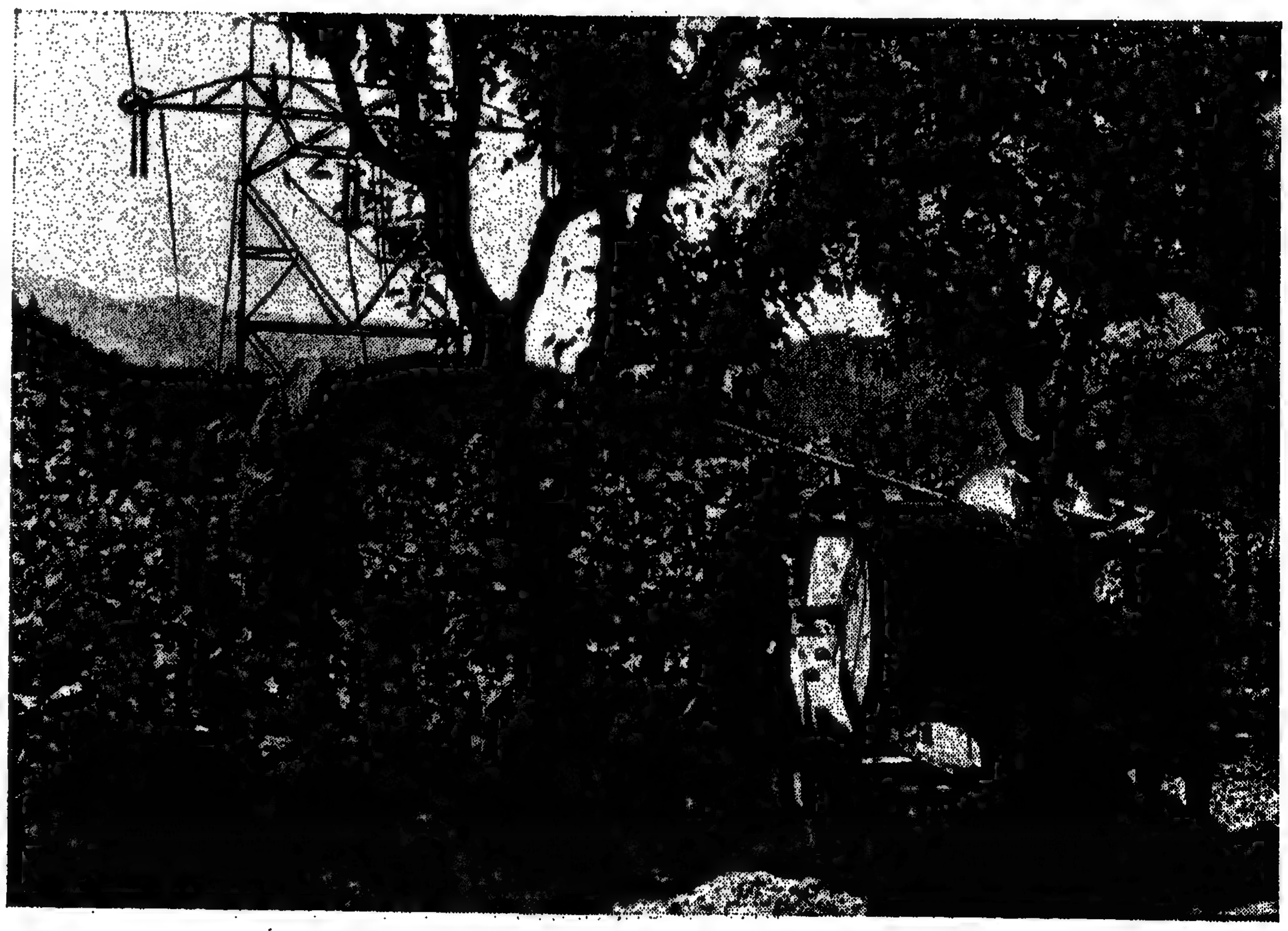


Fig. 23. - Tesatura meccanica.

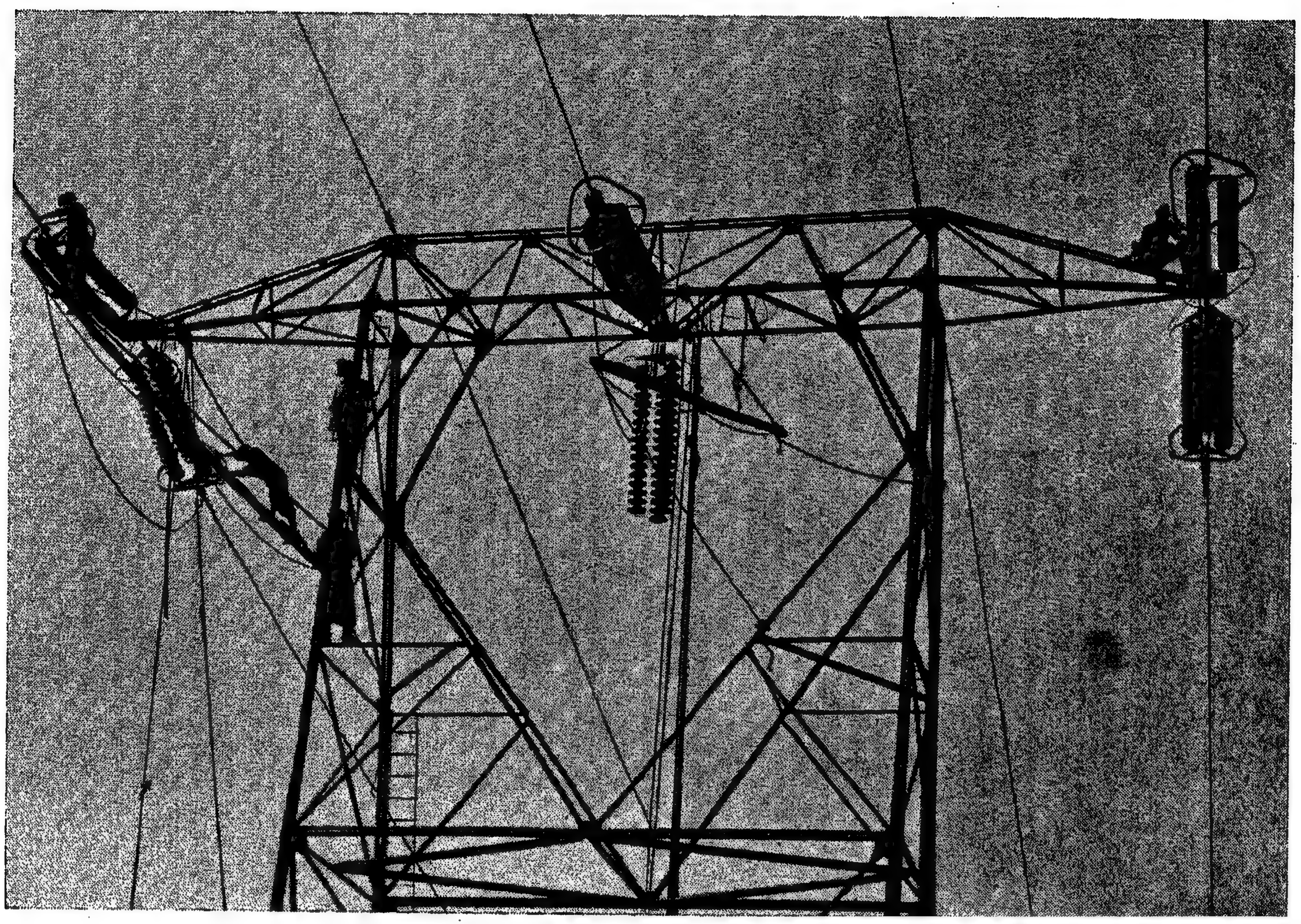


Fig. 24. - Testa di palo in amarraggio.

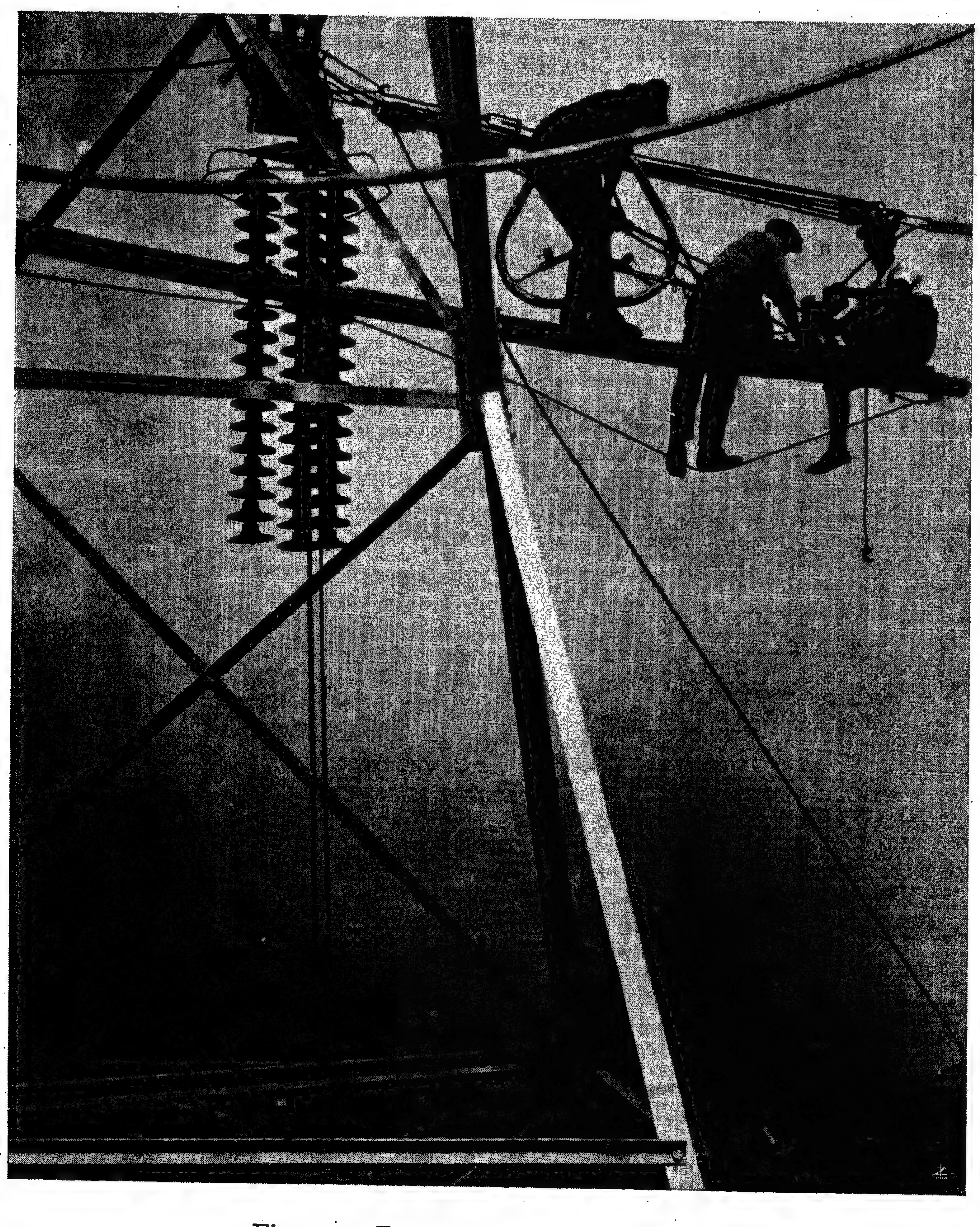


Fig. 25. - Preparazione di un amarraggio.

I lavori di tesatura si iniziarono praticamente in giugno e si ultimarono in novembre 1929, usufruendo di numerose squadre. L'avanzamento medio giornaliero per squadra di circa 60 ÷ 70 uomini fu di km. 0,400 in montagna e 0,700 in pianura.

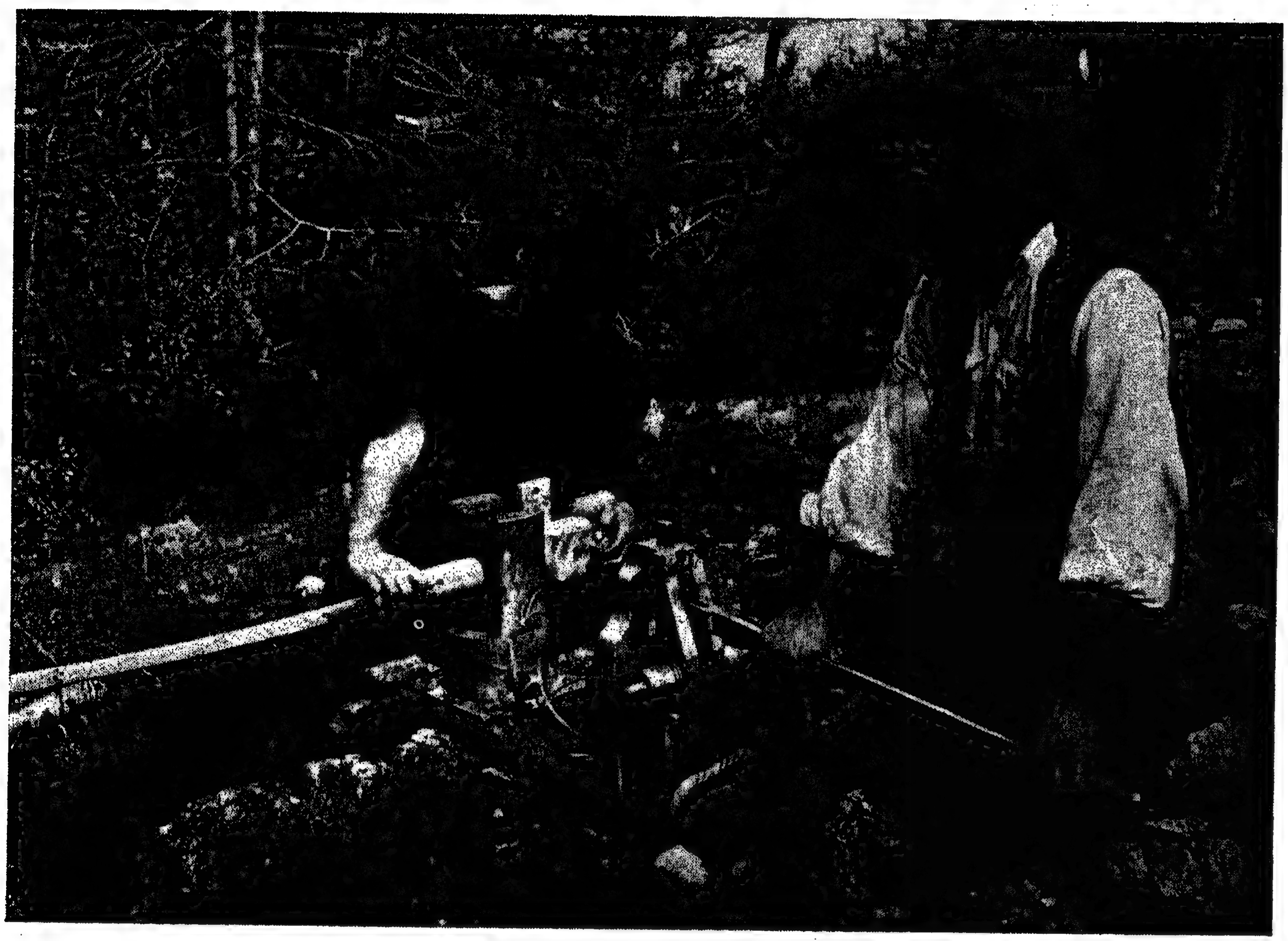


Fig. 26. - Confezione di una morsa di amarraggio per alluminio-acciaio.

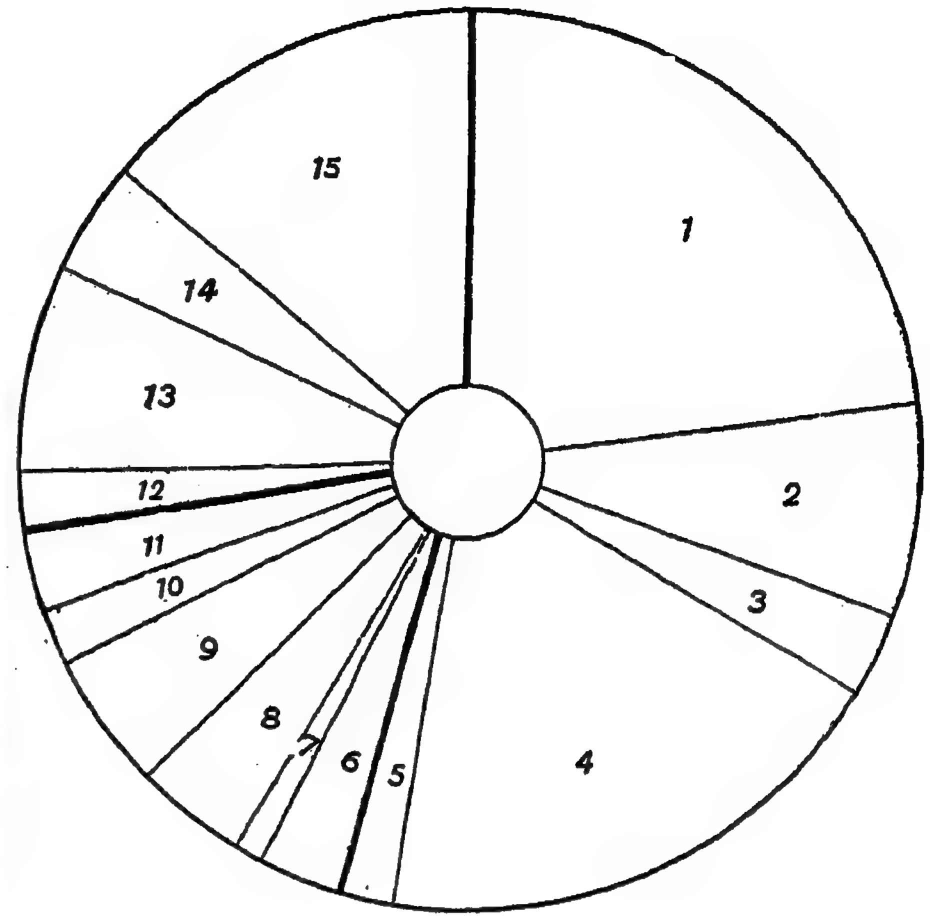


Fig. 27. - Ripartizione dei costi.

1. Sostegni (in ferro e cemento).	23
2. Isolatori.	7,5
3. Morsetteria.	3
4. Conduttori.	19
5. Treccie guardia.	2
	54,5 %
6. Scavi e rinterri.	3
7. Basamenti.	1
8. Montaggio pali in ferro.	4
9. Armamento e tesatura.	5
10. Verniciatura pali in ferro.	2
11. Trasporti.	3
	18 %
12. Sezionamenti (cabine).	2
13. Linea telefonica.	7,5
14. Espropri e danni.	4
15. Spese generali e interessi.	14
	27,5%
	100. =

Le opere per la costruzione della linea (esclusa la lavorazione dei pali, conduttori e isolatori) durarono — come detto — dieci mesi e richiesero l'impiego di un quantitativo medio di 400 persone al giorno, con punte fino ad un massimo di 800 circa. — Il costo della linea si aggirò intorno a L. 185000 al km suddivise come da fig. 27.

ING. A. DALLA VERDE.

ING. ETTORE CESÀRI

DIRETTORE DELL'«UNIONE NAZIONALE FASCISTA INDUSTRIE ELETTRICHE»

L'industria elettrica nei Dominî e nelle Colonie inglesi

Canada

Caratteri dell'Industria.

Il Canada è il paese del mondo dove è maggiore la produzione per abitante. L'abbondanza di forze idrauliche, in gran parte di facile sfruttamento, e la presenza di circostanze favorevoli alla loro utilizzazione, come è principalmente l'abbondanza di legname adatto alla fabbricazione di pasta di cellulosa, ne sono le cause. Sviluppate vi sono pure le industrie, specialmente nelle Provincie di Quebec e di Ontario, anche per la loro vicinanza agli Stati Uniti. La seconda possiede anche importanti miniere: la Provincia di Ontario è infatti la terza regione del mondo per la produzione dell'oro, la prima per la produzione del nichel di cui getta sul mercato il 90% del consumo mondiale e fra le prime per il rame e l'argento. Regione sterminata con soli dieci milioni di abitanti, ricca di risorse agricole, il Canada è uno dei Paesi del mondo dove più abbondante è il benessere ed è perciò un terreno fertilissimo per tutte le applicazioni dell'energia elettrica.

Il lavoro fatto per l'utilizzazione delle forze idrauliche e per la distribuzione dell'energia desta un senso di meraviglia se paragonato alla scarsa popolazione. Gli impianti di produzione sono per la maggior parte in mano a Società private, che talora sono pure grandi utenti industriali. Le distribuzioni sono in parte private e in parte in mano ad Enti pubblici: soltanto nella provincia di Ontario questi ultimi hanno costituito un grande Ente industriale che possiede la totalità degli impianti.

Importantissima è l'interessenza del capitale americano: secondo il Quigley (1) le potenze installate nel Canada nel 1927 erano distribuiti fra i vari gruppi finanziari nel modo seguente:

	kVA
Società controllate dalla Finanza degli Stati Uniti	1.116.651
Gruppo Holt-Gundy	789.887
» Nesbitt-Thomson	523.929
Gruppi indipendenti	1.046.113
Municipi	183.790

Presso a poco un terzo è nelle mani di capitalisti degli Stati Uniti, un altro terzo in mano ai Comuni ed alle Società minori indipendenti, e finalmente l'ultimo terzo è in mano ai due gruppi Holt-Gundy e Nesbitt-Thomson, in origine canadesi; ma il primo di questi alla sua volta ha legami con una Ditta costruttrice canadese la quale non è che una filiazione di una grande Ditta costruttrice degli Stati Uniti.

Nel 1927 si avevano 218 Centrali private contro 90 di Enti pubblici.

Il capitale Canadese ha finanziato anche impianti all'estero, particolarmente in Spagna (Pirenei).

L'investimento nei soli impianti produttori supera il miliardo di dollari.

Risorse naturali.

Il Canada possiede una buona dotazione di combustibili fossili, stimata circa un sesto del patrimonio mondiale: primeggiano le ligniti, che nella sola provincia di Alberta sono accertate per 382 miliardi di tonnellate, e probabilmente superano i 500 miliardi. In complesso il patrimonio di combustibili fossili è stimato intorno ai mille miliardi di tonnellate. Fra i carboni primeggiano i bituminosi.

L'estrazione annua si aggira intorno ai quindici milioni di tonnellate.

Il Canada è anche la seconda regione del mondo per la ricchezza in gas naturali, che in parte sono utilizzati (nel 1924 se ne utilizzarono circa 420.000 milioni di mc.). Non possiede combustibili liquidi.

Ma la risorsa principale è rappresentata dalle forze idrauliche, delle quali il Canada ha una dotazione, secondo il Geological Survey americano, di ben 18.250.000 HP. Questa cifra è stata portata recentemente dal « Water Power and Reclamation Service » del Governo Canadese alla cifra di 20 milioni di cavalli utilizzabili. Questo ufficio anzi asserisce che tale cifra rappresenta un minimo facilmente utilizzabile, in modo continuo, ma che esso potrebbe con ulteriori studi essere considerevolmente aumentato. Qualora poi si calcoli anzichè sulla disponibilità *continua* su quella di *sei mesi*, si raggiungono, secondo il « Service », i 33 milioni di cavalli.

Si aggiunga che questa considerevole ricchezza è stata distribuita dalla natura in modo assai conveniente. Le Provincie di Quebec e di Ontario, povere di combustibili, sono ricchissime di forze idrauliche (*otto* e *cinque* milioni di cavalli rispettivamente): quelle di Alberta e di Saskatchewan, che non possiedono che circa mezzo milione di cavalli disponibili ciascuna, sono le più ricche in combustibili. Così le grandi città, le miniere, i centri commerciali e industriali si trovano in posizioni assai favorevoli per l'impiego dell'energia d'origine idraulica. Le provincie di Ontario e Quebec offrono infatti l'82% della produzione totale d'energia, e danno pure l'82% della produzione manifatturiera.

---

(1) « Power finance and imperial preference » in *World Power*, Ottobre 1929.

Tabella I.

POTENZA IDRAULICA DISPONIBILE NEL CANADÀ

PROVINCIE	Potenza retraibile in modo continuo supposto un rendimento dell'80%	
	Con la portata minima normale HP	Con la portata semipermanente normale per 6 mesi HP
British Columbia	1.931.000	5.103.500
Alberta	390.000	1.049.500
Saskatchewan	542.000	1.082.000
Manitoba	3.309.000	5.344.500
Ontario	5.330.000	6.940.000
Quebec	8.459.000	13.064.000
New Brunswick	87.000	120.800
Nuova Scozia	20.000	128.300
Prince Edward-Island	3.000	5.300
Territori del Yukon e del North-West	126.000	275.300
Totale	20.197.000	33.113.200

Fonte: *Dominion water Power and Reclamation Service.*

Impianti esistenti. Gli impianti idroelettrici canadesi formano un insieme veramente imponente. Nella provincia di British Columbia si hanno salti elevati e laghi facilmente sistemabili: in quelle di Quebec ed Ontario (quest'ultima ha anche la parte canadese del Niagara) prevalgono grandi portate con salti più modesti.

La Tabella II dà la potenza installata al 1° gennaio 1929: nel solo 1928 furono installate turbine per circa 550.000 cavalli.

Tabella II.

POTENZA IDRAULICA UTILIZZATA NEL CANADA
(complessiva, fra impianti per alimentazione di reti di distribuzione ed impianti industriali ad impiego diretto)

PROVINCIE	Potenza in HP installata nelle turbine	
	al 1° gennaio 1920	al 1° gennaio 1929
British Columbia	308.164	554.792
Alberta	33.147	34.532
Saskatchewan	35	35
Manitoba	85.325	311.925
Ontario	1.033.250	1.903.705
Quebec	933.363	2.387.118
New Brunswick	19.126	67.131
Nuova Scozia	35.193	74.356
Prince Edward Island	2.233	2.439
Territori del Yukon e del North West	13.199	13.199
Totale	2.463.035	5.349.232

Fonte: *Dominion Water Power and Reclamation Service.*

Sono in progetto altri grandiosi impianti, come quello del Bridge River, che comporta la costruzione di diversi serbatoi artificiali e che potrà fornire 600.000 cavalli continui: in complesso sono in preparazione 1.200.000 cavalli.

Nella provincia di Ontario, come si è detto, esiste un grandioso Ente consorziale (Hydro-electric Power Commission of Ontario) che oltre all'aver dato largo sviluppo all'utilizzazione locale acquista energia da Società private della Provincia di Quebec. Esso possiede centrali per più di un milione di cavalli installati, quasi tutte in circostanze di facilissima utilizzazione.

In complesso dal '20 al '29 la potenza utilizzata è più che raddoppiata.

Fra i più importanti impianti idroelettrici canadesi vanno ricordati i seguenti:

Tabella III.

POTENZA INSTALLATA E PREVISTA NEI PRINCIPALI IMPIANTI IDRAULICI DEL CANADÀ

IMPIANTI PRINCIPALI	Potenza installata alle turbine in HP	
	nell'anno 1926	ad impianto ultimato
Quebec		
Cedar Rapids M. & P. Co.	197.400	197.400
Gatinau Power Co.:		
Impianto di Chelsea	102.000	170.000
Impianto di Farmers Rapids	72.000	120.000
Impianto di Paugan Falls	204.000	272.000
Laurentide Power Co.	176.000	198.000
Duke-Price Power Co. (Saguenay River)	450.000	540.000
St. Maurice Power Co.	120.000	150.000
Shawinigan W. & P. Co.	191.500	293.500
Ontario		
H.E.P.C. dell'Ontario:		
Impianto di Quenstown	550.000	550.000
Impianto dell'«Ontario Power»	208.200	208.200
Impianto del «Toronto Power»	164.500	164.500
Manitoba		
Manitoba Power Co.	112.000	168.000

Fonte: *World Power*, dicembre 1928.

Gli impianti termici hanno una importanza assai modesta, non raggiungendo il 5% del totale. Trattasi in gran parte o di macchine di riserva, o di piccoli motori Diesel non superanti i 500 cavalli, destinati a piccole distribuzioni in località isolate per uso di illuminazione.

Le turbine a vapore sono in media di 2000 kW e poche raggiungono i 6000: gli impianti maggiori sono naturalmente nelle provincie più ricche di combustibili e più povere di forze d'acqua.

Quanto agli impianti per uso proprio sono principalmente adibiti alla produzione di pasta di legno e di carta. Nel 1927 si produssero nel Canada più di due milioni di tonnellate di carta da giornali: questa industria occupa circa il 28% della potenza installata. Di questa 283.000 cavalli sono impiegati senza intervento dell'elettricità, direttamente su trasmissioni: circa altrettanti sono prodotti con tale intervento, e infine

790.000 cavalli sono ottenuti da motori elettrici azionati dalle reti di distribuzione. Solo 120.000 cavalli sono prodotti dall'industria della cellulosa mediante motori termici: essi consumano quasi esclusivamente lo scarto del legno impiegato nell'industria stessa.

Al 1° novembre 1927 le imprese elettriche possedevano 4.012.428 cavalli installati.

La produzione di energia.

L'energia prodotta fu la seguente:

Anni	Migliaia di kWh		
	Idraulica	Termica	Totale
1925	9.949.480	160.979	10.110.459
1926	1.1919.031	173.601	12.092.632
1927	?	?	14.549.000
1928	?	?	15.931.000

Trasmissione dell'energia.

Le linee di trasporto principali sono a 220 kV: fra queste è importante quella pel trasporto a Toronto dell'energia prodotta sul fiume Ottawa, alla quale se ne è allacciata un'altra proveniente dall'impianto di Paugan Falls. Vi sono pure linee a 110 kV: esse appartengono, come le precedenti, per la maggior parte alla « Ontario Power Commission ».

Segue una svariata serie di voltaggi; prevale la frequenza 60; talora si ha anche la frequenza 25 per impianti destinati ad uso industriale o di trazione. Vi sono numerosi impianti bifasi, ed anche qualcuno monofase.

Si fa largo uso, per le tensioni minori, di palificazioni in legno, pel piccolissimo loro costo in un paese in gran parte coperto da boschi di conifere.

Al principio del 1927 v'erano 17.000 km. di linee ad alta tensione e circa 30.000 km. a media tensione.

Impiego dell'energia e tariffe di vendita.

Prevale nel Canadà l'impiego per l'industria della cellulosa, di cui fu già fatto cenno, poi per altre industrie anche elettrochimiche e per le miniere, indi per la trazione tramviaria e per applicazioni di luce, apparecchi domestici e piccole forze.

Mancano statistiche complete ed aggiornate sui consumi dell'energia per le varie applicazioni. Considerevole dev'essere quello per impieghi elettrochimici (specialmente soda) e per la produzione dell'alluminio.

Vi è sensibile esportazione di energia verso gli Stati Uniti: nel 1928 essa raggiunse il miliardo e mezzo di kWh.

È rimarchevole il larghissimo impiego di apparecchi domestici in ogni ceto, che spiega l'elevatissimo consumo degli utenti urbani.

Alla fine del 1928 nella città di Vancouver e nei suoi distretti rurali (275.000 abitanti) erano in funzione 4100 cucine elettriche e 2700 riscaldatori d'acqua. La Società esercente ha aperto ben sette magazzini di vendita di tali apparecchi: lo sviluppo di tali applicazioni continua spinto da un intelligente lavoro di propaganda e di pubblicità.

Nella Città di Winnipeg (300.000 abitanti) l'impiego dell'energia elettrica ha fatto sparire *completamente* il gas dalle cucine: esso segna il « record » mondiale delle cucine elettriche, delle quali al principio del 1928 erano installate più di 20.000, oltre a 7500 riscaldatori d'acqua. La spesa di réclame per la propaganda di tali applicazioni costa alla sola Azienda municipale (vi è a Winnipeg un impianto comunale ed uno di una Società privata) dalle trecento alle quattrocentomila lire per anno.

Il già citato Ente dell'Ontario aveva installato alla fine del 1927 nella sua vasta zona, fra 372.166 clienti, apparecchi domestici per 1.157.222 kW, con una media di 3100 Watts per utente escluse le lampade. I soli ferri da stiro erano 363.476: le lavanderie erano 92.216, gli aspiratori di polvere 88.539, le cucine 83.298, i refrigeranti 11.176.

Tutto ciò con una popolazione servita di soli 1.631.000 abitanti, in notevole parte sparsi in aree rurali.

Quanto alle tariffe, il Canadà segna un altro « record »: quello della varietà e delle complicazioni. In generale si hanno tre tariffe: luce, forza, applicazioni domestiche e riscaldamento. Vi è talora per ciascuna di queste la possibilità di scelta fra due o più tipi: e sono pure in uso sconti che vanno fino al 15% sia adattati alla *qualità* dell'utente che al *modo di pagamento*. Per la luce si comincia da massimi di L. 1,40 per kWh per le tariffe a contatore libero, con scale molto frazionate (30, 50, 70 ore di utilizzazione) arrivando per utilizzazioni molto elevate a prezzi prossimi a quelli della forza motrice. Ma sono assai spesso usate per la luce tariffe complesse (Hopkinson con minimo garantito in kWh, Hopkinson con costante riferita alla superficie dei locali, e altre).

Per la forza prevalgono il forfait e la tariffa Hopkinson, con costante variabile da caso a caso da L. 20 a L. 10 per kVA installato-mese, più L. 0,40 per kWh per le prime 50 ore mensili, L. 0,26 per le successive 50 ore e L. 0,07 pel residuo.

In complesso sebbene le tariffe siano più elevate delle nostre esse riescono basse pel tenore di vita di quel ricchissimo paese. Questa è la principale ragione del grandioso sviluppo che vi hanno preso alcune applicazioni: il Canadà si trova in condizioni eccezionalmente favorevoli perchè nonostante l'alto costo della vita i suoi impianti idroelettrici sono i meno costosi e meglio collocati che esistano al mondo, per un concorso speciale di circostanze al quale fu già fatto cenno.

Vanno pure ricordate le applicazioni agricole, che hanno preso e vanno sempre più prendendo sviluppo particolarmente nell'Ontario. Qui è stata creata una rete importante a 4000 Volt per tali applicazioni, con distribuzioni a 220 Volt trifasi, 60 periodi. L'utilizzazione è intensificata da larghissime applicazioni domestiche, di cascina ecc.

Da pochi mesi è entrato in vigore il nuovo Regolamento per gli impianti interni che ha reso necessario il rifacimento di buona parte degli impianti, finora eseguiti (come in qualche Nazione europea) con sistemi deplorevoli. Tale Regolamento fu stabilito dall'Associazione detta degli « Engineering Standards » ed adottato in quasi tutte le Provincie.

Trazione ferroviaria.

Sebbene sia nelle intenzioni del Governo canadese di favorire la elettrificazione ferroviaria, finora il lavoro fatto fu assai limitato.

La « Canadian National Railway » ha elettrificato fino dal 1908 tre brevi tratti (in tutto sette chilometri) per superare forti salite o per evitare il fumo in una galleria dove il traffico è intensissimo. Ha impiegato il monofase a 25 periodi e 3300 Volts, linea aerea. Ha pure elettrificato circa 28 Km. di linea suburbana, con gallerie a Montréal, Cartierville e St. Eustache, a corrente continua 2400 Volts, linea di contatto aerea.

La « Montreal Harbour Commission » (Consorzio del porto) ha pure elettrificato le linee che servono le banchine (circa 32 Km.) pure a corrente continua 2400 Volt con linea aerea.

Nel 1928 l'energia impiegata (quasi totalmente acquistata da Imprese private) fu di circa 12 milioni di kWh.

Produzione e importazione di materiale elettrico.

Il mercato del Canadà, per ciò che riguarda il materiale elettrico, è largamente dominato dagli Stati Uniti: con non piccolo rammarico dei costruttori inglesi, i quali non sanno rassegnarvisi, e stanno studiando una offensiva in grande stile al mercato del più importante « Dominion ».

Entra a creare tale stato di cose, oltre alla vicinanza ed alle comuni abitudini, l'ingerenza assai profonda della finanza degli Stati Uniti nell'industria elettrica canadese, che oltre al controllo delle maggiori Imprese elettriche va affermandosi anche nell'industria costruttiva locale.

Quest'ultima è tutt'altro che trascurabile: nel 1927 fra accumulatori, pile, conduttori, apparecchi di cucina, apparecchi domestici, materiale per impianti interni, ventilatori, lampade, motori, contatori, trasformatori e altri apparecchi produsse per più di un miliardo e mezzo di lire italiane.

In prima linea sono i cavi, con 280 milioni di lire; poi gli accumulatori, le lampade, i motori, ciascuno con più di 80 milioni di lire; i trasformatori fino a 50 kW con 70 milioni e quelli di potenza superiore con 58 milioni di lire. Si può dire che non vi sia ramo dell'industria delle costruzioni elettriche che non offra una cospicua cifra di produzione.

Per ciò che riguarda le importazioni si hanno le seguenti cifre pel 1928-29 (quasi tutte in fortissimo aumento rispetto all'anno precedente):

TABELLA IV.

IMPORTAZIONI DEI PRINCIPALI MATERIALI ELETTRICI NEL CANADÀ.

(Cifre arrotondate)

MATERIALE	Lire Italiane	
	1927-28	1928-29
Filo di rame nudo ...	2.200.000	4.000.000
» » » isolato...	9.350.000	14.250.000
Accumulatori	9.900.000	11.900.000
Ventilatori	2.200.000	2.600.000
Apparecchi di cucina e riscaldamento	4.730.000	7.230.000
Dinamo e alternatori..	25.000.000	29.200.000
Contatori	6.520.000	7.670.000
Lampade a incandesc.	6.000.000	3.570.000
Motori	55.700.000	81.000.000
Trasformatori	5.180.000	9.100.000
Aspiratori di polvere .	3.400.000	3.240.000

Fonte: *Electrical Review*, 27 settembre 1929.

Le esportazioni sono assai più modeste: complessivamente di 35 e 46 milioni di lire negli anni finanziari 1927-28 e 1928-29 compresi gli apparecchi di telegrafia e telefonia: esse si verificano verso l'Inghilterra, gli Stati Uniti, Terranova, l'Australia, la Nuova Zelanda, il Giappone, il Messico, Cuba, il Brasile, l'India.

India

Caratteri dell'industria.

L'industria elettrica ha proceduto finora in India in mezzo a difficoltà considerevoli: di clima, di civiltà, di vastità. Coraggiosi pionieri ne iniziarono l'esercizio nei centri più importanti fin dai primi anni del secolo: ma, a quanto sembra, non seppero o non poterono dare sviluppo alla vendita dell'energia.

Oggi gli impianti elettrici appartengono in parte a Società private, in parte ad organismi pubblici locali e in parte ai Governi autonomi, che occupano ancora un terzo dell'India.

Non piccolo ostacolo alla diffusione dell'energia elettrica fu costituito dai pregiudizi locali, da particolari caratteri dalla vita pubblica e famigliare, dai frequenti torbidi e dai frequenti furti.

Il clima tropicale (particolarmente pei monsoni) porta seco un'altra serie di difficoltà costruttive a noi sconosciute. Ciononostante la tenace volontà anglosassone è riuscita a creare una considerevole mole di lavoro, che se è ancora poca cosa riferita alla enorme popolazione, ha non piccola importanza.

Nella parte di dominio inglese assoluto è in vigore il regime delle concessioni già in uso in Inghilterra: negli Stati « autonomi », ogni governo dispone come crede, ma vi è prevalsa l'iniziativa statale. Talvolta qualche Principe intelligente e moderno ha preso ottime iniziative: così sono sorte importanti centrali a vapore, ad olio pesante ed idrauliche a Hyderabad, a Indore, nel Yaipur e nello Stato di Travancore.

Una difficoltà per l'introduzione dell'impiego dell'energia elettrica presso la popolazione indigena è quella dei prezzi, che finora si sono mantenuti ad un livello troppo alto per essere accessibili: anche per l'eccessiva estensione che vi hanno le città, con conseguente elevato costo delle reti.

Buoni risultati si sono avuti nelle maggiori città, dove prevale l'elemento europeo od europeizzato: a Bombay si sono raggiunti 200 kWh di consumo per abitante; nei centri minori si è già a 5÷6 kWh per abitante.

Alcune Compagnie minerarie hanno eseguito impianti elettrici importanti per uso delle loro miniere; essi talvolta servono anche piccole distribuzioni.

Nelle maggiori città ha assunto particolare importanza la trazione tramviaria, che spesso è esercita dalla stessa Impresa distributrice dell'energia.

Risorse naturali.

L'India è una regione sterminata, ricca di ogni specie di risorse naturali. Le forze idrauliche, secondo il « Geological Survey » americano, vi raggiungono una potenza utilizzabile di 27 milioni di HP: e forse la valutazione è ancora scarsa. Ma la maggior parte di questo colossale patrimonio trovasi nella regione dell'Himalaya, cioè lontana per ora da possibili utilizzazioni pratiche.

Pure in altre parti della penisola indiana vi sono possibilità di utilizzazione di ingenti forze idrauliche, anche in vista delle elevatissime precipitazioni, che in qualche zona superano i cinque metri annui, come in quella dei Gati.

L'India è pure ben provvista di combustibili fossili e parecchie miniere vi sono da tempo in attività. Quasi tutte possiedono centrali elettriche per l'azionamento del macchinario: nel 1927 si avevano 16.440 cavalli di motori installati per le lavorazioni all'esterno, e 43.099 cavalli per le lavorazioni in miniera. L'impiego dell'energia elettrica vi ha un rapido incremento.

Impianti esistenti.

I tre più importanti impianti sono quelli di Calcutta, Bombay e Madras.

Calcutta, come le altre due principali città dell'India, è servita da una rete a corrente continua nel suo nucleo principale e da un impianto trifase alla periferia L'energia è prodotta in due grandi centrali a vapore, delle quali una è entrata in servizio nel 1926 con un primo gruppo di macchine. Questa Centrale avrà, quando sarà completa, 150.000 kW di potenza.

È stata creata nel vecchio « bazar » una centrale di conversione che prende energia trifase a 6000 V dalle due centrali termiche e la trasforma in corrente continua per alimentare la rete urbana. Il curioso di questa sottostazione, che forse

nel suo genere è unica al mondo, è che essa è stata costruita come una vera fortezza, e può sostenere un vero assedio in piena regola durante i non rari periodi rivoluzionarii: vi sono, oltre a difese di carattere militare, dormitorî pel personale, scorte di viveri e quanto può occorrere in un lungo periodo di assedio!

A Bombay la produzione termica è stata sostituita nel 1926 con quella idraulica degli impianti studiati originariamente dalla Ditta « Tata & C. » nei Gati occidentali. La parte di questi impianti già eseguita comprende un lago artificiale con diga di 45 m di altezza, lunga 1500 metri, che alimenta con un canale di quasi sei chilometri, dei quali più di quattro in galleria, una centrale con 87.500 kW installati, che fruisce d'un salto di circa 500 m.

Madras è pure alimentata a vapore: la centrale ha una potenza di 21.500 kW.

Impianto a vapore di 18.000 kW possiede pure Cawnpore: altri centri minori hanno impianti più modesti, come Ahmedabad, la nuova capitale Delhi e Karachi.

Non è possibile raccogliere con precisione in una tabella le potenze complessive, a vapore ed idrauliche, installate in India, mancando statistiche complete ed esatte in proposito.

Nell'isola di Ceylon, a Colombo, esiste un impianto a vapore di circa 12.000 kW che alimenta la rete trifase della città e sobborghi.

Gli impianti idroelettrici in progetto.

Numerosi sono i progetti di nuovi impianti idroelettrici di prossima esecuzione. Fra questi alcuni sono nella zona dei Gati ed hanno per obbiettivo Bombay: trattasi di impianti del gruppo studiato dalla Tata Co. e dalla Andhra Valley Co., dei quali il primo, come si è detto, è già in funzione.

Altro importante progetto è quello del Punjab, sul fiume Mandi. Questo fiume (detto anche Uhl) proviene da ghiacciai ed è un affluente del Beas, nelle vicinanze di Limba. Con un canale di circa 3500 metri, in galleria, si realizzerà un salto di 540 m: la centrale avrà da principio 36000 kW installati, che in seguito saranno portati a 70.000. Una volta coperta tale disponibilità, si costruirà a valle una seconda centrale con 4800 m di canale e 360 m di caduta, che potrà dare altri 48.000 kW. L'energia sarà utilizzata su una vasta zona, e principalmente a Lahore, distante circa 285 km.

Per Madras si sta pure studiando la costruzione di impianti idroelettrici. I due più importanti, studiati dal Governatorato, sono quello di Pykara e delle cascate di Papanasam: al primo (40.000 kW) che esige un trasporto di 560 km. viene opposta l'eccezione dell'alto costo, che sarebbe superiore a quello dell'attuale produzione termica. Pure costoso è il secondo, sebbene gran parte dell'energia da prodursi possa essere utilizzata in luogo per la produzione di pasta di legno. Sembra tuttavia che entrambi gli impianti saranno eseguiti in un futuro prossimo, non appena saranno migliorate le condizioni finanziarie locali.

In complesso, se tre o quattro grandi impianti idroelettrici potranno per ragioni speciali avere una prossima attuazione, la maggior parte delle forze idrauliche dell'India rimarrà ancora per molti anni inutilizzata.

La trasmissione dell'energia.

Non numerose sono le linee di trasporto: la più importante finora eseguita è quella che alimenta Bombay. È in doppia palificazione a 110.000 Volt, della lunghezza di km 70. Sono allo studio una linea Mandi-Lahore, di 285 km di lunghezza, a 132 kV (la tensione prescelta per la rete nazionale inglese): da questa si diramerebbero circa 330 km. di linee a 66 kV.

Per l'eventuale trasporto a Madras dell'energia da prodursi dell'impianto Pykara è prevista una linea a 150.000 Volts da costruirsi lungo una linea ferroviaria, della lunghezza di 560 km.

La produzione e l'impiego dell'energia.

Manca una statistica sistematica. A Calcutta nel 1925 si vendettero 100 milioni di kWh. Nel 1928 la vendita era già di 148 milioni; non sono note con precisione le produzioni degli altri centri: la produzione complessiva non deve essre molto diversa dal miliardo di kWh.

Quanto alle applicazioni, la più diffusa è il ventilatore. Di esso si fa uno speciale uso particolarmente a Madras, dove il clima è per tutto l'anno caldissimo: tanto che si è dovuto adottare per tali apparecchi un tipo compensato mediante un condensatore per elevare ad un valore possibile il fattore di potenza.

Sembra che, specialmente nei centri di maggior coltura e presso le famiglie più agiate, abbiano avuto un considerevole incontro alcune speciali applicazioni domestiche. Di queste si fa largo uso (anche per le cucine) in tutti gli alberghi di tipo europeo.

Tariffe e prezzi.

Le tariffe ed i prezzi sono assai variabili, talora anche nello stesso centro.

A Bombay la distribuzione è in mano a quattro diverse Società: la « Andhra Valley Power Supply Co. », la « Bombay El. Supply and Tramways Co. », la « Tata Hydro-Electric Power Supply Co. », la « Tata Power Co.». I prezzi variano per la luce da un massimo di L. 1.97 a un minimo di L. 0.55; per la forza da Lire 0.44 a L. 0.32.

A Calcutta l'energia per luce e pei ventilatori costa L. 1.32; per forza da L. 0.88 a L. 0.27; per cucine L. 0.55 per kWh.

A Delhi: illuminazione L. 3.15 per kWh, forza motrice L. 1,32, con sconti scalari.

A Lahore: illuminazione e ventilatori L. 3.50, forza motrice L. 1.— per kWh.

A Madras: per sola luce, L. 3.50; per luce e ventilatori, L. 2.20; per forza motrice: tariffa Hopkinson a L. 56 mensili per kVA di massima richiesta, più L. 0.44 per kWh.

Si comprende come questi prezzi, in un paese dove la maggior parte della popolazione è nell'indigenza più squallida, non possano dar luogo ad una sensibile diffusione dell'energia elettrica.

La trazione elettrica.

Per molte ragioni la trazione elettrica offre in India particolare interesse; il clima, i grandi dislivelli delle sue linee ferroviarie, la crescente intensità del traffico nelle linee suburbane. Da tempo vi hanno avuto grande sviluppo le tramvie elettriche, e fino dal 1922 furono iniziati studi per l'elettrificazione di alcuni tronchi della « Great Indian Peninsular Railway » e più tardi della « Bombay-Baroda-Centr. India ».

Il retroterra di Bombay possiede un complesso di linee elettrificate che salgono verso i Gati per circa 160 km di binario: intorno alla baja corrono circa 37 km; altri 118 km. sono costituiti dalle linee suburbane (Bombay-Kurla-Thana). Sono tutte linee a filo di contatto aereo, a corrente continua 1500 Volts.

Il consumo di energia nel 1928 fu di circa 31 milioni di kWh.

Sono allo studio varie altre elettrificazioni: come la Bombay-Igatpuri e la Bombay-Powna, linee caratterizzate da pendenze eccezionali e sulla quale le variazioni di temperatura e di clima dovranno essere affrontate con particolare attenzione; esse sono di imminente costruzione, e per il loro azionamento sarà costruita una speciale centrale a vapore a Kalyan. Il trasporto

dell'energia sarà fatto a 95.000 Volts ed undici sottostazioni rotative forniranno la corrente alla linea di contatto.

È pure di imminente elettrificazione il tronco Madras-Beach-Tambaram. Quanto alle linee suburbane di Calcutta, ogni decisione è stata rinviata per la mancanza di capitali conseguente ai continui torbidi politici.

Fonte: A. T. COOPER: *Electrical Progress in India*, relazione alla « Royal Society of Arts », 12 aprile 1929.

Importazioni di materiali.

La produzione di materiali elettrici è trascurabile. Nell'anno finanziario 1927-1928 il movimento di importazione degli apparecchi e macchinari elettrici fu il seguente:

	Migliaia di Lire italiane
Apparecchi di controllo	22.600
Generatori di energia elettrica (delle quali L. 143.000 dall'Italia)	23.600
Motori elettrici (delle quali L. 118.000 dall'Italia)	22.000
Trasformatori (delle quali L. 107.000 dall'Italia)	7.200
Turbo-generatori	1.115
Macchine elettriche varie (delle quali L. 485.000 dall'Italia)	4.750
Ventilatori (delle quali L. 4.900.000 dall'Italia)	21.000
Conduttori e cavi	20.600
Contatori	4.150

Fonte: *Electrical Review*, 3 maggio 1929).

L'Italia evidentemente non è sconosciuta sul mercato indiano: anzi in alcuni articoli ha una buona posizione. Potrebbe forse averne una migliore: particolarmente potrebbe farsi strada nel campo dei cavi e dei contatori.

Australia

Caratteri dell'industria.

L'Australia è un continente d'eccezione: simile sotto qualche aspetto all'Africa, ne differisce per il clima e per vari caratteri. Essa è costituita principalmente da una vasta zona centrale desertica o quasi, e da zone costiere abitabili e talora ricche. La colonizzazione è per ora limitata ad una piccola parte di tale zona costiera ed è caratterizzata dalla presenza di pochi grandi centri con numerosi villaggi agricoli o minerarii.

Si comprende che in condizioni simili l'industria elettrica abbia fatto pochi progressi: le distanze considerevoli non hanno permesso la creazione di vaste reti di trasporto: le reti di distribuzione sono poche e sporadiche. Tuttavia, data la scarsezza di popolazione e l'intensa attività industriale e commerciale, ne risulta un consumo elevato di energia per abitante.

Scarse le forze idrauliche, abbondante il carbone. Le prime sono prevalentemente collocate in regioni lontane dalla civiltà epperò non sono ancora, nonchè sfruttate, interamente note.

La produzione è quindi in prevalenza termica.

Esiste ancora qualche Azienda privata: ma la smania socializzatrice, specialmente nello Stato di New South Wales, condurrà fra qualche anno alla completa assunzione degli impianti elettrici da parte di Enti pubblici: ultima a cadere è stata la Città di Melbourne, che fino a un anno fa era ancora servita da una Compagnia privata.

Occorre però avvertire che talvolta, come nello Stato di Tasmania, popolazione e governo erano in origine ostili alla statizzazione o municipalizzazione, ma dovettero rassegnarvisi per il fallimento delle Imprese private. Oggi colà nessuno si sente più di andare ad investir capitali colla prospettiva di correre i primi rischi per essere poi espropriato: e così molte località restano prive di energia.

I prezzi sono elevati, ma non sembra che gli utili siano considerevoli.

Contribuiscono a rendere poco redditizia l'industria le gravi spese di impianto, dovute in parte alla necessità di introdurre dall'Estero macchinari pagando diritti doganali elevatissimi, in parte l'altezza dei salari, che rende caro anche il combustibile di cui pure il paese è assai ricco.

Sull'esempio dell'Inghilterra, è stata costituita una « State Electrical Commission », organo regolatore e di collegamento fra le varie Aziende Statali o Comunali.

Risorse naturali.

La Confederazione Australiana, comprende, oltre all'Australia ed isole minori, l'isola di Tasmania e parte della Nuova Guinea: quest'ultima in parte come possesso e in parte come mandato.

La principale risorsa sono i combustibili, dei quali sono ricchi tutti gli Stati australiani. La produzione che supera il consumo, è attualmente di circa 14 milioni di tonn.-anno. Abbondano i « browncoals » e ligniti propriamente dette: il solo Stato di Victoria possiede giacimenti di combustibili di medio potere calorifico (6000÷6500 cal.) per undici miliardi di tonnellate accertati. Nel Queensland se ne sono già accertati più di due miliardi. Anche l'isola di Tasmania e la Nuova Guinea hanno buone dotazioni.

Scarseggiano e quasi mancano i combustibili liquidi. Vi si fa invece uso di alcool ottenuto da sottoprodotti agricoli e da melasse, per sostituire in parte la benzina. Si ha pure abbondante produzione di benzolo ottenuto dalla distillazione del fossile per la produzione del coke. Questi combustibili sono, in piccola parte, impiegati anche per produzione di energia negli impianti più modesti.

Abbonda il legname di scadente qualità, anch'esso impiegato in qualche raro caso allo stesso fine. In complesso, la situazione della Confederazione Australiana, per ciò che riguarda i combustibili, è assai simile a quella dell'Inghilterra e della Germania.

Le forze idrauliche sono poche, per ragioni evidenti. Nella maggior parte del continente le pioggie sono meschinissime, e solo nella zona costiera si accostano, e non da per tutto, a 700÷900 mm. Scarseggiano le montagne, mancano quasi completamente le nevi. Fanno eccezione la Nuova Guinea, che va nell'eccesso opposto con pioggie che raggiungono in media i 4 m annui e in qualche regione i 6 m, e la Tasmania, che ha massimi di pioggia di 3 m. e 50. In queste regioni a clima uniforme le pioggie sono assai ben distribuite nell'anno, ed abbondano pure favorevoli situazioni per la creazione di serbatoi. Entrambe hanno anche adatti sistemi orografici.

Per ciò che riguarda il Continente il « Water Power Committee » ha calcolato che le risorse idrauliche siano le seguenti, divise per gruppi orografici:

Alpi Australiane	da 300	a	500	mila	HP.
Montagne azzurre	» 25	a	50	»	»
Catena della New England	» 200	a	500	»	»
Distretto di Cairns	» 100	a	250	»	»

In complesso, da 625 a 1.300 migliaia di HP.

Se si tien conto della vastità immensa delle regioni interessate, si può dire che tale patrimonio è trascurabile: tanto più che le doppie cifre stanno ad indicare una sensibile incostanza stagionale.

Di recente si sono fatti appositi rilievi nell'isola di Tasmania, con una spesa di quasi quattro milioni di lire, per stabilire un catasto delle forze idrauliche. Secondo tale studio l'isola di Tasmania possiede 400.000 HP di più facile attuazione, con un totale che può spingersi a 750.000 HP.

La più ricca è la Nuova Guinea, che nella parte australiana (Possesso e Mandato) avrebbe, secondo studi ufficiali, una disponibilità di 20 milioni di HP. Pare si intenda utilizzarli per la produzione di nitrati.

Infine va segnalata fra le possibili risorse l'utilizzazione delle maree.

Nel Queensland, a Broadsound nella baia di Keppel, la marea raggiunge altezze di 7,50 a 9 m, in condizioni topografiche assai favorevoli. Così nello Stato di Western Australia si trovano analoghe circostanze: particolarmente alla foce del fiume Glenelg, dove con modesta spesa si potrebbero utilizzare maree di m 10,80 d'altezza. Così fra Broome e Wyndham si hanno maree di m 8,50.

L'opinione dominante fra i tecnici australiani è poco favorevole alla costruzione di impianti idroelettrici, che essi ritengono per la maggior parte più costosi di quelli termici. Inoltre la scarsezza di pioggie ed il gran bisogno di acqua per l'irrigazione non sempre rendono possibile una conveniente utilizzazione industriale, poichè l'acqua viene gelosamente raccolta (esistono serbatoi cospicui a tale scopo) e distribuita solo in determinate stagioni.

Impianti esistenti e produzione di energia.

Gli ultimi dati completi che si posseggono sono della fine del 1927.

Gli impianti più importanti sono quelli di Sydney (quattro centrali a vapore = circa 107.000 kW), di Melbourne (due centrali a vapore = circa 52.000 kW) e di Newport (due centrali, 108.000 kW). Sono in progetto per tali centri grandi centrali uniche di tipo moderno.

Le sole Centrali idroelettriche importanti sono nell'Isola di Tasmania, ed anch'esse, meno una, modeste: Waddamana, con 66.000 HP, Lake Margaret con 9.600 HP, Launceston con 1.950 HP. Seguono altre minori.

La tabella seguente dà le potenze e le produzioni, complessive e per abitante, di ciascuno degli Stati della Confederazione australiana.

ENERGIA PRODOTTA E POTENZA INSTALLATA NELLA CONFEDERAZIONE AUSTRALIANA ALLA FINE DEL 1927.

STATI	Energia prodotta nel 1927 kWh		Potenza installata kW	
	Totale	per abitante	Totale	per abitante
Nuova Galles del Sud	674.655.000	281	347.700	0.145
Victoria	591.500.000	340	238.000	0.137
Queensland	89.933.000	100	51.000	0.057
Australia meridionale	96.000.000	167	53.000	0.0925
Australia occidentale	97.120.000	247	27.000	0.069
Tasmania	317.037.000	1470	70.000	0.324
Totale	1.866.245.000	302	786.700	0.126

Fonte: W. H. MYERS: *The Bulk Supply of Electricity in Australia.* – *World Power*, ottobre 1929.

Le stesse preoccupazioni che in questo momento si hanno in Inghilterra per la razionale utilizzazione dei combustibili tengono vive le discussioni dei tecnici anche in Australia. L'altezza dei salari ed i trasporti rendono il combustibile assai caro, tanto che in media costa più che in Italia.

Linee.

Pochi sono i trasporti di energia fuori delle zone abitate, per le ragioni già dette: e tutti di non lungo percorso. La tensione finora impiegata fu di 44 kV con frequenza 50: ma la « State Electrical Commission » ha deliberato che d'ora innanzi le linee siano a 66 kV pure a 50 periodi. Salvo nelle zone costiere più intensamente abitate non è tuttavia prevedibile un grande sviluppo di tali linee.

Attualmente la linea più lunga è quella fra Geelong e Warrnambool (Victoria), che è lunga circa 200 km. È in acciaio-alluminio.

Tariffe e prezzi.

Sono in uso svariate tariffe del tipo inglese: a costante, calcolata generalmente sul numero degli ambienti, e del tipo scalare. L'impiego per *luce* in negozi ed opifici si paga (in lire italiane) da 2.75 ad 1.80 per il primo grado e da 1.56 a 0.88 per gli ultimi gradi. La tassa fissa per ambiente è, a Melbourne di L. 4.70 per ambiente-mese, più L. 0.485 per kWh.

Nell'isola di Tasmania l'energia, di origine idroelettrica, è data dallo Stato a Compagnie minerarie a prezzi di favore. L'energia per luce costa da L. 2.35 a L. 1.16, per forza da L. 0.78 a L. 0.20.

Trazione.

Assai sviluppata è in Australia la trazione elettrica, sia urbana che ferroviaria: quest'ultima per ora limitata a linee suburbane.

Nella sola Sydney e sobborghi si hanno 320 chilometri di binario di ferrovie suburbane elettrificate e 660 km. a Melbourne: il sistema adottato è la corrente continua a 1500 Volts. Le ferrovie della New South Wales e di Victoria hanno allo studio un vasto programma di elettrificazione.

Fonti: Oltre a quelle citate: *Electrical Review*, 16 marzo 1929. – *Atti della Conferenza di Londra* (1924) *della W. P. C.* – *Serial report of the electrification of steam Railroads Committee* (*N.E.L.A.*), 1929.

Nuova Zelanda

Caratteri dell'industria.

Sebbene le condizioni politiche e le idee dominanti siano nella Nuova Zelanda poco diverse da quelle dell'Australia, l'industria elettrica non vi è ancora interamente in mano agli Enti pubblici: esistono ancora varie Società private (alcune delle quali sono Compagnie minerarie o industriali) specialmente produttrici: di distributrici ne sono rimaste solo quattro su un totale di 85 organismi.

La legislazione è simile a quella della Confederazione Australiana sebbene più antica (data dal 1915). Essa ha creato il solito organo « Power Board » che regola il funzionamento degli impianti municipali o provinciali.

In origine buona parte degli impianti furono eseguiti da privati (quasi tutti a vapore o ad olio) e più tardi acquistati dagli Enti pubblici, ai quali è particolarmente dovuto lo sviluppo idroelettrico, tuttora in aumento.

La Nuova Zelanda è un paese avente una popolazione limitatissima (1.500.000 abitanti) in parte concentrata, in parte sparsa. Diversamente da quanto avviene in Australia, le cam-

pagne hanno una parte importante nel consumo di energia. Ciò porta ad un elevato consumo per abitante (310 kWh nel 1927), considerevolissimo se si tiene conto che la forza motrice entra nel consumo totale soltanto per poco più di un terzo. Ciò significa che il consumo domestico per abitante è decuplo del nostro.

L'investimento di capitali raggiunge quasi 20 milioni di sterline (1 miliardo e 850 milioni di lire).

Risorse naturali. Esistono importanti giacimenti di carbone specialmente sulle coste occidentali dell'isola meridionale: ma le miniere sono condotte dallo Stato, ed il loro prodotto riesce così caro che è battuto in concorrenza dal carbone importato (1).

Questa erronea politica statizzatrice insieme all'esagerazione dei salarii rende impossibili le industrie più importanti: cosicchè sebbene il paese sia ricco di minerali di ferro esso non può dar vita all'industria metallurgica, troppo piccolo essendo il consumo locale ed impossibile l'esportazione pei costi elevati dei prodotti. Il paese è quindi prevalentemente agricolo, e produce in abbondanza latticini.

La vera risorsa della Nuova Zelanda sono le forze idrauliche. Il paese è montagnoso, a clima simile a quello dell'Italia, con buone precipitazioni e presenza di nevi e ghiacciai nelle parti più elevate dell'isola meridionale. Un diligente studio dell'Ing. Hay del Genio Civile Newzelandese stima le disponibilità a 500.000 HP per l'isola settentrionale e 3.200.000 HP per la meridionale.

Prevalgono i salti fra i 500 ed i 1000 metri che da soli importano 2.500.000 HP: vi sono anche due casi nei quali sono utilizzabili salti di 2000 m, per complessivi 52.000 HP.

Impianti esistenti e produzione. Ormai ha preso il sopravvento la produzione idraulica, che nel 1927-28 (le statistiche chiudono al 31 marzo) rappresentava il 74% dell'energia prodotta, ed il 78% della potenza installata.

Gli impianti idroelettrici sono assai numerosi: i principali sono quello del Lago Coleridge che nel suddetto esercizio produsse 94 milioni di kWh, con punte di 21.000 kW ed una potenza massima disponibile di 27.000 kW; quelli del fiume Waikato che produssero 88 milioni di kWh con punte di 15.700 kW; quello di Mangahao che produsse 98 milioni di kWh con 20.000 kW di punta (*Electrical Review*, 7 dicembre 1928).

Al 31 marzo 1928 il totale installato era di 146.340 kW, di cui circa 115.000 idraulici. La produzione nell'anno statistico 1927÷28 fu di 450 milioni di kWh.

Linee. Vi sono, in conseguenza del crescente impiego delle forze idrauliche, numerose linee di trasporto. Le più importanti sono a 110.000 Volts, altre a 66.000, 45.000, e ad 11.000 Volts. La frequenza impiegata è di 50 periodi.

Consumi dell'energia e tariffe. La Nuova Zelanda è fra i primi paesi del mondo per il consumo domestico d'energia. Lo sviluppo di esso è dato principalmente nelle campagne dove il tenore di vita assai elevato anche nelle famiglie più modeste e la mancanza di distribuzioni di gas illuminante ha portato ad un larghissimo impiego d'elettricità per tutti gli usi e principalmente per applicazioni termiche d'ogni specie. L'essere l'agricoltura assai progredita e rivolta principalmente alla produzione dei latticini ha dato largo sviluppo a molte applicazioni di carattere agricolo ed all'impiego dell'energia su piccoli motori in cascina e in fattoria.

Le tariffe hanno le caratteristiche inglesi: a contatore libero, scalari, Hopkinson. I prezzi per luce segnano massimi di Lire 2.70 (Devonport) in città e L. 3.10 (Franklin County) in campagna; in casi eccezionali di piccoli impianti isolati si arriva anche a L. 7 (uno scellino e mezzo) per kWh; minimi intorno a L. 2. Nelle tariffe scalari si arriva cogli ultimi gradi a L. 1.20. Per le applicazioni domestiche in generale i prezzi sono scalari (da 80 a 40 cent.). Per la forza motrice si impiega spesso la doppia tariffa (80 centesimi di giorno e 20 centesimi di notte).

La media generale corrisponde a circa 60 centesimi per kWh. Si hanno anche tariffe a forfait (per le industrie) che stanno intorno alle 950 lire per kVA-anno.

È interessante la statistica delle varie applicazioni domestiche.

Nella sola Auckland (175.000 ab.) esistevano nel 1927 ben 2.132 cucine elettriche, delle quali 2.078, per più di 5 kW. A Christchurch (118.000 ab.), 1184 cucine delle quali 1024 per più di 5 kW. La zona agricola del Southland ne aveva 845, tutte sopra i 5 kW. Queste cifre sono oggi notevolmente accresciute. Gli scaldabagni ad accumulo erano 4026 ad Auckland, 1473 a Christchurch e 511 nella zona del Southland. Se si tiene conto della scarsa popolazione, le cifre sono veramente importanti.

Trazione. La trazione elettrica è ancora confinata nelle tramvie urbane: si è elettrificato nel 1927 un tratto di 13.500 m. di ferrovia per superare un tunnel di circa 8 Km. (Arthur's pass tunnel), sulla linea ferroviaria principale dell'isola meridionale. Il consumo di energia nel 1928 fu di soli 1.382.000 kWh.

Fonti: Oltre a quelle citate: F. T. M. Kissel: *Electricity in New Zeland*. – *W. P. C.*, Barcelona, 1929.

Sud Africa

Caratteri dell'industria. Nel nome generico di Sud-Africa gli Inglesi comprendono la Colonia del Capo, il Transvaal, l'Orange, il Natal e l'Africa Sud Occidentale.

Con Decreto del 1922 venne regolata la produzione e distribuzione d'elettricità nel Sud Africa, in una forma assai simile a quella che fu poi nel 1926 adottata per l'Inghilterra. Qui l'organo centrale si chiama « Electricity Supply Commission »: esso ha costruito cinque centrali, di cui quattro a vapore ed una idraulica, ed un complesso di linee: l'esercizio della distribuzione nei centri abitati è quasi esclusivamente in mano a municipi, quello delle Centrali in parte diretto, in parte affidato all'industria privata.

Il problema capitale per l'industria elettrica Sudafricana è la fornitura di forza ai bacini minerari. Come è noto le rocce che contengono l'oro esigono ingenti quantità di forza per essere estratte e lavorate: e l'estrazione dell'oro è la principale risorsa del Sud Africa. Le stesse Compagnie che esercitano le miniere già da molti anni avevano creato centrali a vapore proprie, alimentate da carbone del Natal che si può avere sul posto a prezzi assai bassi. Nel 1905 nacque l'idea di utilizzare le grandi cascate dello Zambese nella Rhodesia e fu fondata per questo la « Victoria Falls and Transvaal Power Co. »: ma questa Società, dopo una lunga odissea di studi e di progetti, dovette rinunciare per ora all'idea originaria, sopratutto perchè la grande distanza del trasporto attraverso un paese primitivo (1200 Km.) rendeva l'energia idraulica all'arrivo più costosa della termica.

(1) *Electric Power in New Zealand* by P.H. Powell, in «*World Power*» Agosto 1926.

Oltre alla « Victoria Falls », che ha finito per addivenire ad una combinazione con la « Electricity Supply Commission » per scambio di energia d'origine termica, esistono Società e Consorzi di Compagnie minerarie che eserciscono impianti termici, particolarmente nell'importante bacino minerario di Witwater: quasi tutte in rapporto con la « Commission » colla quale effettuano scambi di energia.

Alla fine del 1927 la « Electricity Supply Commission » aveva già speso 6.500.000 sterline, investite in quattro grandi centrali a vapore, in una più piccola idraulica ed in linee di trasporto. A questa somma vanno aggiunti i costi delle sottostazioni e di centrali private e comunali per almeno altrettanta somma. L'esercizio finanziario non dà risultati molto brillanti.

Risorse naturali.

Il Sud Africa possiede importanti giacimenti di carbone, fra i quali va segnalato quello di Boksburg. Trattasi in generale di carboni di alto potere calorifico (7000 cal.): lo sfruttamento di queste miniere è ancora all'inizio, e neppure si conosce con precisione l'entità del patrimonio in carbone.

Quanto alle forze idrauliche, vi sono abbondanti sopratutto nel Transvaal. I fiumi più ricchi sono oltre lo Zambese (che veramente è fuori del territorio dell'Unione, con le celebri cascate di Vittoria scoperte da Livingstone), il Tugela, il Vaal ed affluenti. Anche di questo patrimonio non si conosce con precisione la misura: certamente è scarsa la valutazione del Geological Survey americano, che la limita ad 1.750.000 HP.

Impianti esistenti e produzione d'energia.

Alla fine del 1927 la «Commission» come si è detto, possedeva cinque grandi centrali, di cui quattro a vapore della potenza complessiva di 186.000 HP (Witbank, Colenso, Capetown, Durban) ed una idraulica (Sabie) di 1700 kW. Le più importanti sono quelle di Witbank e di Colenso con 60.000 kW installati ciascuna: quella di Durban (Congella) non era a quell'epoca ancora entrata in servizio.

La produzione termica di queste Centrali fu nel 1927 di kWh 549.079.000: quella idraulica di kWh 1.939.000, con un totale di 551.018.000 kWh.

Aggiungendo a questa produzione quella ottenuta direttamente dalle Compagnie minerarie, si ha un totale, pel 1927, di circa 1.890 milioni di kWh.

Il totale delle Centrali esistenti era di 159 delle quali 116 con meno di 1000 kW, installati, 6 con più di 50.000, 5 con più di 20.000 ma meno di 50.000 kW.

Esistevano soltanto 33 turbine, in gran parte piccolissime.

Il costo della produzione a vapore non è elevato. Nel 1927 la media del costo del combustibile per tonn. posto nei magazzini delle Centrali fu di circa L. 116: il consumo fu di circa 900 grammi per kWh come media. Di conseguenza la spesa di combustibile fu di circa dieci centesimi per kWh. È evidente che perfezionandosi i mezzi di produzione questa cifra potrà scendere molto più in basso. In queste condizioni è assai poco probabile che prendano sviluppo gli impianti idroelettrici.

Sono tuttavia in progetto diversi impianti idroelettrici, fra i quali quello di Gordon's Bay che ha per obbiettivo Capetown.

Trasporto, distribuzione, impiego e prezzi dell'energia.

La « E. S. Commission » ha costruito 450 Km. di linee ad 88.000 Volts, 160 Km. a 33.000, ed una ottantina a tensioni più basse. Quasi 50 Km. a 33.000 V sono in cavo.

Le distribuzioni urbane sono quasi tutte municipalizzate: si ha notizia di soli sei impianti di distribuzione appartenenti a privati. Quelli comunali esistenti erano 126, e 21 erano in costruzione, alla fine del 1927. Nel 1927 il consumo domestico fu di circa 72 milioni di kWh contro 1.615 milioni di kWh consumati dalle industrie e dalle miniere.

È rimarchevole il consumo annuo per abbonato, che fu di 590 kWh come media raggiungendo nel Natal quasi 1000 kWh. Ciò proviene dal larghissimo uso di applicazioni per riscaldamento nei « bungalows » delle zone minerarie.

Venendo ai *prezzi* dell'energia, a Capetown si vende il kWh a L. 1.95 per luce ed a prezzi variabili da L. 0.80 a Lire 0.40 per la forza; a Johannesburg da L. 2.35 a L. 0.58 (scalare) per luce ed applicazioni domestiche; a Port Elizabeth, pure scalare, da L. 2.35 ÷ 1.20 ÷ 0.40 per applicazioni domestiche, ed a L. 162 per kW-mese più L. 0.39 per kWh per forza motrice. A Pretoria l'energia per luce costa da L. 1.95 a L. 0.80 per kWh (scalare) e la forza motrice da L. 1.20 a L. 0.25. Ovunque si hanno tariffe speciali per impieghi di cucina, con prezzi (a doppia tariffa) variabili fra L. 0.60 e L. 0.30. Nei centri minimi i prezzi sono altissimi: per la luce si superano le tre lire.

La trazione ferroviaria.

Il Ministero delle Ferrovie dell'Unione Sud Africana ha iniziato nel 1926 e proseguito nel 1927-28 l'elettrificazione ferroviaria. I fini propostisi sono l'intensificazione del traffico e l'aumento di velocità sulle forti salite.

Finora i gruppi di linee elettrificate sono due: Pietermaritzburg - Glencoe; Capetown - Seapoint - Capetown - Simonstown.

Il primo gruppo comprende 275 Km. di linea a doppio binario; il secondo, di carattere suburbano, 42 Km. a due e tre binari. Il primo è alimentato a corrente continua 3000 Volts, il secondo pure a corrente continua 1500 Volts, tutte e due a filo aereo.

Importazione di materiale elettrico.

Il materiale elettrico impiegato nel Sud Africa proviene quasi esclusivamente dall'Europa o dagli Stati Uniti. La maggiore importazione proviene dall'Inghilterra: seguono gli Stati Uniti e la Germania. Importano pure quantità notevoli di materiali la Svizzera, il Canadà, la Svezia, l'Austria, l'Ungheria, l'Olanda, la Danimarca, il Belgio e la Francia. L'Italia è assente o quasi.

Le importazioni sono assai rilevanti. Nel 1928, in totale, raggiunsero le cifre seguenti:

	(Sterline)	
Cavi e fili	569.000	
App. di riscaldamento e cucine	118.000	
Contatori	28.000	
Isolatori	7.200	
Materiali vari	73.000	(1)
Lampade ed accessori	153.000	
Apparecchi di illuminazione	24.000	
Pile	115.000	
Accumulatori	82.000	
Motori	138.000	
Trasformatori	106.000	
Dinamo ed alternatori	67.000	
Macchinario elettrico vario	877.000	
Sterline	2.357.000	

Alcuni di questi materiali potrebbero essere vantaggiosamente esportati dall'Italia: è evidente che all'importazione non si oppongono ostacoli, sebbene sia favorita quella inglese. Furono in aumento rispetto al 1927 le importazioni di apparecchi

(1) È l'unica voce dove l'Italia figura, per 5.600 sterline.

di riscaldamento e cucine, i contatori, i materiali diversi, gli apparecchi di illuminazione, le pile, i trasformatori, i generatori.

Trattasi di un mercato in grande e continuo sviluppo, da raccomandare all'attenzione dei nostri costruttori. Notizie più precise possono aversi dalla nostra Rappresentanza diplomatica (Ministro plenipotenziario a Capetown), oppure dalle R. Agenzie Consolari di Johannesburg e Pretoria.

Fonti: *Electricity Supply Commission Annual Report*, giugno 1928; *World Power*, marzo e aprile 1926; *El. Review*, 9 agosto 1929.

Palestina

Caratteri dell'industria.

Il Mandato inglese della Palestina è fra i pochi paesi di recente colonizzazione europea dove l'industria elettrica abbia iniziato un sensibile sviluppo.

Sono in esercizio tre concessioni: quella della « Jaffa El. Co.», altra della « Palestine Electric Corporation » e una terza della ditta « Balfour, Beatty & Co. ».

La « Jaffa El. Co.» era stata costituita con l'idea di utilizzare le cascate dell'Auja, fiume che sbocca nel Mediterraneo presso Giaffa; ma esaminato meglio il regime del fiume l'idea fu abbandonata per sostituirvi una centrale termica a Tel-Aviv, capitale dell'infelice colonia sionista. Essa serve, oltre a basi militari ed aeree, anche Giaffa ed altri centri minori.

La « Palestine El. Corp. » iniziò la sua opera con la costruzione di una centrale termica ad Haifa: poi per la prima ha costruito un impianto idroelettrico sul Giordano.

La « Balfour, Beatty & Co. » esercita, con una centrale termica, la zona di Gerusalemme.

È facile immaginare che trattasi per ora di impianti assai modesti: non si hanno precise notizie di carattere finanziario: si sa solo che la « Palestine El. Corp » ha un capitale di un milione di sterline.

Risorse naturali.

Consistono principalmente in alcune modeste forze idrauliche sul Giordano e sui suoi affluenti: come è noto esistono in Palestina giacimenti di roccia bituminosa, ma finora non si ha notizia che si pensi a trarne profitto.

Anche le risorse idrauliche sono molto modeste: e sono principalmente costituite dalle rapide del Yarmuk e del Giordano, fra il Mar morto e il Lago di Tiberiade. Entrambi questi laghi sono al di sotto del livello del mare a (— 392) il primo, ed a (— 206) il secondo: e gran parte del bacino dei loro affluenti e del Giordano che li congiunge sono al di sotto del Mediterraneo. Le pioggie cadono solo nei mesi invernali e sono assai variabili (fra venti e cinquanta centimetri): il lago di Tiberiade consente una discreta regolazione, e potrebbe utilmente esser sistemato completamente a serbatoio.

Impianti esistenti.

Finora si è utilizzata solo una piccola parte delle disponibilità del Giordano e del suo affluente Yarmuk. Questo è un torrente a decorso breve e ripido, che entra nel Giordano a circa 8 Km. a valle del suo inizio dal Lago di Tiberiade, svolgendosi dal livello del mare alla quota (— 240).

Il salto utilizzato sul Yarmuk supera di poco gli otto metri: sul torrente è stato creato un piccolo serbatoio di due milioni e mezzo di mc. di capacità, che serve da regolatore quotidiano. In questo laghetto viene portato anche il Giordano con un canale di 60 mc. La regolazione estiva è fatta dal Lago di Tiberiade: la centrale comprende quattro gruppi da 6000 kW ciascuno.

La centrale della « Jaffa El. Co. » a Tel-Aviv è costituita da due motori Diesel da 500 HP; quella di Haifa della « Palestine Corporation » da tre motori analoghi da 250 HP. Altre piccole centrali consimili sono a Gerusalemme e Tiberiade.

Si è iniziata una linea di trasporto dalla centrale del Giordano ad Haifa, parte in rame e parte in acciaio-alluminio, a 66 kV da portarsi più tardi a 110 kV. Sono previste altre linee minori a 22 kV.

Risultati d'esercizio.

Gli impianti non sono ancora completamente ultimati; lo sviluppo della vendita ha proceduto abbastanza rapidamente a Tel-Aviv, Giaffa e Haifa. Le condizioni politiche locali non sono troppo promettenti: non si hanno notizie precise sulla produzione.

È intenzione del Governo del Mandato di Palestina di elettrificare in seguito la ferrovia Haifa-Kantara (sul Canale di Suez). Per ora le applicazioni principali sono, oltre l'illuminazione, la produzione del freddo, l'alimentazione dei primi stabilimenti, il sollevamento d'acqua potabile e l'irrigazione. Le applicazioni agricole potranno avervi largo sviluppo se la tranquillità tornerà nel paese.

ING. ETTORE CESÀRI.

ING. PAOLO ZANELLI

PRESIDENTE DEL GRUPPO AGRARIO DEL SINDACATO PROVINCIALE FASCISTA INGEGNERI DI MILANO

Primi risultati del Concorso per la fattoria elettrificata del Basso Milanese

Dal Gruppo agrario del Sindacato Fascista Ingegneri di Milano abbiamo ottenute alcune notizie circa i primi risultati del Concorso per la fattoria elettrificata del Basso Milanese, di prossima pubblicazione nella Rivista « L'Ingegnere ». *Riteniamo di fare cosa gradita ai nostri lettori pubblicando le notizie stesse qui in seguito, mentre vivamente ci compiacciamo per la iniziativa del concorso, voluto e condotto, sia pure in collaborazione cordiale con altri Enti, da un Sindacato Ingegneri.*

Il Gruppo Agrario del Sindacato Provinciale Fascista Ingegneri di Milano, iniziando a mezzo della apposita Commissione lo studio delle applicazioni elettro-agricole nella provincia, dovette constatare come si avessero nozioni vaghe ed indeterminate su quanto era stato sinora effettuato; e ciò, a causa della scarsa diffusione data nell'ambiente agricolo alle notizie di installazioni eseguite dai singoli.

Ritenne, perciò, la Commissione di ricorrere utilmente ad un concorso, che servisse a mettere in evidenza quanto era stato già conseguito in questo campo, riservando ad un secondo tempo l'eventualità di un secondo Concorso, con maggiore lasso di tempo e più forti dotazioni di premi, onde indurre gli agricoltori a dotare di nuovi impianti elettrici i loro poderi.

Il concorso fu limitato alle fattorie della parte meridionale ed irrigua della provincia, poichè in tale zona le aziende sono generalmente abbastanza estese, e quindi in condizione di poter più facilmente applicare l'energia elettrica.

Così pure la Commissione decise di limitare il concorso alle applicazioni elettriche nella fattoria, escludendo per ora quelle nel podere; poichè il sollevamento d'acqua per irrigazione o bonifica è per ora relativamente limitato nella zona e in ogni modo non abbisogna, per quanto riguarda la parte elettrica, di studi speciali; e l'elettro-cultura non sembra adattata alla natura dei terreni ed alle pratiche culturali in atto nella zona considerata.

Le modalità del concorso risultano dalla circolare diramata che viene quì riprodotta anche nell'eventualità che in altre provincie i gruppi agrari vogliano assumere iniziative analoghe.

Bando di Concorso per la fattoria elettrificata

Allo scopo di cooperare alla diffusione dell'uso dell'energia elettrica nelle campagne del Basso Milanese, questo Sindacato indice un primo concorso fra i cascinali della zona sotto specificata, nei quali risulti più razionale tanto dal punto di vista tecnico che *economico* l'applicazione dell'energia elettrica per l'esercizio di un'azienda agricola.

Possono concorrere i conduttori di fondi irrigui (proprietari e fittabili) situati nella Provincia di Milano a *sud* della linea ferroviaria Novara – Milano – Treviglio, le cui aziende abbiano una estensione di almeno 500 pertiche milanesi, pari a circa E. 33.

Il concorso è aperto a tutto il 31 DICEMBRE 1929 VIII e i concorrenti devono inoltrare domanda per essere ammessi, a mezzo posta alla Commissione per le Applicazioni Elettro-Agricole presso il SINDACATO PROVINCIALE FASCISTA INGEGNERI DI MILANO, Via S. Paolo, 10, Milano, ritornando l'unito modulo debitamente compilato.

Le aziende che intendono essere ammesse al concorso devono essere dotate come minimo dei seguenti impianti:

a) Illuminazione elettrica dei locali di abitazione e stalle;

b) Impianti di sollevamento di acqua a mezzo motore elettrico per gli usi di cascina;

Verranno inoltre prese in esame le seguenti altre eventuali applicazioni elettriche, in ordine decrescente d'importanza:

c) Impianti per la preparazione del mangime: trincia foraggi, trincia tuberi, macine per panelli, sfarinatori, sgranatoi, ecc.

d) Attrezzatura per l'industria casearia: impianti per funzionamento di zangole, scrematrici, piccoli frigoriferi, ecc.

e) Impianti per trebbiatura di grano e riso e anche per conto terzi;

f) Diversi: Ventilazione forzata delle stalle (elettroventilatori), segheria e piccole officine per industrie agricole che consumino energia elettrica durante la stagione invernale.

Il presente concorso ha lo scopo di mettere in evidenza *con esempi pratici* i vantaggi economici e sociali che l'uso dell'energia elettrica *razionalmente impiegata* può apportare agli agricoltori. Per questo le aziende premiate saranno meta di visite da parte di agricoltori e di tecnici; dette visite verranno svolte in modo di non apportare nè spese, nè disagio, nè perdita di tempo agli ospiti riceventi. Sarà necessario che i concorrenti forniscano quei dati economici sull'esercizio elettrico della loro azienda, che possono costituire elementi di giudizio per la Commissione nell'assegnazione dei premi, poichè oltre che della buona esecuzione e manutenzione degli impianti, tanto dal punto di vista meccanico che elettrico (isolamento), la Commissione terrà conto del modo col quale l'energia elettrica viene utilizzata, favorendo quei concorrenti che col *minimo di potenza impegnata* possono, eseguendo i lavori di cascina, per quanto possibile, uno dopo l'altro, compiere un maggior numero di operazioni; in altre parole verrà data la preferenza a chi ha un maggior numero di ore di utilizzazione annue in rapporto al massimo di energia assorbita.

Alle aziende che saranno giudicate meritevoli, la Commissione assegnerà entro il termine di tre mesi dalla chiusura del concorso i seguenti premi:

1° Premio	—	Medaglia	d'oro	grande	e Diploma
2° »	—	»	»	media »	»
2° »	—	»	»	piccola »	»
4° »	—	»	vermeil	grande »	»
5° »	—	»	»	media »	»

Il risultato del concorso verrà reso pubblico attraverso gli atti del Sindacato Provinciale Fascista Ingegneri di Milano e a mezzo della stampa.

***

In seguito al notevole afflusso di domande di inscrizione e anche allo scopo di incoraggiare al massimo l'adesione delle fattorie minori, fu successivamente deciso di costituire due classi di fondi concorrenti; e cioè: A – con superficie fra 33 e 100 Ettari circa; B – superiori a 100 Ettari; e ciò tenendo conto che le aziende di maggiore estensione, anche se meglio dotate di impianti elettrici in fattoria, non possono essere paragonate con altre di tipo analogo. A ciascuna classe venne destinata una serie di premi, uguale a quella fissata dal bando di concorso.

Per dare la possibile diffusione alla notizia del concorso, fu inviato il bando e l'unita scheda di adesione a tutte le Autorità ed Enti ed alla stampa politica ed agraria; nonchè ai Podestà dei Comuni interessati e ad oltre 400 utenti di energia elettrica per forza motrice. Insistendo ulteriormente con comunicati nella stampa ed avvalendosi dell'opera personale di propaganda di colleghi, di Enti agrari e di Opere Pie con larga proprietà rustica, le iscrizioni hanno raggiunto alla chiusura un numero dapprima non sperato.

Hanno infatti aderito N. 71 aziende, per una superficie complessiva di E. 7553. Non essendo state ammesse al concorso N. 7 fattorie, perchè di superficie deficiente o sprovviste del prescritto impianto di sollevamento d'acqua oppure perchè fuori zona, sono rimaste in gara N. 64 aziende, per una superficie complessiva di E. 7113.

Le adesioni hanno messo in chiaro uno stato di avanzamento nella elettrificazione dell'azienda agraria del Basso Milanese superiore al preveduto, per quanto molto inferiore al necessario.

Per meglio conoscere gli indirizzi finora seguiti dagli agricoltori ed individuare le deficienze attuali nelle singole applicazioni, sono stati classificati e raggruppati sotto voci generiche gli impianti denunciati dai concorrenti, tenendo separate le aziende delle due categorie. Gli elementi statistici ricavati sono riportati, insieme con quelli generali, nella tabella seguente.

ELEMENTI STATISTICI	FATTORIE CONCORRENTI			
	Ammesse			Non ammesse
	fino a E. 100	oltre E. 100	Totali	(tutte fino a E. 100)
Numero	33	31	64	7
Di superficie inferiore a E. 33	—	—	—	1
Senza impianto d'acqua	—	—	—	3
Fuori zona	—	—	—	3
Superficie complessiva: Ettari	2294	4819	7113	440
» minima »	39	105	—	22
» massima »	100	327	—	100
Impianti luce	33	31	64	7
» sollevamento acqua	33	31	64	4
» preparazione mangimi	25	24	49	3
» ventilatori stalle	7	8	15	1
» pompe per liquame	8	9	17	—
» sfibratrici	—	1	1	1
» sollevamento per silos	3	6	9	1
» industria casearia	19	19	38	1
» trebbiatura	16	27	43	2
» essiccatoi	15	21	36	1
» svecciatoi	1	—	1	—
» pila riso	—	1	1	—
» frigoriferi	—	2	2	1
» seghe	18	23	41	3
» mole per affilare	12	7	19	3
» officine per riparazioni	4	10	14	2
» usi domestici vari	3	5	8	1

Oltre agli impianti sopra indicati, alcuni concorrenti hanno denunciato altre applicazioni non considerate nel concorso, e cioè tre impianti di irrigazione, uno di bonifica, ed uno di aratura; più un impianto cinematografico ed uno per la carica di accumulatori.

Dalla tabella redatta in base alla descrizione degli impianti fatta dai concorrenti e che potrà quindi subire qualche variazione in seguito alla visita da parte della Commissine aggiudicatrice, si rileva che, oltre l'impianto di luce e di sollevamento d'acqua necessari per adire al concorso, presentano già buona diffusione nelle cascine elettrificate le applicazioni per la preparazione dei mangimi, l'industria casearia, la trebbiatura e la essiccazione dei cereali, il taglio della legna; hanno applicazione discreta i ventilatori per le stalle, le pompe per i liquami, gli impianti di sollevamento per silos, le mole per affilare, le officine per riparazioni; presentano applicazioni deficienti le sfibratrici, gli svecciatoi, i frigoriferi, le applicazioni domestiche oltre quella della illuminazione.

Con riserva di ritornare sull'argomento, che è del massimo interesse, quando il lavoro di indagine sarà perfezionato, notiamo fin d'ora che anche la sfibratura dei foraggi grossolani, la produzione del freddo specialmente per la fabbricazione di ghiaccio igienico per il caseificio e per la conservazione del latte alimentare, e le applicazioni per usi domestici vari, applicazioni queste ultime specialmente nel Nord America molto studiate e curate per il grande miglioramento che esse adducono alla casa rurale, dovranno in tempo breve progredire intensamente, al quale progresso certo il concorso in esame può e deve portare efficacemente contributo.

Non sarà inutile di spendere qualche parola sulla composizione del Comitato promotore e della Commissione aggiudicatrice del concorso, composizione che è stata oggetto di particolari cure.

Il Comitato promotore, presieduto dal Segretario del Sindacato Provinciale Fascista Ingegneri di Milano, è costituito dai Presidenti della Federazione Provinciale Fascista degli Agricoltori, della Cattedra Ambulante di Agricoltura e della Società Agraria di Lombardia.

La Commissione aggiudicatrice, presieduta dal Reggente il Gruppo Agrario del Sindacato Provinciale Fascista Ingegneri di Milano, segretario il segretario della Commissione per le applicazioni elettro-agricole del Gruppo stesso, è stata divisa in due sottocommissioni, per accelerare e alleggerire il lungo e gravoso lavoro di visita alle fattorie concorrenti, già distinte in due classi con due serie separate di premi.

Ogni sottocommissione si compone: di due ingegneri, membri rispettivamente delle Commissioni per le applicazioni elettro-agricole e per la meccanica agraria del Gruppo Agrario del Sindacato Ingegneri, di un rappresentante degli Enti Agrari provinciali (Direttore della Cattedra Ambulante oppure Segretario della Società Agraria di Lombardia), di un provetto agricoltore, designato dalla Federazione Provinciale Fascista degli Agricoltori di Milano e di un elettrotecnico, designato dalla Unione Nazionale Fascista Industrie Elettriche. In tutto 5 membri, quanto occorre per non costituire sottocommissioni troppo numerose, e quindi di difficile funzionamento, e nemmeno troppo esigue in modo da trovarsi in difficoltà di lavoro proficuo in caso di forzata assenza di qualche componente.

Ing. PAOLO ZANELLI.

FATTI E TESTIMONIANZE

UN ARTICOLO STONATO

Con questo titolo *L'Agricoltore d'Italia* di Roma, dopo aver riportato quanto abbiamo pubblicato in questa stessa rubrica togliendolo dalla pregiata Rivista *Il Politecnico* di Milano (i lettori ricordano che questa Rivista dichiarava non essere giusto creare a favore degli utenti agricoli dei privilegi economici che avrebbero dovuto essere necessariamente scontati dagli altri utenti), così commenta:

« Che da parte interessata vengano così alterati i termini « della questione non c'è troppo da meravigliarsi.

« Quel che sorprende è come tali interpretazioni inesatte « vengano riportate come « fatti e testimonianze » dalla Rivista « *L'Energia Elettrica* organo ufficiale della UNFIEL, alla « quale non mancano elementi per sapere che i termini del pro« blema sono ben diversi.

« Già altra volta avemmo occasione di precisare in proposito « che gli agricoltori non hanno mai preteso di non pagare il « prezzo equo e tanto meno che l'industria elettrica faccia pa« gare ad altri utenti le spese di eventuali tariffe di favore per « l'agricoltura ».

O che *L'Agricoltore d'Italia* ha le traveggole? Che possa dichiarare la nostra Rivista interessata passi. Noi infatti costituiamo l'organo ufficiale dei produttori e distributori di energia elettrica. Ma che invece dichiari parte interessata gli scrittori di *Il Politecnico*, i quali sono tutti, senza eccezioni, professori, studiosi, professionisti, tecnici di primissimo ordine, riesce addirittura sbalorditivo. Prendiamo tuttavia nota che lo stesso giornale conferma *che gli agricoltori non hanno mai preteso di non pagare il prezzo equo e tanto meno che l'industria elettrica faccia pagare ad altri le spese di eventuali tariffe di favore per l'agricoltura.* Ne prendiamo nota soltanto perchè saremmo curiosi di sapere chi pagherà la differenza fra i prezzi politici che pretendono gli agricoltori e i prezzi giusti, cioè quelli che dovrebbero essere pagati.

Se *L'Agricoltore d'Italia* ci volesse rispondere che la differenza deve essere pagata dallo Stato, ci permetteremmo modestamente di fargli presente che lo Stato maneggia i denari dei contribuenti, e gli dovremmo ripetere senza possibilità di obiezioni che non è giusto che il contribuente generico paghi l'energia consumata dagli agricoltori, così e come non è giusto che chi resta a casa paghi il biglietto ferroviario di colui che viaggia, o chi non telefona paghi il servizio degli utenti telefonici. Almeno in questo siamo d'accordo con lo scrittore de *L'Agricoltore d'Italia*?

ELETTRICITÀ E AGRICOLTURA

Col titolo « Elettricità e Agricoltura » il *Giornale di Agricoltura della Domenica* pubblica un lungo studio del signor Studiati, il quale si studia (scusino i lettori il bisticcio di questi vocaboli) di ricavare il succo dell'interessantissima relazione presentata all'ultimo Congresso dell'A.E.I. dall'Ing. Piero Casini, Direttore della Società Elettrica Bonifiche e Irrigazioni, la quale relazione studiava particolarmente le esigenze ed i risultati probabili delle applicazioni elettroagricole nelle Puglie.

Il signor Studiati così riassume le calcolazioni dell'Ing. Casini: « *Il fattore energia* (badi il lettore, non soltanto energia « elettrica) *nella produzione agraria pugliese è rappresentato da* « 148 *milioni di kWh pari a* 93 *kWh per ettaro, ossia a circa un* « *kWh per ogni* 17 *lire di prodotto* ».

Dopo di che lo Studiati prosegue testualmente:

« *Le deduzioni che si ricavano sono tre : la prima è che l'agri*« *coltura non richiede grandi quantità di energia ; la seconda è* « *che nel lavoro complessivo una elevatissima quota spetta al* « *lavoro umano, non facilmente sostituibile, e la terza, riassuntiva,* « *è che togliendo dal complesso dell'energia totale quella umana,* « *rimane (per le Puglie) un fabbisogno di soli* 88 *milioni di kW-ora* « *ripartito su oltre un milione e mezzo di ettari richiedenti per la* « *elettrificazione un immobilizzo minimo di mezzo miliardo* ».

Queste conclusioni sono meritevoli di essere ricordate nella nostra rubrica perchè veramente importanti, noi riteniamo perfino molto più importanti di quello che il signor Studiati non creda.

Ammiriamo lo sforzo e la buona volontà dell'articolista del *Giornale di Agricoltura della Domenica*, il quale, ispirandosi ad un senso di collaborazione un po' troppo (se ci si consente la franchezza) color di rosa, auspica un mondo ideale, nel quale gli industriali elettricisti dovrebbero addirittura vendere l'energia elettrica a un tanto fisso per l'ettaro lavorato o per il quintale trebbiato, o per il metro cubo sollevato, ecc.

Nel mondo della realtà questi sistemi temiamo forte non potranno mai avere l'adesione degli uomini responsabili, perchè urtano contro il principio della divisione del lavoro e costituirebbero una *pépinière* di contestazioni senza numero. Il produttore di energia elettrica deve vendere energia elettrica; e spetta all'acquirente studiare la convenienza dell'acquisto, curarne la più grande economia d'impiego e sorvegliare la sua azienda. Che cosa direbbe il signor Studiati se i cotonieri chiedessero un giorno agli elettricisti di voler misurare l'energia elettrica non col contatore ma coi chilogrammi di cotone filato?

Riconosciamo d'altra parte che i consigli che il signor Studiati dedica agli industriali elettricisti sono pieni di buon senso. Egli suggerisce di tener conto che un pessimo cliente di oggi può diventare buono domani, quando all'uso iniziale dell'energia se ne aggiungano degli altri. Dice ad esempio che la irrigazione crea la colonizzazione, le case, l'illuminazione domestica, la trasformazione industriale dei prodotti e così via di seguito; ci invita a ricordare che i sacrifici dell'oggi sono spesso compensati dai benefici del domani. Vuole insomma che noi consideriamo le proposte di impianti elettroagricoli con spirito non disinteressato, ma equitativo e sopratutto lungimirante.

Ebbene, ci sia permesso dichiarare che gli industriali elettricisti non meritano di essere sospettati di non avere queste idee e di non applicarle. Essi rappresentano l'industria che ha avuto il maggior sviluppo in Italia, ad onta che fra tutte esiga il maggior sforzo di immobilizzi. Vogliamo dire dunque che lo spirito di intrapresa, il quale è tutt'uno con l'applicazione del principio rotariano: *profitta di più chi serve meglio*, non manca alla nostra industria. Il guaio è, ce lo consenta il signor Studiati, che l'agricoltura non è e non sarà mai un cliente tale da potersi facilmente soddisfare con le visioni francescane che egli ci prospetta. Stiamo alle cifre; anzi, per non farci discutere le basi

del nostro ragionamento, prendiamo le cifre del suo studio. Egli dice che il fabbisogno di energia elettrica — non di energia totale — per le Puglie può essere di 88 milioni di kW-ora (diciamo 90) ripartiti su oltre un milione e mezzo di ettari, cioè su 15.000 chilometri quadrati, e riconosce che l'elettrificazione di una così vasta zona richiederebbe un immobilizzo di mezzo miliardo.

Il conto è semplice. Per distribuire un kW-ora occorre immobilizzare lire 5,50 in cifra tonda. Quanto vogliono riconoscere gli agricoltori agli immobilizzatori di questa somma per interesse, ammortamento ed esercizio? Supponiamo poco, supponiamo soltanto il 15 %. Ne conseguirà che per questi soli titoli il kW-ora verrebbe a costare 82 cent. e mezzo. Naturalmente bisognerebbe ancora comprare l'energia ossia retribuire l'impianto di produzione e, dove sia il caso, l'impianto di trasmissione. Non sarà esagerato ritenere che tenendo conto di questi elementi il costo di un kW-ora distribuito in tale zona e nelle condizioni ricordate, deve essere sensibilmente superiore ad una lira e 20 cent.

Ed allora noi elettricisti, accusati di essere esosi e rapaci, ci chiediamo se non sia il caso di consigliare agli agricoltori di ricorrere a qualche altro sistema di produzione di forza motrice che sia più economico. Non vogliamo con questo risolvere senz'altro il problema. Vogliamo semplicemente prendere nota dei *fatti e delle testimonianze*, come esige il titolo di questa rubrica, affinchè la nostra azione sia un po' meno misconosciuta, specialmente nel campo agricolo, di quanto non sia stata fin qui.

***

A riprova che questo nostro modo di pensare non sia poi tanto eterodosso, ecco qua che cosa avrebbe detto un autentico agricoltore, intelligente ed attivissimo, in una discussione fatta dall'Associazione Elettrotecnica Italiana sede di Bologna, il giorno 13 di dicembre u. s. in occasione della conferenza tenuta dall'Ing. Renato Bessi sul tema: *L'energia elettrica nelle campagne*. L'agricoltore di cui parliamo è l'Ing. Rizzoli, il quale avrebbe pronunciato le seguenti parole:

« Prendo la parola come vecchio agricoltore, affermando che « gli agricoltori bolognesi non sono misoneisti, e lo hanno di« mostrato colle numerose elettrificazioni di vasti tenimenti nella bassa pianura, e coll'impiego dei trattori per i due terzi « delle arature in zone ad asciutta coltura. *È facile dimostrare « il vantaggio dell'energia elettrica nell'irrigazione e concludere « che spendendo uno si può' avere settanta ;* ma tale vantaggio « proviene indirettamente dall'energia elettrica e direttamente « dall'acqua, quando c'è, *tanto è vero che si ha la convenienza di « irrigare anche adottando motori termici*. Se si vuol parlare di « elettrificazione dell'agricoltura, bisogna pensare alla prepon« derante estensione di terreni ad asciutta coltura, divisi in co« lonie di media estensione, senza possibilità di irrigazione. « Per questo genere di agricoltura le preferenze sono finora per « il trattore, che non richiede impianti di linee e di cabine, nè « impegni di minimo nei consumi ».

Le affermazioni dell'Ing. Rizzoli calzano a pennello per dimostrare vere le tesi che la Unfiel sostiene e che in modo particolare il suo Presidente volgarizza.

Siamo dunque d'accordo nel ritenere:

a) Il vantaggio dell'energia elettrica nell'irrigazione è talmente grande che spendendo uno si può avere settanta.

b) Questo vantaggio proviene specialmente dall'acqua, tanto è vero che si ha la convenienza di irrigare anche adottando motori termici.

d) Nei terreni asciutti le preferenze sono finora per il trattore che non richiede impianti di linee e di cabine.

e) In conclusione tanto con l'elettricità quanto con il motore Diesel gli agricoltori hanno sempre convenienza ad irrigare.

Ebbene, queste conclusioni dell'Ing. Rizzoli hanno tutta la nostra riconoscenza. Noi non pretendiamo affatto di ficcare l'energia elettrica dove non conviene. Noi sosteniamo anzi che l'industria per la distribuzione di energia elettrica, come ogni industria sana e razionalmente condotta, deve selezionare i propri clienti allacciando tutti quelli che vi trovano la loro convenienza e dirigendo altrove tutti gli altri. Soltanto in questo modo si realizza l'interesse nazionale, che è la somma dei massimi tornaconti dei singoli cittadini.

DA UNA RELAZIONE UFFICIALE FRANCESE

« L'utilizzazione delle cadute di acqua e la costruzione di linee « di trasporto destinate a diffondere l'energia sul territorio « sono i mezzi più efficaci per favorire.... lo sviluppo dell'indu« stria e per rallentare l'aumento degli acquisti di carbone « estero. Ma abbisognano di *lavori lunghi e costosi, difficili a « finanziare e gravati di pesanti oneri*. I primi anni di esercizio « sono d'altra parte, *molto onerosi, il mercato mettendo sempre « un certo tempo prima di poter utilizzare le quantità di nuova « energia messe a sua disposizione* ». (Relazione al recente progetto di legge presentato in Francia da S. E. Tardieu per il « Perfectionnement de l'Outillage National » e col quale saranno complessivamente stanziati 5 miliardi di contributi da parte dello Stato, tra cui un « subside exceptionnel de 200.000.000 de francs se répartissant, par moitiés égales, entre les entreprises de forces hydrauliques et celles de transport d'énergie électrique ».

DIRITTO E GIURISPRUDENZA

SOMMINISTRAZIONE DI ENERGIA ELETTRICA

Fallimento dell'utente – Minimo di consumo – Taglio dei fili – Risoluzione del contratto.

MASSIMA

Il fallimento, troncando l'attività del fallito, rende impossibile la prosecuzione delle obbligazioni a carattere continuativo, ma non è mezzo di liberazione dalle obbligazioni assunte. La massa fallimentare è quindi tenuta a risarcire, in moneta fallimentare il danno derivante alla controparte della anticipata risoluzione del contratto (1).

Nei contratti di somministrazione d'energia elettrica portanti la garanzia di un consumo minimo, la Società fornitrice ha diritto di ripetere come danno per la mancata prosecuzione del contratto il minimo stesso, calcolato per tutta la restante durata del contratto (2).

L'avere la Società fornitrice tagliato i fili al consumatore inadempiente prima della dichiarazione di fallimento, non è una implicita dichiarazione di rinunzia del contratto, ma l'esercizio di un diritto sancito nel contratto stesso (3).

Qualora il curatore del fallimento non dichiari espressamente di voler proseguire il contratto a tratto continuativo, si intende che abbia implicitamente optato per la risoluzione di esso (4).

Appello Torino, 26 giugno-12 luglio 1929, Pres. Manno, Est. Marco, in causa Rossi (Avv. Simondetti) e Soc. An. Piemonte Centrale di Elettricità (Avv. Vuillermin) c. Fallimento Schierano (Avv. Grilli).

Diritto

(*Omissis*).

II - Nei rapporti Fallimento contro Società Piemonte Centrale di Elettricità.

Il fallimento, troncando l'attività commerciale ed industriale del fallito, di regola (salvi cioè i casi eccezionali del curatore autorizzato a continuare) rende impossibile l'esecuzione specifica di quelle obbligazioni che hanno tratto a contratti a carattere continuativo e per quella parte di essi che si proietta nel tempo dopo la data della dichiarazione di fallimento. Ma ciò non toglie (dappoichè il fallimento non è un mezzo di liberazione dalle obbligazioni assunte) che la massa sia tenuta — naturalmente in moneta fallimentare se trattasi di rapporti generanti crediti semplicemente chirografari — all'adempimento per equivalente, vale a dire alla rappresentazione del danno derivante alla controparte dalla anticipata cessazione del contratto prima della sua naturale scadenza.

Nella fattispecie il danno era stato contrattualmente concretato nella forma speciale della garanzia del minimo consumo, la quale è una clausola sui generis che funziona automaticamente alla guisa — sia detto grosso modo e senza voler stabilire identità che non esistono — di una multa penitenziale. Tale clausola giuridicamente si giustifica col solo fatto di essere stata convenuta e moralmente si spiega colla natura speciale del contratto di fornitura di corrente elettrica, di una merce cioè la cui produzione richiede forti immobilizzazioni ed il cui esito non è facilmente spostabile data la quasi impossibilità di immagazzinamento.

Pareva adunque chiaro il diritto della Società Piemonte Centrale di Elettricità di vedersi per il minimo (calcolato fino al termine del contratto) ammessa in via chirografaria al passivo del fallimento.

Senonchè i primi giudici trovarono a ciò un ostacolo nel fatto che la Società, di fronte al mancato pagamento dell'energia consumata dalla Ditta Schierano nel quadrimestre luglio-ottobre 1927, avrebbe proceduto al distacco dei contatori ed al taglio dei fili, eliminando così ogni possibilità di somministrazione fin dal 29 ottobre 1927 quando il fallimento non era ancora stato dichiarato: questo fatto secondo i primi giudici avrebbe costituito una rinuncia tacita al contratto da parte della Società fornitrice, perfino anteriore al fallimento.

La Corte è di parere contrario. L'art. 12 della polizza dava diritto alla Società di sospendere la fornitura dell'energia senza obbligo di preavviso, salva ogni azione giudiziaria competente, quando l'utente ritardasse il pagamento degli importi già dovuti come si era nella fattispecie verificato; pertanto la Società tagliando i fili esterni (e non asportando l'impianto come ha ritenuto il Tribunale contrariamente a quanto è pacifico in causa) si è valsa semplicemente di un suo diritto. La eccezione *inadimplenti non est adimplendum* è semplicemente dilatoria: chi se ne vale dice all'avversario: «finchè tu non adempirai anche io non adempirò» e per ciò stesso, non solo non si può presumere, ma si deve escludere voglia rinunciare alla completa esecuzione del contratto.

D'altra parte l'art. 8 della polizza stabiliva il diritto all'importo di un minimo consumo tutta volta che il consumo inferiore a quel quantitativo non fosse dovuto a causa *imputabile alla Società*: ora è evidente che il cessato consumo dipendente dal taglio dei fili era giuridicamente imputabile non alla Società ma alla inadempienza avversaria. Sopravvenne poi il fallimento il quale non mutò questo stato di cose se non nel senso di conclamare e la impotenza del debitore ad osservare il contratto e la volontà del rappresentante la massa di non impegnarsi come tale alla esecuzione specifica ed integrale del medesimo: vale a dire di un fatto incontrovertibile e l'esercizio di un diritto innegabile, che fanno senz'altro funzionare a favore della Società ed a titolo di danno il meccanismo all'uopo prestabilito, del pagamento del consumo minimo garantito per tutta la durata naturale del contratto.

Obbietta il curatore che egli quando assunse le sue funzioni trovò i fili tagliati e credette alla rinuncia al contratto da parte della Società, che se avesse saputo di dover pagare i minimi si sarebbe posto il quesito se non gli conveniva disporsi alla manutenzione del contratto a cura della massa. È facile rispondere che egli ha fatto quella errata presunzione a suo rischio e pericolo, e che, quanto alla manutenzione del contratto ad opera della massa, essa avrebbe dovuto avvenire al 100% e non in moneta fallimentare come nel caso.

Sull'ammontare dei minimi come proposti dalla Società Elettricità non ci sono contestazioni, cioè non vi è contestazione sul nolo contatore e sulla spesa ditacco apparecchio per contratto a carico dell'utente; quindi non è il caso di indugiarsi su tali punti.

Analoghe considerazioni a quelle fatte finora valgono per quella piccola parte di credito che si riferisce al forfait della luce, e sulla quale del resto neppure il curatore si è indugiato ad insistere nella sua conclusionale.

Le spese liquidate e liquidande come infra seguono la soccombenza.

P. Q. M. (*omissis*).

NOTA

(1–4) Si veda, per i precedenti, la sentenza 5 gennaio 1928 del Tribunale di Alessandria, in questa Rivista 1929 (ottobre) pag. 1057, con la nota di richiamo e commento.

Si veda pure, nel fascicolo di aprile, a pag. 413 e segg. la sentenza 8 novembre-17 dicembre 1928 della Cassazione, con l'ampia nota dottrinale.

E, più addietro, la sentenza 16-31 luglio 1928 del Tribunale di Biella (fascicolo del settembre 1928, pag. 1123) e quella del Tribunale di Bologna (fasc. del dicembre 1927, pag. 1355).

Ripetizione di aumenti indebitamente percetti — Competenza dell'autorità giudiziaria.

MASSIMA

È di competenza del giudice ordinario (anzichè delle Commissioni o dei Collegi Arbitrali istituiti dalle leggi speciali) l'azione proposta dall'utente di energia elettrica contro il fornitore per la ripetizione delle somme pagate in seguito ad aumenti di prezzo arbitrariamente fatti dal fornitore stesso senza l'osservanza delle disposizioni contenute nel R. D. 31 ottobre 1919, n. 2264 e successivi.

Cassazione del Regno, Sezioni Unite, 12 giugno 1929. Pres. D'Amelio, Est. Saccone, in causa Bosco c. Basile.

(*Omissis*).

Sostiene il ricorrente, circa il secondo ordine di violazioni, che il Pretore di Buccino, interpretando erroneamente le disposizioni dettate dagli articoli 1 e 5 del D. L. 31 ottobre 1919, n. 2264, ritenesse la competenza del giudice ordinario, laddove, avendo il venditore della energia elettrica ottemperato alle prescrizioni della legge speciale, incombeva all'utente il dovere di reclamare in tempo utile al sindaco, seguendo la procedura tracciata dall'art. 5.

La censura non regge: il ricorrente, in vero, parte dal concetto errato che la decisione circa la efficace ripetizione dell'indebito sia demandata all'organo amministrativo, mentre qui non ricorrono i presupposti della invocata giurisdizione speciale, come rettamente ebbe a ritenere la sentenza denunciata. Il pretore non incorse nell'equivoco lamentato di avere applicato la disposizione dell'art. 2 del D. L. del 1919, giacchè espresse chiaro il concetto che solo nella ipotesi ivi prospettata, qualora cioè fosse insorta controversia circa la revisione dei prezzi contrattuali, sarebbe stato necessario far ricorso alla commissione arbitrale. Si trattava qui invece di un'azione esercitata dal Basile per ripetere la somma che egli assumeva indebitamente percepita dal venditore dell'energia, il quale, come bene giudicò il pretore, avrebbe arbitrariamente aumentato il prezzo della tariffa nei riguardi dell'utente senza aver prima adempiuto alla formalità prescritta dall'art. 5. Non era pertanto in discussione una pretesa avanzata dalla parte in base alla facoltà concessale dai decreti e alla osservanza della procedura prescritta; onde solo al giudice ordinario era demandato di vedere se concorresse una particolare convenzione, tale da autorizzare il venditore Bosco all'aumento della tariffa, o da liberare l'utente dalla richiesta, almeno sino a che al primo non fosse concesso con le forme tracciate dai decreti citati di effettuare l'aumento. Ora, pur ammesso che non si versasse nell'ipotesi prospettata dall'art. 2, in quanto il Bosco non avrebbe inteso di procedere alla revisione dei prezzi contrattuali, si è tuttavia esattamente ritenuto dalla sentenza denunciata che questi, reputando di non aver necessità di ricorrere alle disposizioni dettate dai decreti, procedette al consentito aumento dei prezzi nei riguardi dell'utente Basile. Invero, come si desume dal contenuto del certificato dimesso dallo stesso ricorrente, questi pretese ed applicò l'aumento senza essere munito di qualsiasi accordo concluso col comune e tanto meno di una decisione della C.A.; e solo si limitò in seguito a fare una richiesta la cui tardività non poteva convalidare l'arbitrio del precedente operato. La competenza della C.A. non è stabilita dall'art. 5 del D. L. del 1919 e dai decreti successivi sul presupposto che sieno ad essa sempre devolute tutte le controversie che insorgono nell'applicazione delle norme dettate dalla legge speciale; ma sorge quando questa determini la funzione dell'organo chiamato a decidere sulla richiesta della revisione o dell'aumento dei prezzi nei casi tassativamente contemplati.

P. Q. M. (*omissis*).

NOTA

La massima accolta da questa decisione della Suprema Corte non può non lasciare perplessi, perchè essa appare sotto un certo aspetto contradditoria al principio spesso affermato dallo stesso Collegio a Sezioni Unite (v. sentenza 27 luglio 1929 in questa Rivista, pag. 948, e 17 novembre 1927, pure in questa Rivista 1928, pag. 291), secondo cui le Commissioni e i Collegi Arbitrali istituiti dalle norme di legge speciali in tema di revisione di prezzi sarebbero competenti, non soltanto per attuare la revisione medesima e i provvedimenti consequenziali od accessori, ma anche per decidere sulla competenza, nonchè sulla sussistenza delle altre *condizioni* di fatto e di diritto per la procedibilità di detta revisione, e quindi per l'ammissibilità delle relative domande delle parti interessate. Tenuto fermo tale principio, sembra assai discutibile che l'autorità giudiziaria ordinaria possa essere investita di competenza per decidere una questione la quale ha — è ben vero — come oggetto immediato la ripetizione di una somma che si pretende pagata indebitamente, ma presuppone una preliminare decisione circa la insussistenza del diritto del fornitore ad applicare aumenti, sulla cui legittimità sarebbe competente a decidere soltanto l'organo di giurisdizione speciale.

Vero è che nella fattispecie era stata ritenuta l'intempestività della richiesta del Bosco diretta ad attuare la revisione, questione facilmente risolvibile alla stregua delle risultanze degli atti di causa, e della applicazione delle norme speciali in argomento; ma è forse ammissibile che un principio di separazione di competenze *ratione materiae*, possa venir derogato a seconda della maggiore o minor semplicità delle questioni da trattarsi?

La precedente giurisprudenza del Supremo Collegio pareva averlo escluso, e non ci sembra che la sentenza qui riportata enunci argomenti abbastanza persuasivi a sostegno di una diversa soluzione.

Patto di esclusività — Sua validità ed estensione — Arbitro conciliatore.

MASSIMA

La validità del patto di esclusività nei contratti per fornitura di energia elettrica non è più soggetta a discussione in dottrina nè in giurisprudenza (1).

La clausola contrattuale con cui l'utente si obbliga a non usare ed a non lasciare introdurre «nei locali di sua proprietà od a lui affidati» energia di altro fornitore, importa l'obbligo di garantire l'osservanza della esclusività anche da parte degli inquilini di altri locali, di proprietà dell'utente, diversi da quelli per i quali fu stipulata la fornitura, a nulla rilevando che la clausola sia compresa in un contratto di fornitura destinata ai soli locali di abitazione dell'utente.

Perciò l'utente proprietario di casa è tenuto a risarcire i danni alla impresa fornitrice se altro inquilino della casa usufruisca di energia di altro fornitore.

La valutazione dei danni non può essere rimessa a perito arbitro conciliatore, esulando essa dai compiti stabiliti dall'art. 402 *Cod. Proc. Civ.* (2).

Appello Torino, 18 luglio-14 agosto 1929, Pres. Ciofi Degli Atti, Est. Bignone, in causa Soc. An. Alto Po (Avv. Vuillermin) c. Bonardo (Avv. Comino).

Diritto

(*Omissis*).

Nel merito non si fa questione sulla validità in astratto della clausola di esclusività di fornitura che le varie società elettriche sogliono inserire nelle loro polizze, ormai ritenuta giuridicamente lecita ed efficace da autorevoli scrittori e dalla giurisprudenza pratica anche di questa Corte.

La questione nell'attuale dibattito verte unicamente sull'interpretazione degli estremi e dei patti contenuti nella polizza accettata e firmata dal Bonardo; e più precisamente sul tenore ed estensione dell'art. 2 di detta polizza in rapporto all'assunto dell'Alto Po, la quale pretende indurre e sostiene come in base al medesimo il convenuto si sarebbe obbligato di vigilare ed impedire a che nella sua proprietà non venga dai proprii inquilini consumata energia non proveniente da essa istante.

Il Tribunale ha risolto la tesi in senso sfavorevole all'assunto della Società, rilevando che il tenore della polizza non autorizzava siffatta interpretazione; poichè avendo il convenuto in tale polizza stipulato il contratto di fornitura di energia non già per tutta la sua casa ma soltanto per i locali di sua abitazione per un totale di sei lampade, non poteva evidentemente la dicitura del citato art. 2 della polizza stessa aver riferimento se non a quei locali specificatamente indicati nella prima parte della medesima come oggetto del contratto e non già all'intera proprietà del Bonardo. Che in sostanza il fatto di esclusività esisteva bensì, ma nei limiti soltanto dell'utenza, quale fissato nel contratto.

Ritiene la Corte che tale giudizio del Tribunale non risponda ad una esatta comprensione dei termini contrattuali in esame, e che pertanto l'attrice Società abbia piena e fondata ragione d'insorgere a tutela del suo diritto violato. La polizza in esame porta nell'art. 2 delle allegate condizioni generali, accettate esplicitamente dal Bonardo, la seguente stipulazione: «L'utente si obbliga, per tutta la durata della fornitura, di non usare e di non lasciar introdurre nei locali di sua proprietà od a lui affittati, energia elettrica, per qualsiasi uso, che non sia fornita dalla Società Alto Po».

La formula è amplissima e chiara.

Essa trova la sua ragione di essere nella necessità e nello scopo fondamentale che hanno in genere le società di elettricità

di assicurarsi il diritto esclusivo di fornitura durante il periodo contrattuale per coprire l'immobilizzazione di ingenti capitali in impianti costosi e difficili per il trasporto dell'energia a grandi distanze, e sfruttare così al massimo la propria produzione specialmente nelle zone in cui il limitato consumo dell'energia sarebbe sovente inadeguato alle rilevanti spese di conduttura.

Il fatto così espresso si riferisce ad ogni utente nei limiti della propria disponibilità, in quanto, alludendo esso all'impegno non solo di non usare ma altresì di non permettere che altri usi nei locali di sua proprietà energia di altro fornitore, comprende evidentemente un duplice vincolo, quando si tratta, come nel concreto, di utente proprietario dello stabile in cui l'energia venga apportata.

È d'altronde questa una formula usata dalle Società del genere, che, se pure ha dato luogo a contrasti, non risulta però diversamente interpretata dalla maggioranza prevalente del giudicati.

Ed a ragione, poichè la lettera ed il suo spirito non possono condurre ad interpretazione diversa e più restrittiva. A nulla induce quindi il rilievo fatto dai primi giudici circa la ritenuta limitazione in concreto dell'utenza a quei soli locali di abitazione sua personale specificatamente indicati nella prima parte della polizza, quando, coll'avere il Bonardo accettato incondizionatamente il patto di cui all'art. 2 sovra menzionato, si è senza dubbio irrevocabilmente vincolato per tutta la sua proprietà, e così per l'esclusività nella fornitura dell'energia elettrica a tutti i locali dello stabile di cui si è dichiarato proprietario, siano essi direttamente goduti da lui come tale o dati in conduzione a terzi.

Il gravame dell'appellante Società dev'essere pertanto accolto in conformità alle sue conclusioni principali di merito.

Quanto ai danni, però, pur essendo logica e doverosa una generica declaratoria di risarcimento, non appare idonea nè esauriente la proposta modalità di valutazione a mezzo di arbitro conciliatore, in quanto l'indagine dovrebbe necessariamente esulare da quei limiti e poteri che la legge precisa e consente per l'applicazione dell'art. 402 Cod. Proc. Civ.

All'accertamento e liquidazione di tali danni potrà pertanto l'attrice società provvedersi in separato giudizio.

P. Q. M. (*omissis*).

NOTA

(1) Giurisprudenza costante; si vedano le numerose sentenze pubblicate in questa Rivista, annate 1927, 1928, 1929.

(2) Si veda, in contrario senso, la sentenza della stessa Corte Torinese in data 11 luglio-1° ottobre 1928, pubblicata in questa Rivista, fascicolo di gennaio 1929, pag. 97.

ACQUE

Polla sorgente in fondo privato — Appartenenza al proprietario del fondo.

MASSIMA

La sorgente che sgorga in forma di polla *dagli strati profondi del sottosuolo in un fondo privato non è da confondere con le polle che sgorgano nell'alveo di un torrente formandone il* caput fluminis *e perciò, se essa non concorra in modo rilevante alla dotazione del torrente, deve, alla stregua del disposto dell'art.* 540 *Coc. Civ., essere considerata parte del fondo e quindi di privata spettanza del proprietario del fondo stesso.*

R. Tribunale Superiore delle Acque Pubbliche, 30 giugno 1929. Pres. Merlini, Est. D'Aquino, in causa MINISTERO LL. PP. (Avv. Erariale) c. PATERNÒ CASTELLO (Avv. Natoli).

PREMESSO IN FATTO

Nel 27 ottobre 1925 il marchese di San Giuliano, Antonino Paternò Castello, e la Signorina Maria Paternò Castello, quest'ultima quale erede universale del marito Marchese Capizzi, Benedetto Paternò Castello, rivolsero al Tribunale delle acque pubbliche di Palermo il seguente ricorso:

Premettendo di essere proprietari della sorgente d'acqua della portata di 18 litri al minuto secondo, scaturente dall'ex feudo San Giuliano territorio di Melilli, provincia di Siracusa, aggiunsero che, allo scopo di una migliore utilizzazione, avevano creduto di farla riversare nel torrente Arboli, distante circa 150 metri, salvo, poi, a servirsene, mediante dighe, per l'irrigazione di vari orti loro appartenenti. Intanto, essendo venuti a conoscenza che l'Ufficio del Genio Civile di Siracusa considerava le acque di detta sorgente come demaniali, s'era chiarita la necessità di adire il Tribunale perchè dichiarasse: *a*) che la sorgente era di proprietà privata dei ricorrenti; *b*) che tale carattere conservavano le acque nonostante che attraversassero il torrente Arboli; *c*) che, subordinatamente, il carattere transitoria di demanialità, eventualmente derivante da tale fatto, non poteva pregiudicare il diritto di proprietà sulla sorgente. Il ricorso venne notificato, nelle forme di legge al Prefetto di Palermo, in rappresentanza del Ministero dei Lavori Pubblici.

Contestata la lite, il Ministero eccepì che la sorgente dovesse ritenersi demaniale, in via principale perchè costituiva *caput fluminis*, ed in via subordinata perchè concorreva ad alimentare il torrente. Il Tribunale, previo accesso sul posto, con sentenza 26 gennaio-27 febbraio 1928 così provvide sulla domanda: dichiarò che la sorgente Arboli fosse di proprietà privata dei ricorrenti Paternò Castello, i quali avevano il diritto d'incanalare le acque da essa scaturenti per trasportarle dove loro tornasse più utile e compensò le spese.

Avverso tale sentenza ha proposto ricorso in appello l'Amministrazione dei Lavori Pubblici, chedendone la riforma nel senso che venisse dichiarata la demanialità della sorgente.

Osserva che la controversia è molto semplice ed essendo sufficienti al riesame di essa le constatazioni già fatte in primo grado e, con precisione, riassunte nella sentenza impugnata, non è il caso di accogliere l'istanza dell'Amministrazione diretta a fare ordinare un novello accesso. È fuori dubbio che la sorgente in contestazione sgorghi, in forma di polla, (ossia dagli strati profondi del sottosuolo) nella proprietà privata dei S. Giuliano. Mentre, adunque, essa non può essere confusa con quelle polle che, sorgendo nell'alveo del torrente, ne costituiscono il *caput fluminis*, ha, d'altro lato, quei caratteri per cui dev'essere considerata come parte del fondo, ai sensi dell'art. 540 Cod. Civ. Finchè la natura di demaniale alla sorgente potrebbe essere attribuita soltanto dalla circostanza che essa concorresse in modo se non essenziale, per lo meno notevole alla dotazione del torrente Arboli. Ora in ordine a questo punto, gli accertamenti tecnici hanno diradato l'equivoco, che, originariamente, aveva dominato la presente controversia. All'equivoco, a dir vero, avevano dato causa gli stessi attori, affermando che la sorgente avesse la portata di 18 litri al minuto secondo. Essendosi accertato che essa, invece, ha soltanto la portata di litri 1,77, è chiara la conseguenza che l'incremento da essa apportato al torrente non possa essere ritenuto notevole. Se non che l'Amministrazione, nelle ultime note, ammette che questo concetto sarebbe esatto se il torrente avesse una sorgente ben precisata, ma non lo è più quando trae origine da numerose polle su per giù della stessa portata. L'argomento si risolve in una sottigliezza.

Il fatto che la dotazione del torrente tragga alimento da numerose polle, sgorganti nel suo alveo, non toglie che queste costituiscano un sistema integrante il *caput fluminis* indipendente dalla sorgente privata, posta al di fuori di detto sistema. E quando questa è la situazione, e quando d'altra parte quella dotazione autonoma è sufficiente a mantenere al torrente l'attitudine all'uso di pubblico generale interesse, non vi è ragione perchè la sorgente non conservi il carattere derivatole dalla legge comune.

Che le spese seguono la succumbenza.

P. Q. M. (*omissis*).

Sentenza interlocutoria o incidentale del Tribunale territoriale delle acque — Inammissibilità dell'appello.

MASSIMA

A sensi dell'art. 102 *del R. Decreto* 9 *ottobre* 1919 *è temporaneamente inammissibile l'appello contro la sentenza del Tribunale territoriale delle Acque, che dispone atti istruttorii o decide su contestazioni incidentali, e contro tutte, in genere, le sentenze interlocutorie.*

Contro le suddette pronuncie può proporsi gravame unicamente con l'appello contro la sentenza definitiva.

R. Tribunale Superiore delle Acque Pubbliche, 13 agosto 1929. Pres. Salucci, Est. D'Aquino, in causa COMUNE MACERATA (Avv. Palmieri) c. PISCINI PEDA (Avv. Santucci) MINISTERO LL. PP. (Avv. Erariale).

PREMESSO IN FATTO

Con ricorso notificato il 28 maggio 1927 al Comune di Macerata ed il 1° successivo giugno al Ministero dei Lavori Pubblici, Antonia Piscini vedova Peda, ed i germani Filippo, Nicola, Francesco, Maria Angela, Assunta e Giovanni Battista Peda

denunziarono al Tribunale delle acque pubbliche di Roma che il nominato Comune intendesse deviare, per i suoi bisogni, una quantità d'acque del torrente Ceselone maggiore di quella di cui si era avvalso per moltissimi anni, pregiudicando i diritti loro spettanti in forza di regolari concessioni. Chiesero quindi, che il Tribunale, dichiarando l'illegittimità di simile comportamento interdicesse qualsiasi opera diretta a tal fine, ed in ogni caso condannasse detto Comune al risarcimento dei danni. Altro ricorso della stessa natura fu proposto da Crognoli Giuseppe. Contestata la lite e riunite le cause, i convenuti proposero varie eccezioni preliminari: il Comune quella d'incompetenza ed il Ministero quella d'improponibilità per mancato riconoscimento dei titoli di conversione dedotti dai ricorrenti.

Il Tribunale con sentenza 24 luglio-18 agosto 1928, rigettate le eccezioni preliminari, per la decisione di merito ordinò l'accesso di alcuni suoi componenti sul posto. Avverso tale sentenza hanno interposto appello il Comune con ricorso intimato il 24 settembre detto anno ed il Ministero dei Lavori Pubblici con ricorso intimato il 6 stesso mese di settembre.

Il giudice delegato all'istruttoria delle due cause, sull'accordo delle parti, ebbe a riunire le cause stesse, ed a seguito delle conclusioni innanzi trascritte, le parti furono rinviate avanti il Tribunale Supremo pel giudizio.

Osserva che gli appelli sono temporaneamente inammissibili, in applicazione dell'art. 102 del R. Decreto Legge 9 ottobre 1919, n. 2161, convertito in legge 18 dicembre 1927, n. 2595, il quale nel terzo capoverso così detta: « le sentenze emesse dai Tribunali di primo grado per disporre atti di istruzione o per risolvere contestazioni incidentali e tutte le sentenze interlocutorie possono essere appellate soltanto con la sentenza definitiva ». Gli appellanti si sono resi ben conto della situazione ed hanno cercato di porvi riparo con l'osservare che i gravami fossero diretti contro la parte definitiva della decisione impugnata. Senonchè il Tribunale Supremo ha già in ripetute occasioni rilevato che tale modo di intepretare l'art. 102 non possa essere accolto, come contrastato dalla lettera e dallo spirito di esso. La lettera, infatti, contrapponendo, alla sentenza definitiva, analiticamente tutte le altre specie, la istruttoria, la incidentale e la interlocutoria, ha della prima scolpito, con precisione, il carattere, ossia di quella che mette fine al giudizio con l'accoglimento o rigetto della pretesa nei suoi termini concreti.

È evidente che il tentativo di frazionare la sentenza, distinguendone la parte definitiva da quella che tale non è, viola in pieno detta lettera, la quale ha considerato la sentenza nella sua integrità, completando nelle interlocutorie quelle che risolvono soltanto uno o più punti della controversia.

Essendo poi la disposizione diretta ad attenuare la lungaggine dei giudizi, una interpretazione, che ne riduca grandemente la portata, la elude nel suo spirito.

Nè si possono mettere innanzi gli inconvenienti del sistema, perchè essi non potettero sfuggire certo al legislatore, il quale considerò che agli stessi fossero prevalenti i vantaggi.

Che le spese vanno rinviate al definitivo.

P. Q. M.

Il Tribunale Superiore delle Acque Pubbliche, senza attendere ad ogni altra istanza, eccezione e deduzione dichiara inammissibile i ricorsi prodotti del Comune di Macerata addì ventiquattro settembre millenovecentoventotto (VII) e dal Ministero dei Lavori Pubblici addì sei stesso mese avverso la sentenza del Tribunale regionale delle acque pubbliche di Roma addì ventiquattro luglio-diciotto agosto millenovecentoventotto e rinvia le spese del presente giudizio al definitivo.

Danni derivanti da opere attinenti a bonifica – Incompetenza dell'autorità giudiziaria.

MASSIMA

Non è competente l'Autorità Giudiziaria ordinaria a giudicare l'operato della Pubblica Amministrazione relativamente ad atti positivi o negativi dai quali si afferma sia derivata l'inondazione di un fondo in zona bonificata.

È conseguentemente improponibile l'azione di risarcimento di danni per l'inondazione di un fondo già bonificato, allorchè si vorrebbe attribuire la causa dei danni alla mancata ultimazione di un'opera di completamento della bonifica (apertura di un tombino per lo scolo di acque piovane) e all'omessa chiusura dei portelloni di un canale di colmata; perchè la decisione circa il nesso causale fra questi fatti e il danno lamentato implicherebbe l'indagine, inammissibile da parte dell'Autorità Giudiziaria, circa l'operato tecnico discrezionale della Amministrazione Pubblica.

R. Tribunale Superiore delle Acque Pubbliche, 13 agosto 1929. Pres. Salucci, Est. Rossi in causa MINISTERO LL. PP. (Avv. Erariale) c. PAVONCELLI e CANTE (Avv. De Angelis).

FATTO

Con citazione 2 luglio 1915 i signori Nicola e Gaetano Pavoncelli e Domenico Cante convennero avanti il Tribunale di S. Maria Capua Vetere il Ministero dei LL. PP. (Amministrazione delle Bonifiche) assumendo: « che nella notte del 4 al 5 gennaio 1915 furono inondati dalle acque di bonifica le zone di terreno denominate Volpicelli, Lenze, Castore e Tessitore di proprietà dei Pavoncelli e fittate al Cante, sita sulla destra del Volturno; *b*) che la piena impetuosa, portata dal canale colmatore della così detta « Pianeta di Mondragona » situata dall'altra parte dell'argine « strada Camello-Arnone » trovò facile accesso nella proprietà Pavoncelli per il canale secondario di bonifica detto Volpicelli, che per speciali lavori già eseguiti, non era in funzione, ma era stato lasciato aperto alle estremità, con profondi tagli degli argini, attraverso i quali l'acqua dilagò nel fondo; *c*) che l'Ufficio del Genio Civile di Caserta, quantunque edotto dei gravi danni verificatisi, non credette di eseguire le necessarie riparazioni, chiudendo ogni sbocco all'acqua nel predetto canale secondario Volpicelli, onde nel 23 gennaio 1925 si ebbe una seconda e più violenta inondazione che divenne più grave nel giorno successivo per il sopraggiungere di altre copiose acque di bonifica; *d*) che neppure dopo questa seconda inondazione fu adottato alcun provvedimento e furono sempre lasciati aperti i portelloni allo incile del diversivo di bonifica presso Cancello Arnone e si ebbe così una quarta inondazione nel 31 febbraio 1925, nelle su dette zone, pur essendo queste difese dai robusti argini di due diramatori principali; *e*) che il Pretore di Capua a richiesta degli istanti nei giorni 7, 13 e 20 aprile 1925 eseguì accessi sulla località con l'assistenza di un perito e coll'intervento del rappresentante dell'Amministrazione convenuta, dalle quali sarebbe emersa evidente la responsabilità della stessa.

In vista di quanto sopra i Pavoncelli e Cante domandavano la condanna del Ministero a pagare loro rispettivamente Lire 43.348,10 e L. 77.922,10 a titolo di risarcimento di danni sofferti per effetto delle surriferite inondazioni.

Il giudizio però non fu proseguito avanti l'autorità giudiziaria ordinaria, perchè ne fu dichiarata l'incompetenza con decisione confermata in Cassazione, a seguito delle disposizioni emanate con i R. D. L. 1916 e 1919 sulle acque pubbliche, e fu riproposta avanti il Tribunale delle acque pubbliche presso la Corte d'Appello di Napoli da Cante e dal Conte Giuseppe Pavoncelli, divenuto unico proprietario delle terre suddette a seguito del decesso di suo padre Nicola. E quel Collegio, dopo ispezione dei luoghi, eseguita dal giudice delegato insieme al giudice tecnico, con sentenza 15 febbraio-5 marzo 1926, respinse l'eccezione d'improponibilità della domanda per assenza di diritto, osservando che non si versava nel caso di mancato di mancato o minorato beneficio derivante dalla bonifica, dipendendo i danni dal fatto positivo dell'Amministrazione, che per bonificare altre terre, costruì nel fondo Pavoncelli un canale di bonifica che funzionò in modo da danneggiarlo e contrariamente alla sua destinazione.

Respinse del pari l'eccezione d'improponibilità, che l'Amministrazione fondava sul titolo di acquisto, nel senso che, i Pavoncelli nel comprare quelle terre dal demanio dello Stato avevano assunto l'obbligo di sollevare le inondazioni del fiume Volturno, qualora dovessero essere comprese in tutto o in parte sulle vasche di colmata; all'uopo rilevò che le zone di cui si tratta, erano state già bonificate da più tempo; e quando avvennero le inondazioni in contesa non erano comprese in nessuna vasca di colmata.

Passando poi al merito e dopo essersi proposto il quesito se le inondazioni, verificatesi nei suddetti giorni del gennaio e febbraio 1915, debbono attribuirsi a forza maggiore, cioè alla violenta irruzione delle acque del Volturno nelle campagne, o invece, in tutto o in parte, al fatto positivo e negativo dell'Amministrazione per essersi lasciati aperti i portelloni delle saracinesche allo incile del canale principale di bonifica presso Cancello Arnone e per le mancate e insufficienti riparazioni eseguite ai tagli degli argini del canale Volpicelli, il Tribunale osservò che dagli accertamenti eseguiti sui luoghi e dagli atti del giudizio risultava: *a*) che le suddette saracinesche a ponte Tura erano aperte e le acque del Volturno pervennero così attraverso il canale principale, ed i secondari ad alcune vasche di colmata senza che gli argini di quei canali subissero danni neanche dalle acque che allagarono le campagne; *b*) che le

acque del Volturno, straripando presso Capua ed allagando la campagna, giunsero alla strada Cancello-Arnone, e presso il ponte Treppetiello la sorpassarono, riversandosi nelle zone danneggiate; *c*) che al momento della inondazione negli argini del diversivo secondario Volpicelli alcuni tagli, due dei quali presso la strada suddetta per la costruzione di un sotto-tombino in muratura e che presso la derivazione dalle Bagnane per utilizzare la terra nella chiusura di quella derivazione durante i lavori. Ritenne però indispensabile accertare la posizione altimetrica del fondo del canale Volpicelli rispetto alle zone danneggiate alla strada di Cancello-Arnone, ai diversivi di bonifica ed in generale rispetto alle più importanti località circostanti, e dispose analogo accesso per tali constatazioni. E, questo eseguito, con successiva sentenza 12-28 luglio 1926 il Tribunale si convinse che, essendo aperte le saracinesche a ponte Tura, quando si verificarono le piene, le acque pervenute nelle vasche di colmata attraverso i diversivi di bonifica, s'inoltrarono poi con le acque esondate a Brezzo dal Volturno e colà pervenute, ed essendo in piena anche il canale R. Agnena, non potettero essere dallo stesso convogliate a mare, rigurgitarono quindi ed attraverso il ponte della strada Cancello-Arnone, come è dato affermare dalla posizione altimetrica dei luoghi, penetrarono nel diversivo Volpicello; e dai tagli esistenti negli argini dilagarono nelle zone di cui si lamentano i danni. Ritenne però il Tribunale che la colpa dell'Amministrazione fosse parziale, dovendosi in parte attribuire anche alla straordinarietà della piena. Condannò quindi l'Amministrazione stessa ad una metà dei danni da liquidarsi in separato giudizio avanti la stessa giurisdizione, e ad una metà delle spese, dichiarando compensata l'altra metà.

Contro entrambe le sentenze surriferite il Ministro dei Lavori Pubblici propose appello con ricorso 20 agosto 1926; ed a seguito di accesso sulla località compiuto dal giudice delegato unitamente al giudice tecnico, il 24 luglio 1928 le parti furono, dopo analoga istruzione, rinviate al Collegio, ed all'udienza del 3 luglio 1929 fu trattata la causa a seguito delle conclusioni sopra trascritte dalle parti presentate al giudice delegato.

DIRITTO

Gli appellati hanno eccepito in via preliminare che debbono ritenersi superate per effetto del giudicato, di cui alla prima sentenza del Tribunale territoriale, tutte le quistioni di diritto sulla proponibilità dell'azione, che furono respinte con quella decisione, contro la quale non fu proposto appello nel termine prescritto. Ma l'eccezione è inattendibile. Per l'art. 102 del R. D. L. 9 ottobre 1919, n.° 2161, le sentenze interlocutorie anche se risollevano contestazione incidentale, (e tra queste per giurisprudenza oramai costante delle Sezioni Unite del Supremo Collegio debbono comprendersi anche le controversie attinenti all'ammissibilità dell'azione definitivamente decise) non possono essere appellate che con la sentenza definitiva. Deve quindi ritenersi tempestiva l'impugnazione proposta ora dal Ministero dei LL. PP. contro la sentenza interlocutoria congiuntamente al gravame della sentenza definitiva, ed il Tribunale Superiore deve perciò apportare il suo esame sulle quistioni suddette di nuovo sollevate in questa sede dalla avvocatura erariale.

Ma prima di addentrarsi in questa indagine il Collegio rileva che i Pavoncelli e Cante nelle difese di prima sede, espressamente ora richiamate, hanno sostenuto che il loro diritto alle rivalse dei danni deriva dal diritto comune, inquantochè l'Amministrazione delle bonifiche ha occupato temporaneamente col canale Volpicelli il latifondo di quel nome che era stato già bonificato, per portare attraverso quel canale le acque di colmata sopra terreni appartenenti ad altri; a norma quindi dell'art. 70 della legge sulle espropriazioni dovrebbe rispondere del maggior danno arrecato durante l'occupazione temporanea e non preveduto nella determinazione dell'indennità, che annualmente corrisponde per quella occupazione, che perciò la responsabilità della pubblica amministrazione non doveva determinarsi alla stregua dei principii sulla colpa aquiliana, di cui agli art. 1151 e seguenti del Cod. Civ., ma secondo le norme sulla colpa contrattuale di cui agli articoli 1218 e 1227. Ma è ovvio osservare che questa proposizione ha come presupposto l'assunto che i danni di cui si pretende l'indennizzo, siano unica ed esclusiva conseguenza dell'occupazione. Ma poichè invece i Pavoncelli e Cante ne attribuiscono la causa all'inondazione verificatasi quale effetto di tagli praticati sugli argini di quel canale per eseguire la costruzione del tombino in muratura al disotto del canale medesimo, cioè ad un fatto che non ha alcuna relazione col rapporto contrattuale inerente all'occupazione, l'invocazione degli art. 1218 e 1227 del Cod. Civ. è assolutamente fuori luogo. Si aggiunga che essi non soltanto a quei tagli fanno risalire la causa dei danni, ma altresì alla omessa chiusura della saracinesche al Ponte Tura, attraverso le quali le acque del Volturno in piena si sarebbero precipitate nei canali di colmata e sarebbero pervenute, poi, nel latifondo Pavoncelli. È evidente perciò che l'unica sorgente, alla quale gli appellati attingono il loro diritto ai danni, è la colpa aquiliana o extracontrattuale.

Ciò premesso, deve esaminarsi se l'azione così proposta sia esperibile avanti l'autorità giudiziaria.

Prima di tutto deve riconoscersi che non a torto l'Amministrazione invoca a sostegno della sua eccezione di improponibilità l'art. 11 della legge sulle bonifiche Testo Unico approvato col R. D. 30 dicembre 1923 n. 3256, per il quale non spetta al privato alcun risarcimento per il mancato o minorato beneficio dipendente dalla bonifica. Ed invero le opere di bonifica non sono compiute e conservate nell'interesse dei proprietari, i cui terreni vengono a trarne immediato e diretto vantaggio; esse rispondono a necessità generali di ordine economico ed igienico; i singoli possono avere interesse alla esecuzione e conservazione delle opere di bonifica, ma non hanno alcun diritto soggettivo da far valere in proposito. L'argomento adottato dal Tribunale per combattere questa eccezione, che cioè i terreni di cui si lamentano i danni, erano stati già bonificati e non facevano parte di alcun sistema di vasche di colmata, è privo di consistenza e svanisce di fronte alla considerazione che il taglio degli argini fu praticato per la costruzione di un tombino che assicurasse la continuità del canale adiacente alla strada Pietrapagliuca destinato a convogliare le acque pluviali del latifondo Pavoncelli: è innegabile quindi che si trattava di un'opera completamente di bonifica, o di manutenzione e conservazione della bonifica già compiuta, sulle cui conseguenze nessun diritto può dai privati farsi valere. Nè si obbietti che in tal guisa si attribuisce allo Stato il diritto di distruggere impunemente le ricchezze che nel patrimonio dei singoli per effetto della bonifica sono entrate, si disconosce invece la possibilità di ravvisare la lesione di un diritto soggettivo nella diminuzione o nella perdita di ciò che senza la bonifica non si sarebbe avuto, e che lo Stato del resto ha tutto l'interesse di conservare ed impedire che vada disperso per insuperabili ragioni attinenti alla economia nazionale ed alla pubblica salute.

D'altro canto, se anche non si trattasse di lavori inerenti ad opere di bonifiche, l'azione dei Pavoncelli e Cante troverebbe insormontabile fine di non ricevere nell'insindacabilità e discrezionalità degli atti tecnici della pubblica amministrazione nella esecuzione di un'opera pubblica. Vero è che per l'art. 2 della legge sul contenzioso debbono ritenersi devolute alla giuridizione ordinaria tutte le controversie nelle quali si faccia questione di un diritto civile o politico, comunque vi possa essere interessata la pubblica amministrazione, la quale non può sottrarsi alla responsabilità nascente da fatti lesivi di un diritto subbiettivo, che siano direttamente o indirettamente imputabili, secondo le norme sulla colpa aquiliana di cui agli articoli 1151 e segg. Cod. Civ. Si è infatti ritenuto con giurisprudenza costante dal Supremo Collegio che l'autorità giudiziaria si limita a confrontare l'esistenza della lesione del diritto e dell'inosservanza dei limiti, che con le leggi o altre norme lo Stato ha imposto all'attività dei propri organi amministrativi senza compiere alcuna indagine sul criterio tecnico o amministrativo a cui gli atti sono informati.

Ma nella specie in esame i principi ora esposti non possono trovare attuazione perchè, data la specialità del caso, non è possibile affermare o escludere la responsabilità della pubblica amministrazione senza compiere un'indagine preliminare, od a fondo, sulla opportunità e natura degli atti, dai quali si pretende siano derivati i danni. Non è infatti chiaro e constatabile *ex prima facie* il rapporto di causalità tra i danni e fatti positivi e negativi, attribuiti alla pubblica amministrazione. Per accertarsene dovrebbe l'autorità giudiziaria compiere un'indagine che le è vietata per la divisione dei poteri e per la necessità che non sia dal potere giudiziario invaso il campo riservato al potere esecutivo; dovrebbe cioè indagare sulla opportunità o meno che fossero lasciate aperte le saracinesche a Ponte Tura, nella imminenza della stagione invernale, sulla necessità ed opportunità dei quattro tagli sugli argini del canale Volpicelli, sull'epoca scelta per l'esecuzione del lavoro relativo, sulla possibilità che la costruzione del tombino si eseguisse senza quei tagli, sull'essersi omesso qualsiasi provvedimento dopo la prima inondazione rendendosi possibile l'avverarsi delle altre inondazioni successive nelle stesse condizioni ecc.

È proprio questa in sostanza la indagine compiuta dal Tribunale territoriale, ed il Tribunale Superiore per controllarne la esattezza dovrebbe approfondirla, compiendo a sua volta un esame di vero controllo sul comportamento tecnico ed amministrativo della pubblica amministrazione ed anche in ordine ad atti di natura discrezionale il che è assolutamente vietato e costituisce valida cagione d'improponibilità dell'azione.

Si aggiunga che nemmeno è possibile applicare nella specie per analogia l'art. 46 della legge sulle espropriazioni per causa di pubblica utilità, per il quale, in omaggio al principio supe-

riore di giustizia e di equità sociale, che impone sia evitato il sacrificio del singolo al vantaggio della collettività, è riconosciuto il diritto ad una indennità non soltanto a chi per l'utilità pubblica deve cedere o vedere diminuito il proprio bene immobile, ma anche ai proprietari dei fondi che dall'esecuzione dell'opera pubblica vengano a soffrire danni. Per quanto in realtà, dottrina e giurisprudenza abbiano largamente inteso ed applicato il disposto di quella norma, allo scopo di ricavarne il principio che un indennizzo sia dovuto per ogni lesione o diminuzione di patrimonio determinato dall'esercizio della potestà pubblica anche attraverso atti legittimi, non può però negarsi che sia indispensabile il concorso delle due condizioni nella stessa previste che, cioè: si tratti di danni a proprietà immobiliari, che gli stessi siano di carattere permanente e derivino dalla perdita o diminuzione di un diritto.

Nel caso in esame non ricorre nessuna di queste condizioni perchè con le domande formulate nell'atto introduttivo della lite i Pavoncelli chiesero lire 19076 per pascolo mancato e L. 26172 per deprezzamento e scarsezza di fieno, ed il Cante L. 77.922,90 per perdita di animali e mancato prodotto d'industria bufalina; nessun danno adunque di natura prmanente alla proprietà immobiliare, nulla che importasse perdita o diminuzione di un diritto. In vista delle considerazioni fin qui svolte non è il caso di esaminare le altre eccezioni di natura preliminare e di merito rispettivamente opposte dall'Amm.ne appellante e dagli appellati che restano assorbite, dovendo nelle veci dei primi giudici dichiararsi improponibile l'azione di rivalsa proposta dai Pavoncelli e Cante. E poichè costoro restano succumbenti, debbono porsi a loro carico le spese tutte dei due giudizi di primo grado e di appello.

P. Q. M.

Il Tribunale Superiore delle Acque Pubbliche, pronunziando sugli appelli proposti dal Ministero dei Lavori Pubblici contro la sentenza del Tribunale regionale delle acque pubbliche di Napoli 15 febbraio-5 marzo 1926 e 12-28 luglio 1926, senza attendere ad ogni contraria istanza ed eccezione che respinga, in riforma delle due sentenze suddette, dichiara improponibile l'azione di rivalsa di danni proposta da Nicola e Gaetano Pavoncelli (riassunta da Giuseppe Pavoncelli) e da Cante Domenico con citazione 2 luglio 1915 e condanna essi Pavoncelli Giuseppe e Cante Domanico alle spese dei giudici di primo grado e di appello da liquidarsi nei modi di legge quelle prenotate a debito e dallo estensore della presente le altre, nonchè agli onorari di avvocato in lire millecinquecento (L. 1500) ed in lire duemila (L. 2000) rispettivamente per i due gradi del giudizio.

PRASSI AMMINISTRATIVA

45 – *Dichiarazione di pubblicità delle acque - Non ostano* a) *il fatto che lo Stato abbia venduto a privato l'acqua del corso descritto nell'elenco ;* b) *il fatto che la sorgente scaturisca e si esaurisca nel fondo privato ;* c) *il fatto che l'acqua abbia già una destinazione di interesse pubblico (irrigazione abbeveratoio bestiame) a cura del preteso privato proprietario dell'acqua ;* d) *il fatto che si tratta di acque captate nel sottosuolo e incanalate ;* e) *il fatto che la privata proprietà delle acque sia stata riconosciuta con sentenze passate in giudicato, ma emesse in giudizi che non si svolsero in confronto del Demanio ;* f) *la pretesa del Comune che le acque contestate siano di demanio comunale ;* g) *e neppure il fatto che siano già destinate ad uso delle Ferrovie di Stato.*

Con R. D. 4 luglio 1929, previo parere del Cons. Sup. dei Lavori Pubblici, n. 1575 del 30 aprile 1929 è stato approvato il secondo elenco suppletivo delle acque pubbliche della Provincia di Palermo. In tale occasione il provvedimento ha respinto numerose opposizioni presentate dagli interessati che contestavano, per diverse e particolari ragioni, la pubblicità dei corsi d'acqua iscritti nell'elenco suppletivo.

Tutte le opposizioni furono respinte; il provvedimento che approva l'elenco suppletivo ha un proemio abbastanza lungo che contiene una sommaria motivazione della reiezione delle opposizioni. Giova riassumere brevissimamente tali motivazioni, per la parte che interessa l'industria elettrica e la prova di principi pratici applicati dall'Amministrazione, circa pretese infondate di natura privatistica dell'acqua e dell'utenza. Tali contestazioni vengono spesso opposte in sede istruttoria delle domande di derivazione tanto per corsi d'acqua già iscritti negli elenchi, quanto per quelli tuttora non iscritti, ma di pubblico interesse.

Ciò premesso, col decreto citato è posto in fermo che alla concessibilità dell'acqua, in regime di pubblicità non è di ostacolo:

a) il fatto che lo Stato stesso, in tempo precedente, abbia venduto l'acqua agli opponenti perchè altra è la attività chè lo Stato esercita nella sua funzione di Ente patrimoniale che accede a un negozio giuridico, altra è l'attività dello Stato che, in funzione diversa, dichiara pubblico un corso d'acqua;

b) il fatto che una sorgente sorga e si esaurisca in un fondo privato non è di ostacolo alla pubblicità della sorgente istessa perchè essendo la sorgente *pars fluminis* cioè di corso di acqua pubblica, è anch'essa pubblica;

c) la destinazione dell'acqua a usi di pubblico interesse non è di ostacolo alla dichiarazione di pubblicità, anzi ne conferma la giustificazione. Tali usi possono essere agricoli (irrigui, bestiame) potabili, anche gestiti in regime consorziali; ciò non osta all'inserzione del corso d'acqua nell'elenco delle acque pubbliche;

d) il fatto che l'acqua sia captata dal sottosuolo e incanalata non osta alla sua pubblicità, in quanto le sorgenti artificiali alimentando corsi d'acqua pubblici, fanno parte del loro bacino e in esso si riverserebbero se non fossero intercettate. Lo stesso principio, per la stessa ragione si applica alle acque comunque edotte dal sottosuolo mediante opere artificiali;

e) nè l'inserzione di un corso d'acqua nell'elenco delle acque pubbliche è ostacolata dal fatto che precedenti giudicati, per contestazioni intercorse fra privati, ebbero a riconoscerne la privata proprietà, in quanto il giudicato non ebbe a formarsi verso il Demanio, se questo non si costituì o non fu citato in giudizio, senza dire che, col mutare delle leggi sulla materia, non possono aver vigore i giudicati comunque emessi sotto leggi diverse da quelle vigenti;

f) riconosciuta la pubblicità dell'acqua è assorbita ogni applicazione di demanialità comunale, perchè le acque pubbliche non possono essere che di demanio Statale;

g) nè all'inserzione di un corso d'acqua nell'elenco delle acque pubbliche può essere di ostacolo il fatto che tale corso d'acqua sia già nel patrimonio dell'Amministrazione delle Ferrovie dello Stato, che ne usa esclusivamente, perchè essere le acque nel Patrimonio dello Stato non vuol dire essere pubbliche.

(*Boll. Min. LL. PP.*, 1929, pag. 2542 e segg.).

46 – *Varianti di derivazione di acqua pubblica - Concessione di maggiore portata che interessi altre utilizzazioni irrigue in corso di istruttoria. - Precarietà della maggiore concessione - Effetti di tale precarietà.*

Ove una variante di derivazione a scopo industriale già attuata in base ad autorizzazione provvisoria, interessi altre utilizzazioni, nella specie irrigue, in corso di istruttoria di concessione, l'approvazione della maggior portata della variante è da accordare solo in via provvisoria, anche per la sovvenzione governativa e la riduzione o cessazione di utilizzazione dà diritto soltanto a riduzione o cessazione da canone demaniale.

R. D. 24 marzo 1929. Consorzio Camuzzoni. - Derivazione dal fiume Adige (Prov. di Verona). Parere Cons. Sup. LL. PP., 15 settembre 1927, n. 2404. (*Boll. Min. LL. PP.*, 1929, p. 2915).

47 – *Condizioni particolari di concessione di osservanza delle utenze legali - Clausola arbitrale per le modalità e per i compensi.*

Ove fra le condizioni particolari di una concessione idroelettrica sia quella dell'osservanza degli usi che siano o siano stati riconosciuti legalmente sul corso d'acqua e nel tratto relativo alla concessione, il disciplinare di concessione può delegare al Genio civile d'accordo colle parti i provvedimenti per l'osservanza di tali usi. In mancanza di accordo la determinazione dei provvedimenti da adottarsi o della indennità da corrispondersi in loro vece può essere deferita in via inappellabile a tre arbitri da nominarsi uno dal concessionario, un altro dell'utente o dagli utenti cui il giudizio avrà riferimento e il terzo, con funzione di Presidente, di comune accordo fra le parti, o, in mancanza dal Presidente del Tribunale delle Acque pubbliche competente per territorio.

R. D. 24 marzo 1929. Consorzio Camuzzoni. - Derivazione dal fiume Adige (Prov. di Verona). Parere Cons. Sup. LL. PP. 15 settembre 1927, n. 2404 (*Boll. Min. LL. PP.*, 1929, p.2921).

NOTE E RIASSUNTI

SUI FENOMENI DI CAVITAZIONE NEI MODERNI DISPOSITIVI DI CHIUSURA E DI REGOLAZIONE PER CONDOTTE D'ACQUA

Wasserkraft und Wasserwirtschaft, 1929, nn. 23 e 24. – Ing. B. KÖRNER.

Col progredire delle utilizzazioni idroelettriche, orientate verso l'utilizzazione razionale di portate sempre maggiori, con salti ognor più elevati, gli ordinari dispositivi di chiusura delle condotte forzate (saracinesche, valvole a farfalla, ecc) si sono mostrati via via insufficienti a rispondere ai nuovi requisiti loro richiesti.

Perciò i tecnici ed i costruttori sono stati indotti a studiare, sopratutto per gli impianti ad alta pressione, nuovi dispositivi di chiusura e di regolazione che possedessero al massimo grado possibile i seguenti requisiti fondamentali:

1°) facilità e sicurezza di manovra senza bisogno di equilibrare preventivamente le pressioni sui due lati dell'organo otturatore;

2°) semplicità costruttiva e razionale conformazione degli elementi esposti all'azione diretta dell'acqua in movimento (onde assicurare loro la maggior durata possibile).

3°) alto rendimento idraulico;

4°) (*per gli organi regolatori di portata*): facilità, prontezza e stabilità di regolazione con qualsiasi grado di apertura dell'organo otturatore.

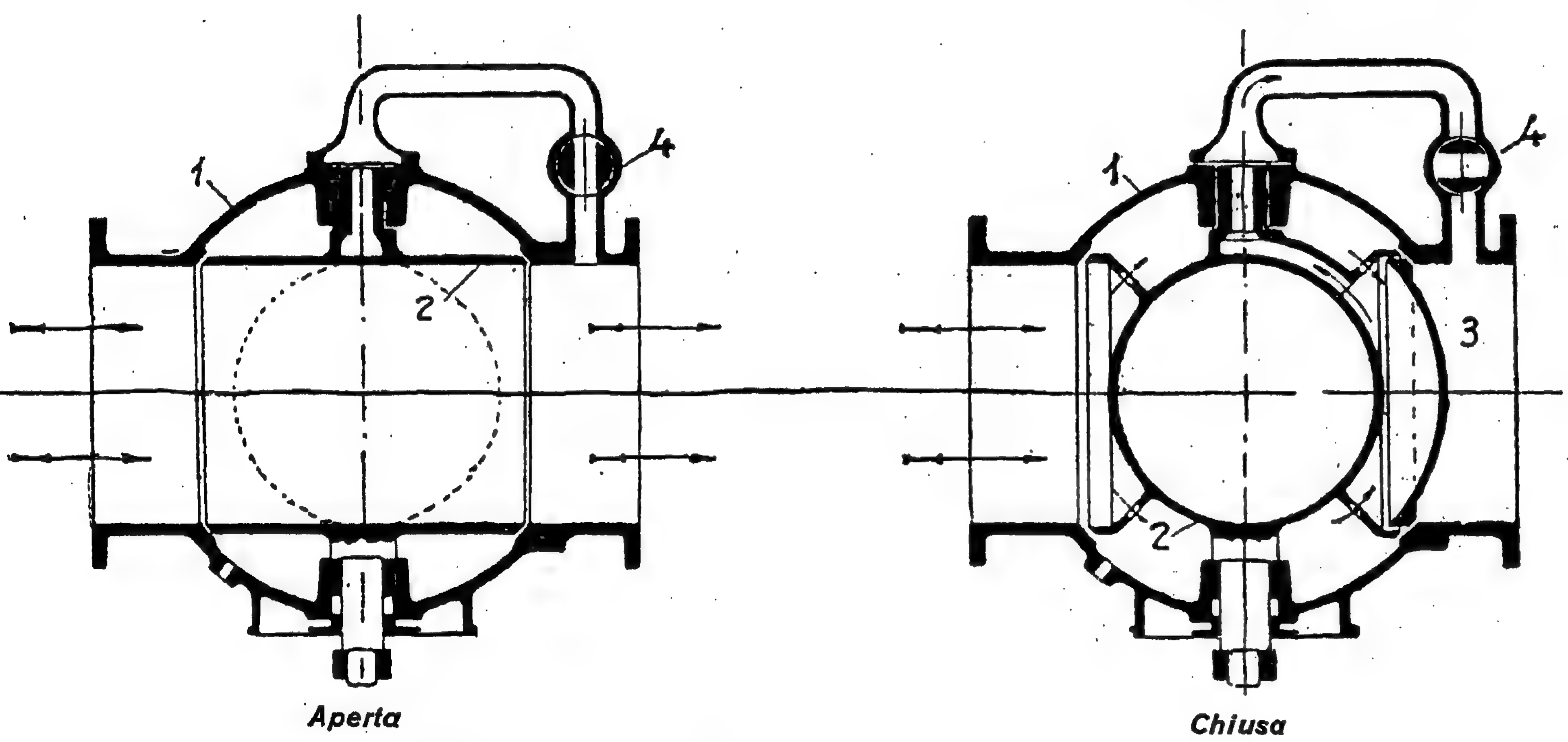


Fig. 1. - Valvola sferica «Escher Wiss» ad una chiusura, con rotazione di 90°.
1) Corpo della valvola. 2) Corpo ruotante. 3) Organo di chiusura. 4) Distributore.

Naturalmente, la realizzazione di queste condizioni ha incontrato difficoltà notevoli e non è riescita perfetta in tutti i campi d'applicazione degli organi predetti, sopratutto per ciò che concerne l'usura provocata dal fenomeno della cavitazione.

Tuttavia i progressi realizzati negli ultimi anni sono veramente notevoli.

I più moderni dispositivi di chiusura e di regolazione per condotte d'acqua si riducono essenzialmente ai seguenti tre tipi di valvole (1):

1°) valvole rotative o «sferiche» (dalla forma che di solito presentano esternamente);

2°) valvole con otturatore a stantuffo dette anche ad « ago » o a « campana », per la forma dell'organo otturatore che, nella sua forma primitiva, era assimilabile all'ago di una turbina Pelton o ad una campana;

3°) valvole cilindriche (tipo caratteristico della Freund-Starke-Hoffmann).

Nella nota in esame vengono considerate soltanto le valvole del 1° e del 2° tipo; per quelle del 3° tipo, l'A, rimanda a un suo studio precedente (1).

Valvole rotative.

La più nota e diffusa valvola di questo tipo è la *valvola sferica* della « Escher Wyss » (fig. 1). Altre valvole da questa derivate vengono costruite in Germania, anche dalla « Voith » e dalla « Polte ». Queste valvole, che hanno trovato larga applicazione come organi di chiusura delle condotte forzate, hanno il notevole vantaggio che quando sono aperte lasciano completamente libera la sezione della condotta e non danno quindi luogo a perdite di carico e a moti vorticosi. Esse non si prestano però assolutamente alla regolazione dei deflussi perchè, ad apertura parziale, provocano degli urti e dei moti vorticosi che, oltre a riuscire esiziali per l'organo otturatore, possono nuocere anche alla condotta e all'esercizio di questa. Le fotografie della fig. 2 (*a*, *b*, *c*, *d*), si riferiscono ad esperienze eseguite dall'A. nel « Preussische Versuchsanstalt für Wasserbau und Schiffbau » di Berlino e mettono in chiara evidenza il notevole perturbamento che subisce il moto dell'acqua attraverso una di queste valvole, nel caso di luce parzializzata (con diversi gradi d'apertura).

Le azioni che l'acqua esercita in simili condizioni sopra l'organo mobile della valvola danno luogo ad un momento di rotazione che, specialmente nella prima fase di chiusura, può anche assumere valori molto elevati (secondo le esperienze dell'autore su modelli in scala ridotta: da 3 a 13 t.m con carichi da 2 ad 8 m soltanto).

Tale momento, inoltre, anche se l'otturatore non cambia di posizione, è continuamente variabile in grandezza e senso perchè i vortici e le corrispondenti zone di depressione, che hanno luogo nell'interno e in prossimità della valvola, si spostano di continuo restringendosi ed estendendosi periodicamente. Questi perturbamenti, oltre a rendere impossibile la regolazione stabile del deflusso a luce parzializzata, dànno origine ad urti e ad oscillazioni che possono rendere presto inservibile anche la valvola. Se poi la pressione e la velocità dell'acqua sono appena elevate interviene il fenomeno della cavitazione e allora le parti maggiormente esposte alle zone di depressione vengono corrose in brevissimo tempo.

L'applicazione delle valvole rotative ora esaminate deve essere quindi limitata a quei soli casi in cui è possibile manovrarle dopo aver equilibrate le pressioni sui due lati della chiusura e dove esse possono venire utilizzate soltanto nelle due posizioni estreme di completa chiusura e di apertura totale.

Simili condizioni sono quasi sempre verificate nel caso delle condotte forzate per impianti idroelettrici e perciò le valvole in questione trovano ivi la maggior applicazione, grazie sopratutto al loro vantaggio peculiare più sopra accennato.

Valvole con otturatore a stantuffo (o ad « ago »).

Caratteristica di questo gruppo è la valvola « Larner-Johnson » rappresentata schematicamente, nelle posizioni estreme di apertura e di chiusura, dalla fig. 3.

Il comando della valvola qui riprodotta è esclusivamente

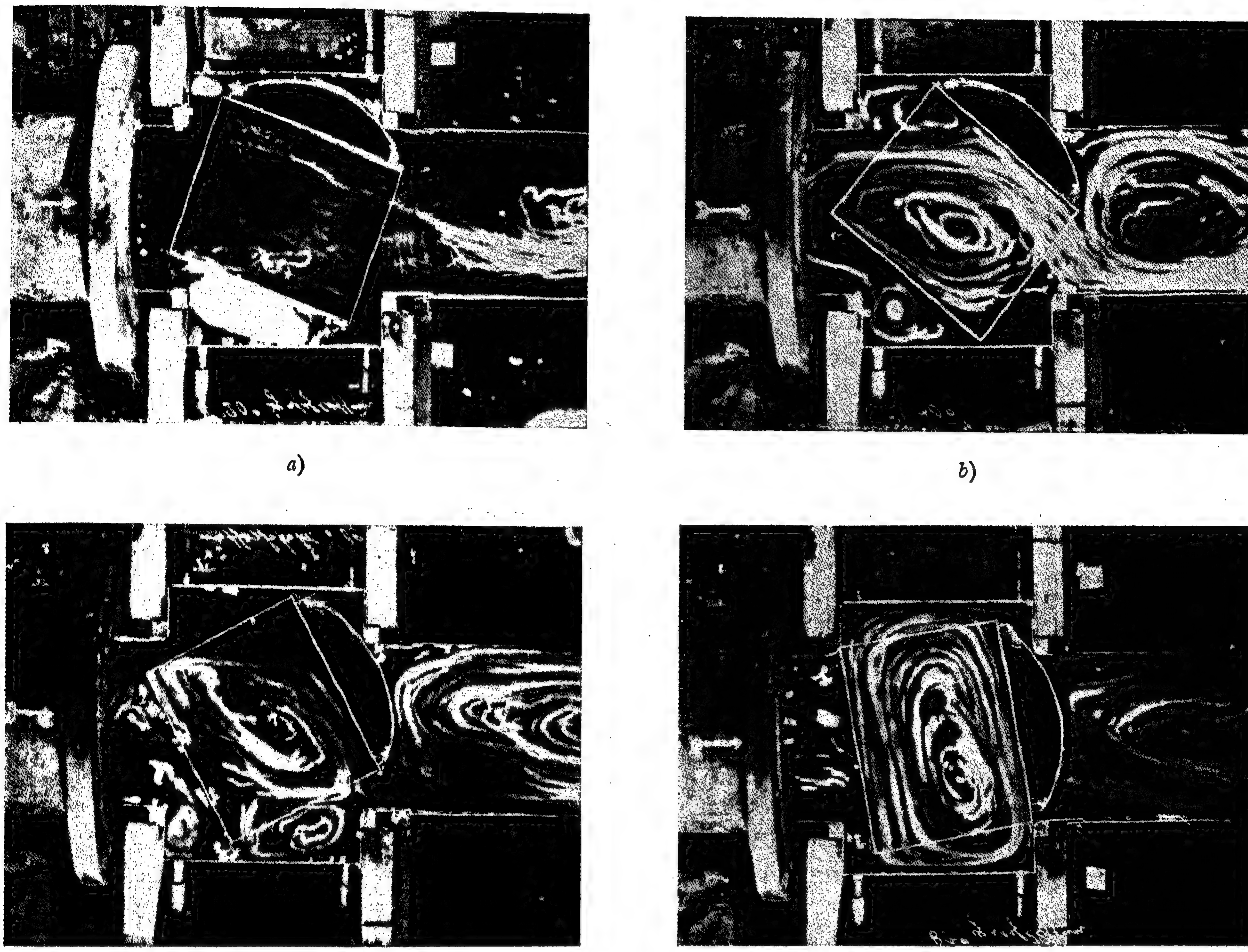
(1) Una descrizione particolareggiata dei primi due tipi di valvole è riportata in una nota dell'ing. G. GENTILE, pubblicata nel fascicolo dell'ottobre 1929 di *Sincronizzando*. Da questa stessa nota abbiamo ricavati i clichés delle figure 1 e 3.

(1) B. KÖRNER - *Der Walzenschieber, ein neuer Absperr-und Regelschieber mit günstigen hydraulischen und mechanischen Eigenschaften.* Deutsche Wasserwirtschaft 1929, fasc. I.

idraulico e non consente di mantenere l'otturatore in posizioni intermedie. Le camere *A* e *B* possono essere messe alternativamente in comunicazione l'una con la condotta a monte e l'altra coll'atmosfera (o con la condotta a valle).

Il funzionamento dello stantuffo 2, nei due casi, risulta

Per questa ragione, a meno di ricorrere a speciali accorgimenti (come l'immissione di aria o di acqua sotto pressione nelle zone di depressione) è sempre consigliabile di collocare queste valvole all'estremità a valle delle condotte di scarico in modo che immettano direttamente nell'atmosfera.



a) *b*) *c*) *d*)

Fig. 2. - Perturbamenti causati da una valvola «sferica» parzialmente chiusa.

a) chiusura : 20° *b*) chiusura : 40° *c*) chiusura : 60° *d*) chiusura : 80°

evidente dall'esame della figura 3. Perchè la valvola possa funzionare con la dovuta sicurezza e con sufficiente rapidità è necessario che la tenuta fra l'otturatore e il cilindro entro cui esso si muove sia perfetta: in questa condizione risiede una delle maggiori difficoltà costruttive inerenti al tipo di valvola in esame, difficoltà che cresce, ovviamente, coll'aumentare del diametro dello stantuffo e della pressione d'esercizio della condotta. Per far fronte a queste difficoltà sono stati escogitati diversi dispositivi ed accorgimenti, di cui però l'A. omette la descrizione per ragioni di brevità.

Queste valvole hanno forma assai adatta per resistere a pressioni interne anche elevate, il che permette di limitarne sensibilmente il peso e rende possibile la costruzione di dispositivi a grande diametro. Tuttavia, le forti deviazioni che la corrente d'acqua subisce nel circuire l'organo otturatore centrale, genera facilmente delle zone di depressione in corrispondenza delle quali possono aver luogo fenomeni di cavitazione assai dannosi.

Questo inconveniente può essere eliminato, o almeno efficacemente ridotto, assegnando alla sezione anulare di efflusso dimensioni gradatamente decrescenti nel senso del movimento della corrente: con ciò si evita il duplice pericolo del distacco della vena dal contorno bagnato dell'otturatore e della conseguente formazione di zone di depressione.

All'uscita dalla valvola, la vena fluente ha la forma di una corona circolare con generatrici esterne inizialmente convergenti, il che da luogo ad una sezione contratta in corrispondenza della quale si ha il distacco della vena stessa dalle pareti della condotta e la conseguente formazione di una zona di depressione.

La fig. 4 rappresenta la sezione schematica di un nuovo tipo di valvola con otturatore a stantuffo, brevettata e costruita dalla ditta Reuling di Mannheim, e denominata « Ringschieber ».

Lo spostamento dell'otturatore viene determinato da un servomotore idrodinamico (a pressione d'olio) essenzialmente costituito da un cilindro solidale con il corpo fisso interno della valvola e da uno stantuffo rigidamente collegato all'otturatore.

Il vantaggio principale di questo tipo di valvola è quello di eliminare le guarnizioni di tenuta fra l'otturatore ed il rispettivo cilindro, che costituiscono, come si è già detto, uno dei punti più delicati delle valvole Johnson.

Mediante l'aggiunta di semplici dispositivi ausiliari di comando, atti a mantenere l'otturatore in qualsiasi posizione intermedia, le valvole con otturatore a stantuffo si prestano anche ad una certa regolazione del deflusso, che è però sufficientemente stabile e sicura soltanto per le maggiori portate; mentre riesce praticamente impossibile a luce molto parzializzata, per effetto sopratutto dei gravi perturbamenti provocati da inclusioni d'aria che, all'uscita dalla valvola, danno luogo a delle vere esplosioni che rompono il getto, allargandolo bruscamente e polverizzandolo in parte (fig. 5).

Tale fenomeno è in generale periodico ed è sempre accompagnato da urti e da variazioni di portata che non permettono di mantenere a lungo l'otturatore in posizioni molto vicine a quella di chiusura.

Mentre però la rottura del getto, ora accennata, riesce sempre nociva alla regolazione delle portate (a luce molto parzializzata), essa è invece assai favorevole alla conservazione del fondo e delle pareti del canale, della vasca o del greto nel quale il getto stesso viene scaricato.

Un altro tipo di valvola con otturatore a stantuffo, basata però su un principio di funzionamento alquanto diverso da quello dei dispositivi sopra descritti è schematicamente rappresentato, in sezione, dalla fig. 6. Questa valvola può essere inserita anche lungo una condotta o allo sbocco di una condotta in una

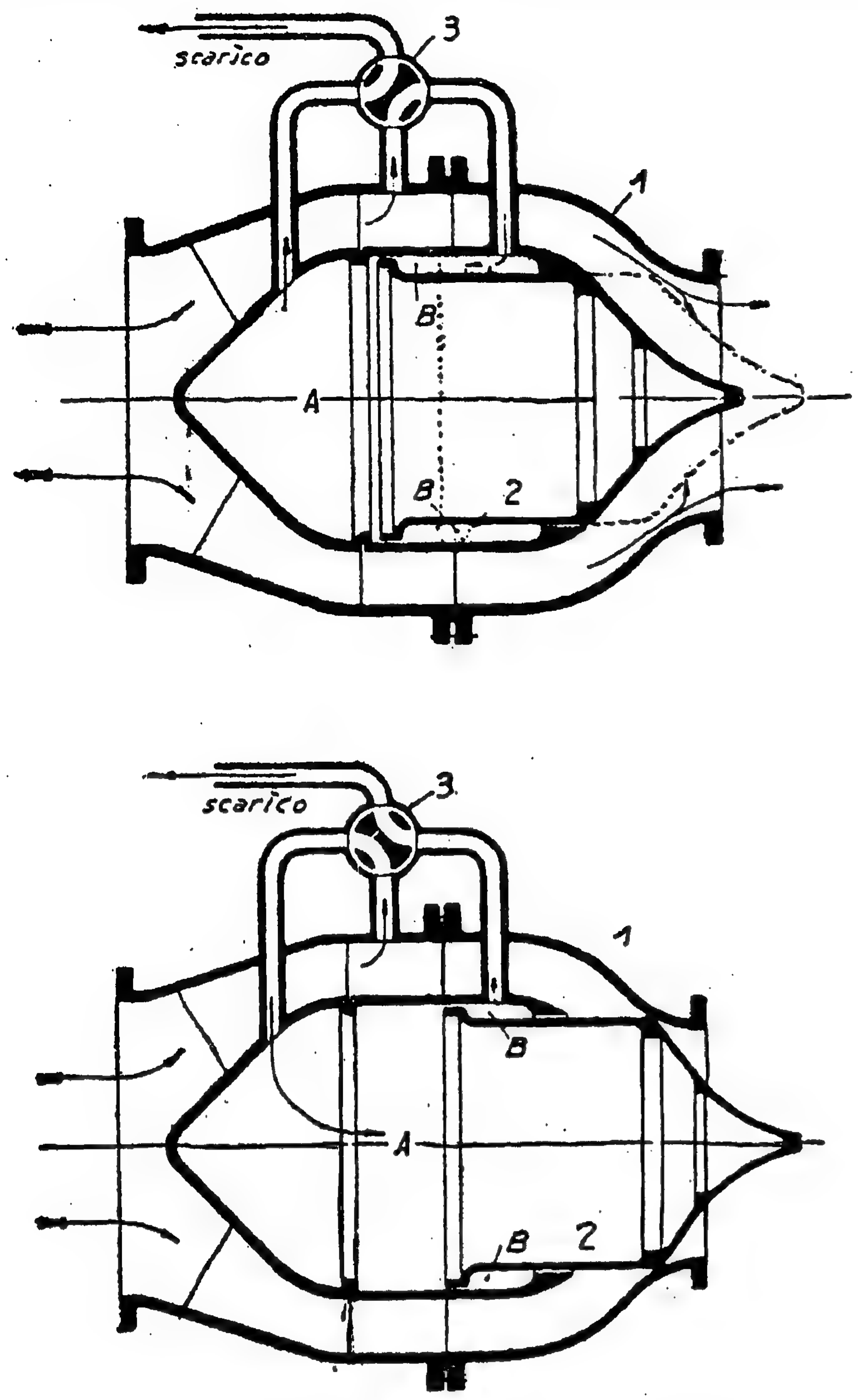


Fig. 3. - Valvola Larner-Johnson a comando idraulico.
1) Corpo della valvola 2) Stantuffo otturatore 3) Distributore

galleria. La caratteristica fondamentale di questo nuovo tipo consiste nella disposizione dell'otturatore, il quale è munito di uno o più fori — praticati rispettivamente, nella parte centrale o lungo la periferia della parete di ritenuta — e chiude la luce di efflusso spostandosi in senso contrario a quello della corrente.

Il comando dell'otturatore viene fatto meccanicamente sfruttando però — per la chiusura — la differenza di pressione che, grazie ai fori anzidetti, sussiste in qualunque posizione fra la parete esterna dell'otturatore (limitata al contorno dal bordo *b*) e la parete interna del medesimo, che è di sezione leggermente superiore a quella.

Questa differenza di pressione non ha lo stesso valore in tutte le posizioni dell'otturatore, perchè dipende, oltre che dalla differenza fra le superficie delle due pareti anzidette, anche dalla pressione che l'acqua in movimento esercita sulla parete esterna; pressione, questa, che varia, notoriamente, con la velocità dell'acqua e con l'angolo di deviazione della corrente, ossia, in definitiva, con il grado di apertura della valvola.

Studiando però accuratamente — per via sperimentale — la ripartizione reale di queste pressioni e assegnando, sulla scorta dei risultati ottenuti, forme opportune all'otturatore e alla carcassa esterna della valvola è stato possibile contenere le variazioni di pressione anzidette — e di conseguenza le forze

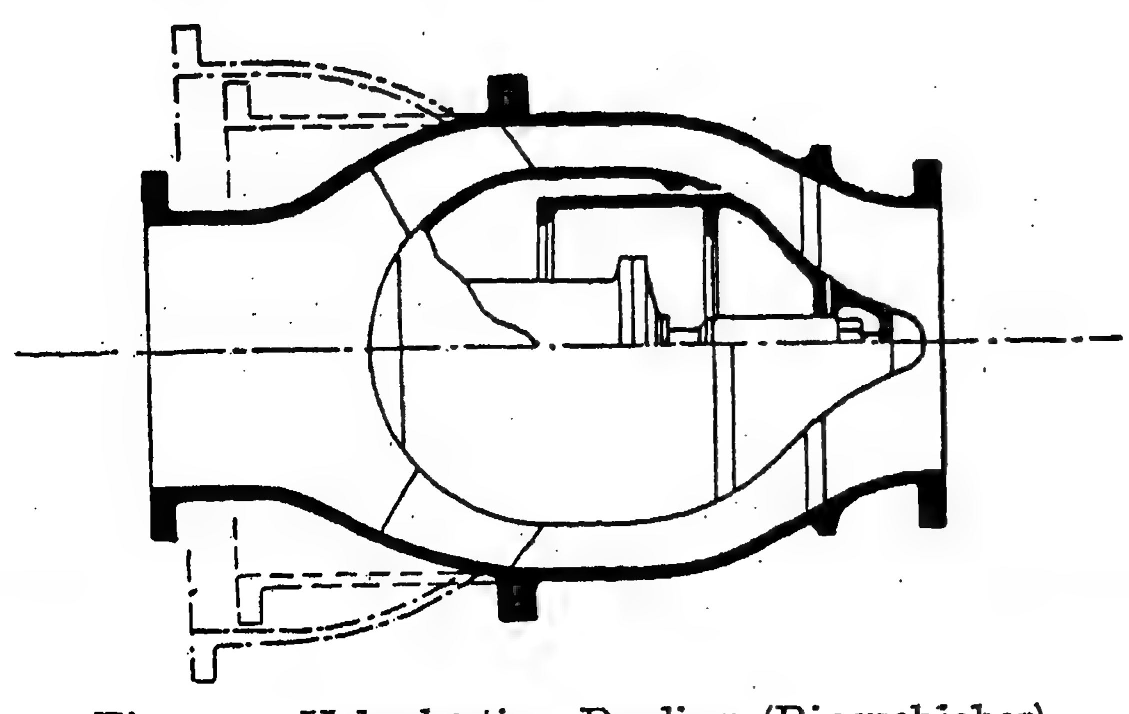


Fig. 4. - Valvola tipo Reuling (Ringschieber).

necessarie per la manovra dell'otturatore — entro limiti assai ristretti, di molto inferiori a quelli richiesti per lo spostamento di un otturatore a parete completamente chiusa.

Il tipo di valvola ora descritto è stato applicato per la prima volta nella conca di Furstemberg sull'Oder e ha dato risultati

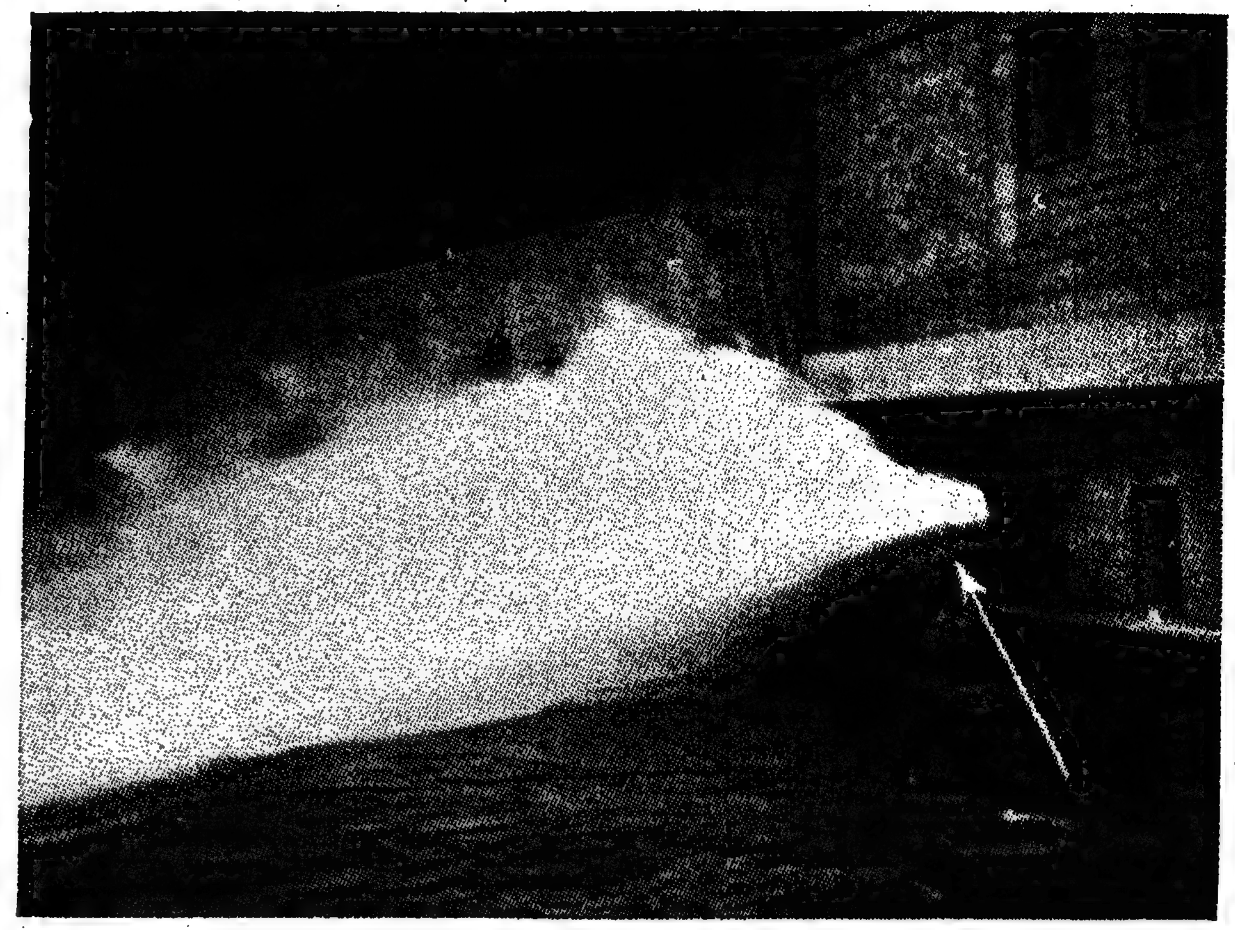


Fig. 5. - Getto uscente da una valvola tipo Reuling.
(parzializzazione del 15 % — carico : 45 m).

abbastanza soddisfacenti, per quanto l'esperienza abbia dimostrato che anche le valvole costruite secondo lo schema della fig. 6 non sono del tutto esenti dall'inconveniente della cavitazione.

Il defunto prof. dott. Krey, già direttore dell'Istituto sperimentale di costruzioni idrauliche di Berlino, in seguito a numerose ricerche — intese ad eliminare o a ridurre al minimo possibile i pericoli della cavitazione — pervenne al tipo di valvola della fig. 7, il quale è fondato sullo stesso principio del tipo sopra descritto, ma presenta alcune caratteristiche diverse che ora illustreremo.

Intanto bisogna premettere che la valvola in parola è applicabile soltanto al termine di una condotta sboccante in una galleria di diametro maggiore. Questa condizione, però, non costituisce in pratica una limitazione sensibile, essendo essa normalmente verificata o realizzabile nelle condotte di scarico o di derivazione dei serbatoi e in tanti altri casi che costituiscono il comune campo d'applicazione dei dispositivi esaminati.

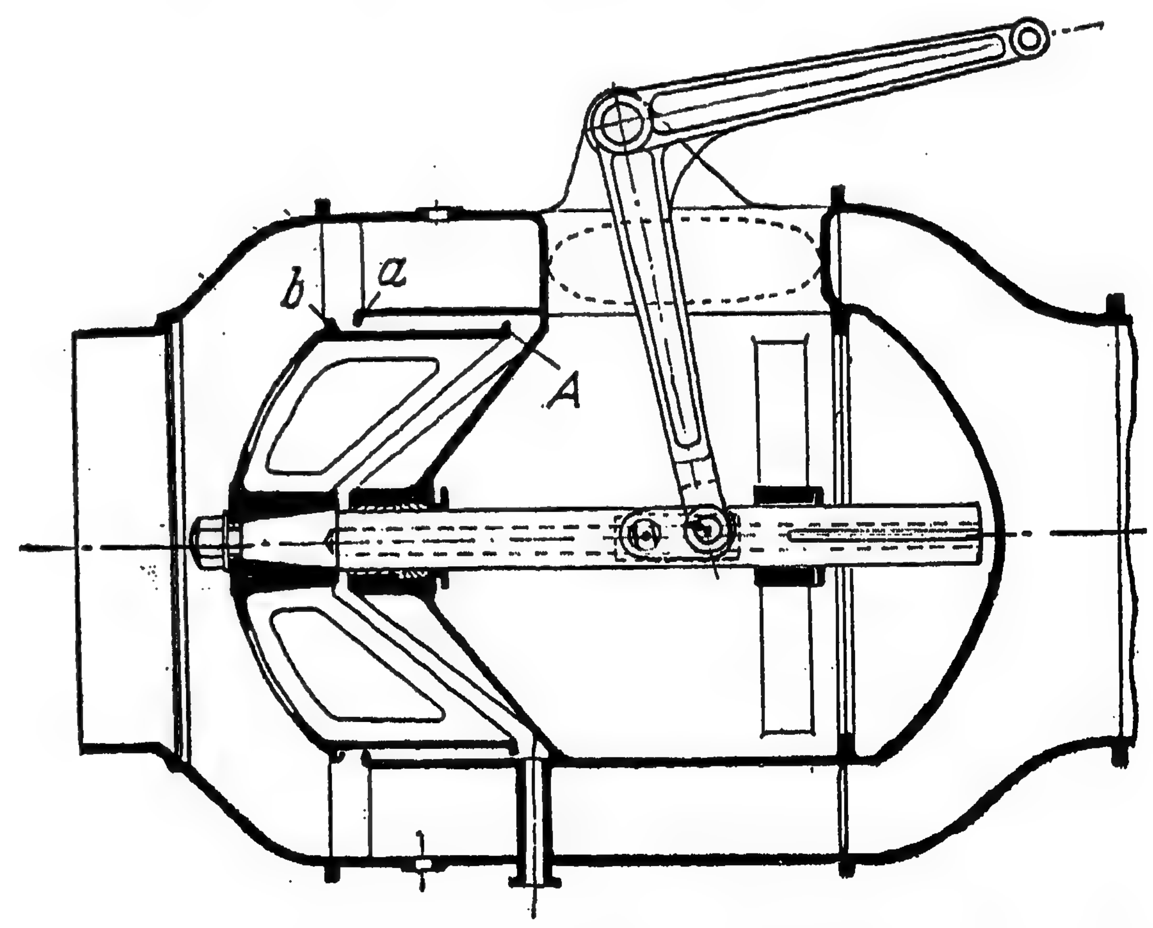


Fig. 6. - Valvola con otturatore a stantuffo tipo Ardelt.

In tali condizioni, la valvola Krey permette di smaltire portate notevoli con velocità anche elevatissime senza provocare sensibili corrosioni perchè, grazie alla razionale conformazione delle superficie curve che accompagnano la vena fluente e al restringimento graduale della sezione libera d'efflusso, la quale costringe la vena ad aderire su tutto il percorso alle pareti del condotto interno della valvola e a quelle della galleria di scarico, viene evitata quasi interamente la formazione di pericolose zone di depressione a contatto diretto con le parti lambite dalla corrente. La stessa valvola si presta anche bene alla regolazione delle portate, non avendo luogo, a valle di essa,

quei fenomeni perturbatori — dianzi accennati — che derivano dalla violenta rottura del getto per inclusioni d'aria.

Il comando della valvola Krey può essere effettuato per via puramente idraulica regolando, mediante una piccola luce ausiliaria A (fig. 7), la pressione dell'acqua che si trova nel cilindro C.

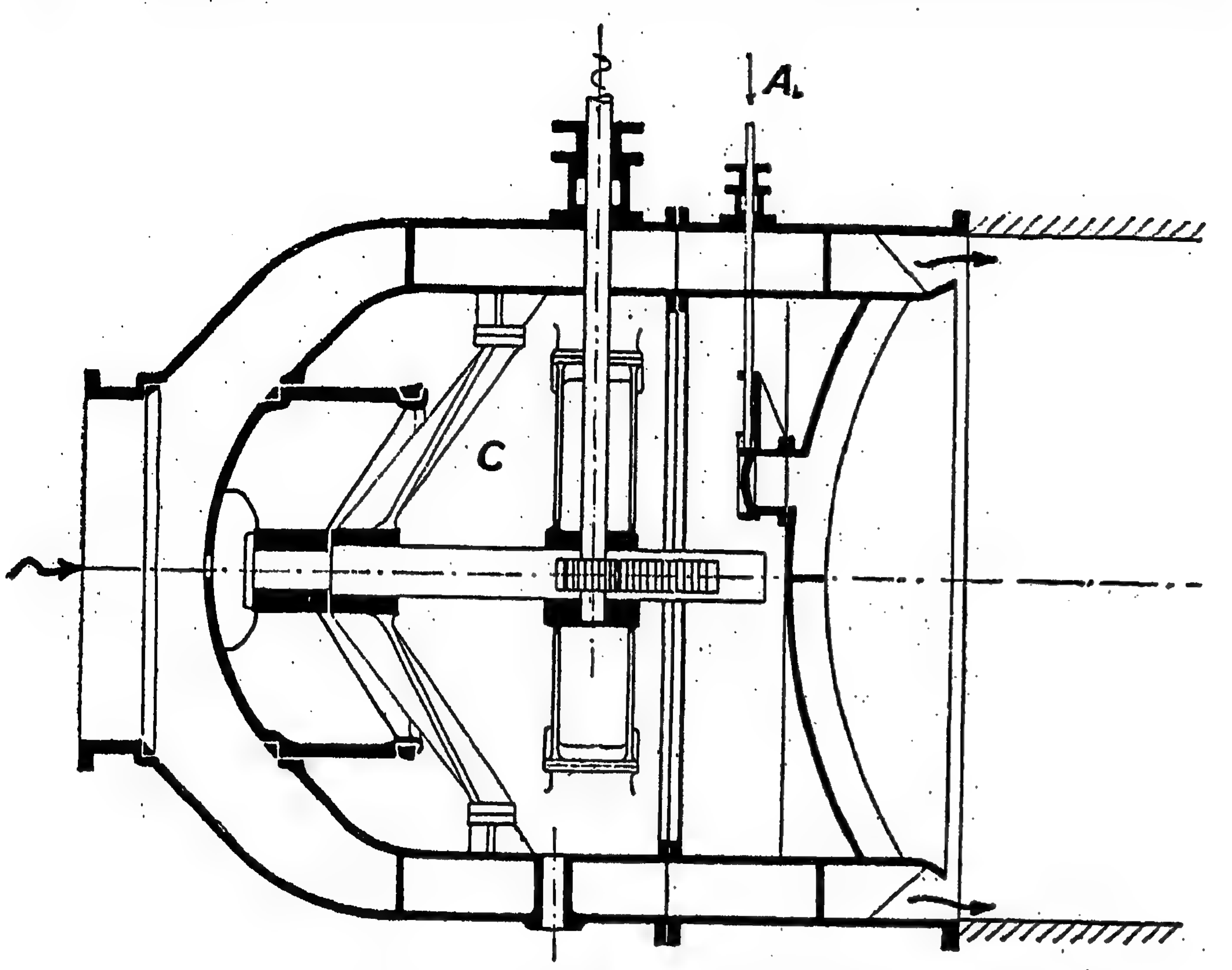


Fig. 7. - Valvola con otturatore a stantuffo tipo Krey.

Naturalmente, perchè si possa conseguire con tale sistema una regolazione pronta e sicura è necessario che l'apertura A abbia un'area convenientemente maggiore di quella del foro centrale d'immissione.

La valvola può essere provvista anche di un secondo meccanismo di manovra indipendente dal dispositivo ora descritto.

Provvedimenti speciali per eliminare il fenomeno della cavitazione.

Gli americani, per eliminare il pericolo della cavitazione nelle valvole Johnson, immettono dell'aria in corrispondenza del raccordo conico fra la valvola e la condotta. Tale provvedimento riesce assai efficace ed è vantaggiosamente applicabile anche agli ordinari dispositivi di chiusura e regolazione per condotte d'acqua sotto pressione. Però la quantità d'aria che occorre immettere nella vena fluente per compensare le depressioni che hanno luogo nell'interno di questi dispositivi è sempre notevole e ciò può costituire un serio inconveniente, perchè, anche a prescindere dal fatto che il rendimento idraulico delle valvole o delle saracinesche resta alquanto diminuito, l'aria inclusa nella vena può dare luogo a sacche (o bolle) assai nocive e pericolose, specialmente se la condotta (o la galleria) che fa seguito alla valvola è lunga e presenta un profilo comunque accidentato o discendente verso valle.

In tali casi si possono compensare le depressioni anzidette immettendo nella vena fluente dell'acqua invece che dell'aria.

Questo procedimento non è soggetto, almeno teoricamente, ad alcuna limitazione; l'acqua può essere immessa mediante apposite condotte dal serbatoio (o dalla condotta) a monte della valvola, oppure può venire aspirata da valle, utilizzando la depressione creata nella sezione d'efflusso più ristretta, dalla corrente stessa.

Nel caso di immissione d'acqua sotto pressione, da monte, le condotte ausiliarie debbono essere alla loro volta munite di piccole valvole o saracinesche, per evitare perdite d'acqua quando la valvola (o saracinesca) principale è chiusa.

Tale necessità non sussiste nell'altro caso e perciò, nella pratica, è spesso preferibile il sistema dell'aspirazione da valle. È da notarsi, tuttavia, che anche la compensazione delle depressioni mediante i sistemi ora accennati richiede notevoli quantità d'acqua e quindi impianti ausiliari complicati e costosi.

Sembra però che non sia necessario immettere una quantità d'acqua tale da compensare interamente le depressioni esistenti; ma che basti invece immettere tant'acqua quanto basta per creare, in prossimità delle superficie maggiormente esposte agli effetti della cavitazione, una specie di cuscinetto che attutisca semplicemente l'urto delle particelle che, staccandosi dalla massa d'acqua fluente, vengono proiettate contro le pareti del condotto.

I risultati di alcune esperienze che l'A. stesso ha eseguito su dispositivi da lui ideati, avrebbero messo in chiara evidenza l'efficacia di questo sistema che, a tutt'oggi, costituirebbe una delle soluzioni più pratiche ed economiche del problema accennato.

A. T.

L'USO DEI MOTORI DIESEL PER SOPPERIRE ALLE PUNTE DI CARICO

Electrical World, 21 e 28 dicembre 1929. – Dr. P. H. Schweitzer.

In passato il motore Diesel non era preso in molta considerazione come mezzo per risolvere il problema delle punte di carico, e ciò sia per l'elevato costo di installazione che per la potenza relativamente limitata. Negli ultimi anni però il costo dei motori Diesel è sensibilmente diminuito, mentre venivano costruiti motori soddisfacenti con potenze anche di parecchie migliaia di cavalli; recentemente anzi, la *Markische Elektrizitäts Werke* ha installato per il servizio di punta due Diesel da 11.700 HP.

Il motore Diesel offre del resto per sè stesso parecchie caratteristiche favorevoli per questo uso, indipendentemente dal fatto che, come gli altri motori primi usati allo stesso scopo, può fornire tanto il carico di punta in condizioni normali, che il carico di base in caso di qualche guasto parziale. Fra i caratteri favorevoli sono da ricordare il rapido avviamento, per cui in pochi minuti si può ottenere il pieno carico; l'alto rendimento termico, che è praticamente indipendente dalla grandezza del motore e non diminuisce col tempo; il fatto che durante i periodi di risposo non si ha consumo di combustibile e la sorveglianza richiesta è minima. Occorrendo, il motore Diesel può esser posto a notevole distanza dall'impianto di base e vicino ai centri di consumo, diminuendo così il costo del trasporto dell'energia elettrica prodotta; inoltre, ove venga richiesto qualche cambiamento nell'impianto, il Diesel è più facile da trasportare o da utilizzare che non un'installazione a vapore.

Finora i vantaggi del motore Diesel sotto questo particolare punto di vista sono stati apprezzati più in Europa che in America, dove esiste qualche caso anche importante di Diesel adoperato come riserva ad impianti idroelettrici, ma non si ha esempio dell'impiego di tali motori per sopperire alle punte in centrali termoelettriche. L'A. si è pertanto preoccupato di studiare le possibilità della combinazione turbina a vapore-motore Diesel, che si è già dimostrata soddisfacente in altri Paesi, anche nelle condizioni esistenti agli Stati Uniti.

Per la produzione integrale dell'energia, comprendente cioè energia di base e di punta, l'energia prodotta con motori Diesel non può certo competere dal punto di vista economico con la produzione a vapore: il costo del kWh nelle centrali a vapore di tipo più moderno ha già raggiunto agli Stati Uniti un livello assai basso, e d'altra parte il prezzo *per caloria prodotta* dell'olio per motori Diesel è quasi il doppio di quello corrispondente del carbone. Oltre al maggior costo del combustibile vi sono poi a svantaggio dei Diesel altri gravami non facilmente valutabili, perchè non esistono motori Diesel di potenze paragonabili a quelle dei grandi gruppi termici, e cioè dell'ordine di grandezza delle centinaia di migliaia di kW.

Ma la cosa cambia aspetto se l'impiego del motore a combustione si limita alla produzione di energia di punta e alla riserva in caso di guasti. L'A. esamina il problema nel caso di una centrale da 20.000 kW, ma si intende che i risultati dell'analisi possono applicarsi a centrali dello stesso ordine di grandezza, mentre non sono utilizzabili per impianti molto piccoli o molto grandi.

Poichè i prezzi del carbone e dell'olio e i diagrammi di carico variano notevolmente secondo la località e influiscono molto sui risultati dell'analisi intrapresa, questa è stata estesa in modo da coprire tutti i prezzi del carbone e dell'olio possibili in pratica, usando inoltre quattro curve di carico caratteristiche e diverse fra loro; tali curve sono riprodotte in fig. 1. La prima (*a*) si riferisce al caso di un carico ottenuto con sola illuminazione; la curva (*b*) comprende illuminazione e trazione elettrica urbana; la (*c*), illuminazione e forza per usi industriali; in fine la (*d*), illuminazione, forza, tramvie e ferrovie urbane e interurbane. Dalle curve in fig. 1, che riproducono l'andamento del carico giornaliero, si sono poi dedotte delle curve annuali composite, in base ad un egual numero di curve estive ed invernali.

Un problema importante è quello di stabilire quale percentuale della potenza installata deve essere coperta dalle turbine a vapore e quale dai motori Diesel. È noto che la convenienza economica delle centrali termiche americane ad alto rendimento è data in gran parte dal coefficiente di utilizzazione dell'impianto; le turbine a vapore che forniscono il carico di base devono pertanto, per una sana economia, essere utilizzate al massimo, mentre per le punte si possono adoperare macchine per le quali l'effetto di un minor coefficiente d'utilizzazione non è così sentito. Tanto più bassa è la potenza del macchinario installato per fornire il carico di base e tanto maggiore sarà il suo coefficiente di utilizzazione; ma anche tanto maggiore sarà la quantità di energia che dovrà essere fornita dalle unità di punta meno economiche. La ripartizione più conveniente della

potenza fra unità di base e di punta dipende dalle caratteristiche del carico e dal tipo di macchina adoperato per le punte.

Nella fig. 2 sono riprodotte le curve dei coefficienti di utilizzazione delle macchine di base e di punta per i vari tipi di carico indicati in fig. 1 e secondo le potenze installate; tali curve sono applicabili a qualsiasi tipo di centrale con macchine diverse per la produzione dell'energia di base e di punta.

I calcoli dello Schweitzer sono basati sui seguenti presupposti: il potere calorifico del carbone si è preso eguale a 7000 calorie; il capitale investito per kW si è posto pari a 125 dollari (L. 2.400) per macchinario, fabbricati e terreno; il servizio del capitale comprende il 7% d'interesse e 2.44 a 3.97% per l'ammortamento dell'impianto, ciò che corrisponde a una vita *utile* dello

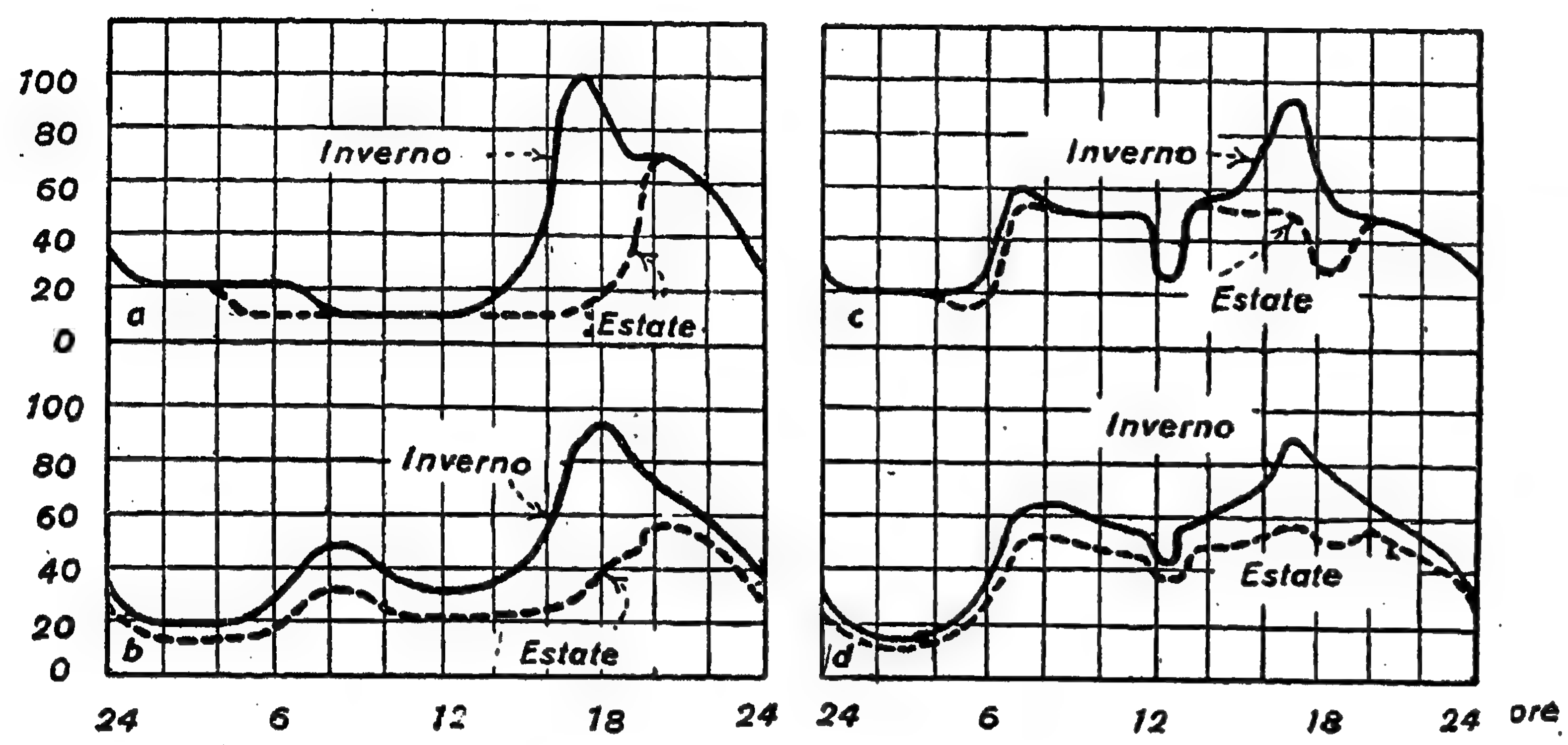


Fig. 1. - Diagrammi di carico giornaliero di vario tipo.

a) illuminazione, *b*) illuminazione e trazione elettrica urbana, *c*) illuminazione e forza per usi industriali, *d*) illuminazione, forza, tranvie e ferrovie urbane e interurbane.

stesso da 20 a 15 anni rispettivamente (il tasso più alto corrisponde a un coefficiente d'utilizzazione maggiore); inoltre si è computato il 2% per tasse e assicurazioni. Le spese per il personale, la manutenzione ecc., furono determinate in base a una statistica americana per 19 centrali tutte aventi fra 15.000 e 25.000 kW di potenza di macchinario installato.

In base ai dati suesposti, sono stati calcolati i costi del kWh per produzione a vapore col variare del coefficiente di utilizzazione dell'impianto dal 10 al 70% e per vari prezzi del carbone. Questi costi sono esposti nella tabella seguente; poichè il loro valore è di semplice confronto, non si è fatta la traduzione in moneta italiana.

TABELLA I.

Variazione del costo di produzione del kWh in una centrale a vapore col variare del coefficiente di utilizzazione (I costi sono in centesimi di dollaro).

Coefficiente di utilizzazione dell'impianto %	10	20	30	40	50	60	70
Prezzo del carbone per Tonn. (7.500 calorie per Kg.) ...... $ 2	2.37	1.32	0.89	0.69	0.62	0.54	0.48
$ 4	2.73	1.54	1.05	0.82	0.74	0.65	0.59
$ 6	3.09	1.75	1.21	0.95	0.86	0.76	0.69
$ 8	3.45	1.97	1.37	1.08	0.98	0.87	0.80

Un calcolo analogo è stato fatto per il costo dell'energia prodotta con motori Diesel. Si è supposto di installare motori da 5.000 kW, ma il calcolo vale anche per motori da 2.000 a 20.000 kW, perchè il capitale investito è all'incirca proporzionale alla potenza del motore e il rendimento termico è praticamento lo stesso con unità piccole o grandi. Il capitale investito è stato assunto di 150 dollari per kW (L. 2850) comprendendovi il terreno, i fabbricati, i motori, i generatori, l'erezione ecc.; per interessi e tasse è stato fissato ancora il 7% e il 2% rispettivamente. L'ammortamento è stato calcolato supponendo una durata utile dell'impianto di 25 anni con coefficienti di utilizzazione del 10 o del 20%; di 20 anni, con coefficienti del 30, 40, 50 o 60% e di 15 anni con coefficiente del 70%; alla fine di questo periodo, si considera uguale a zero non solo il valore del macchinario, ma anche quello del fabbricato e dei terreni, ciò che è forse esagerato. Per gli altri fattori che entrano nel computo del costo del kWh si sono assunti valori desunti come medî da varie fonti. La tabella II dà per i motori Diesel i costi di produzione del kWh, analogamente a quanto è stato fatto nella tabella I per la produzione a vapore.

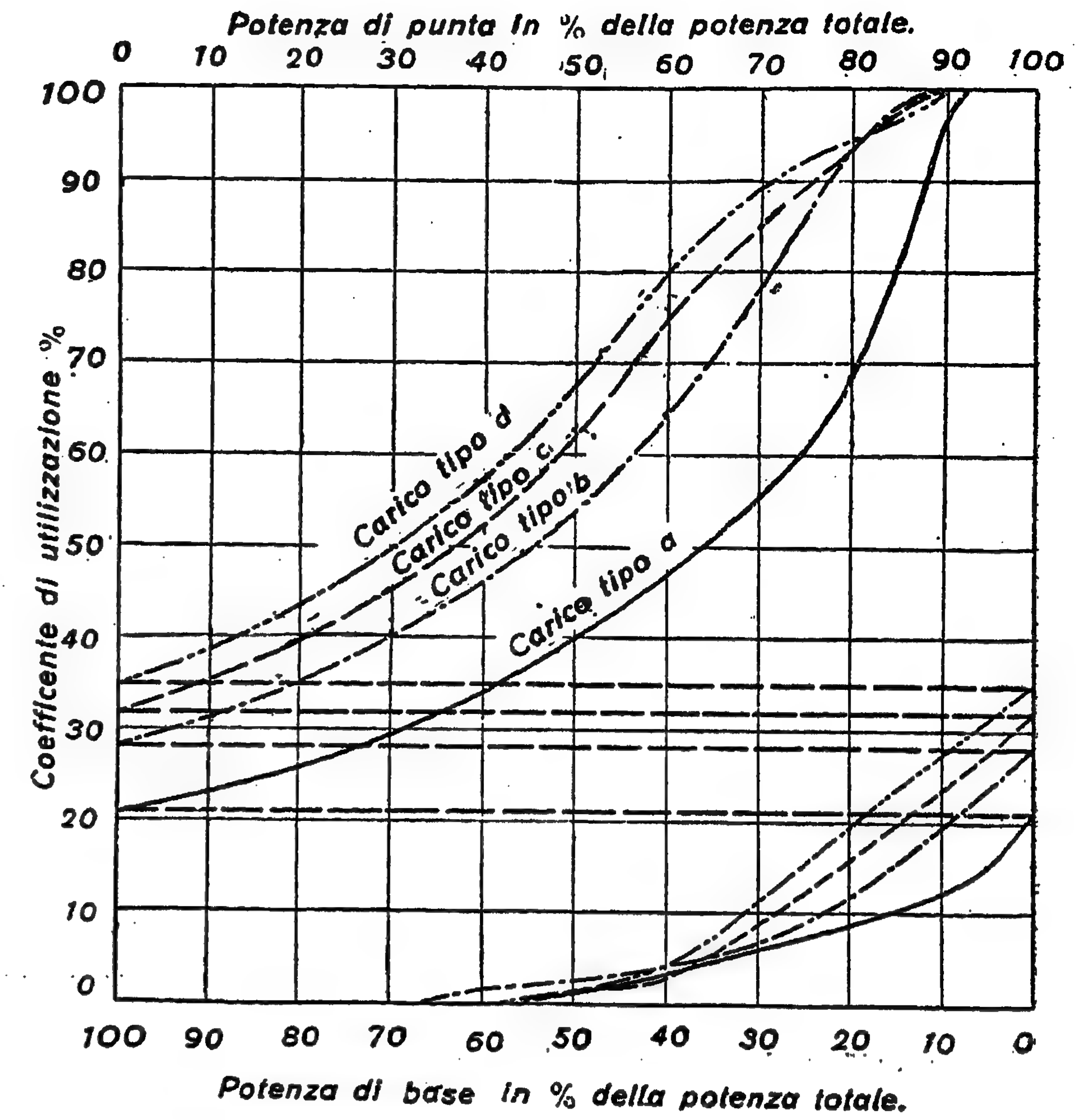


Fig. 2. - Coefficienti di utilizzazione in centrali con produzioni di punta e di base separate.

TABELLA II.

Variazione del costo di produzione del kWh in una centrale a motori Diesel col variare del coefficiente di utilizzazione (I costi sono in centesimi di dollaro).

Coefficiente di utilizzazione dell'impianto %	10	20	30	40	50	60	70
olio da 3 cents per gallone	3.02	2.04	1.72	1.49	1.32	1.19	1.10
» » 4 » » »	3.11	2.13	1.81	1.58	1.41	1.28	1.21
» » 5 » » »	3.21	2.23	1.91	1.68	1.51	1.38	1.30
» » 6 » » »	3.30	2.32	2.00	1.77	1.60	1.47	1.39

In fig. 3 sono messe a confronto le curve che rappresentano l'andamento del costo del kWh col variare del coefficiente di utilizzazione tanto negli impianti a vapore che in quelli a Diesel; anche qui i costi sono stati lasciati in centesimi di dollaro, trattandosi solo di vedere la relazione fra essi. Come si

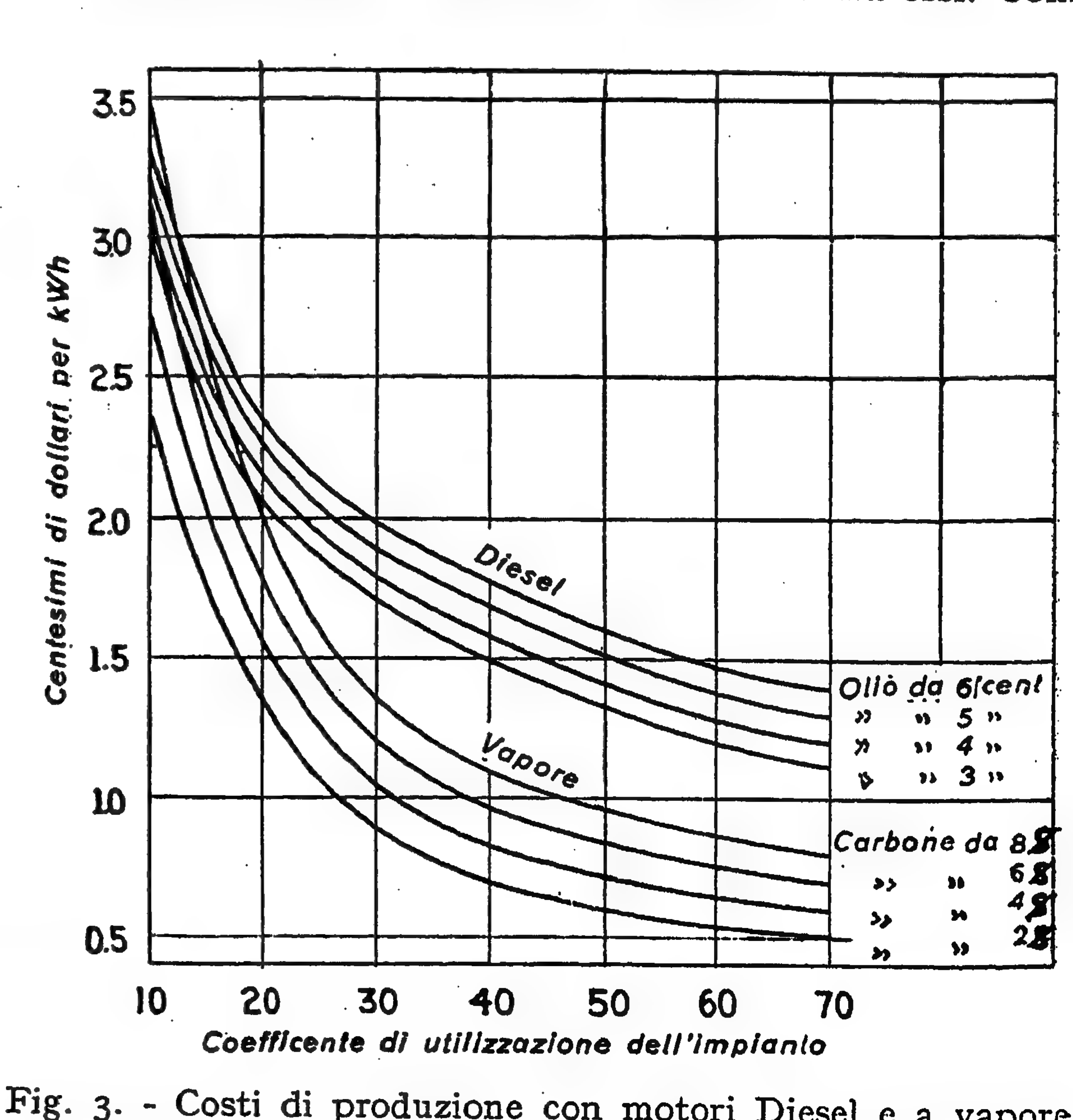


Fig. 3. - Costi di produzione con motori Diesel e a vapore in funzione del coefficiente di utilizzazione.

vede, il motore Diesel è decisamente meno economico della turbina a vapore.

Ma tale conclusione cambia completamente se si considera l'uso del motore Diesel per i soli carichi di punta. L'analisi in questo caso è stata basata sulle quattro curve di carico rappresentate in fig. 1 e l'energia complessiva è stata divisa in due classi, quella prodotta dalle unità di base e quella prodotta dalle unità di punta: il costo della produzione totale è la somma dei due diversi costi. È risultato così che l'esercizio misto vapore-Diesel è notevolmente più economico dell'esercizio vapore-vapore. La spiegazione di questo fatto si ha esaminando le curve in fig. 3: le curve di costo dell'esercizio a vapore sono molto ripide intorno al valore 25÷30% del coefficiente di utilizzazione, che è quello al quale la centrale lavora abitualmente; un piccolo aumento nel coefficiente di utilizzazione riduce notevolmente i costi unitari. Eliminando le punte di carico, si viene ad aumentare il coefficiente di utilizzazione del carico di base, e l'economia che così si ottiene permette una maggiore spesa per la produzione dell'energia di punta, rimanendo pur sempre un margine di guadagno. In ogni modo, l'energia di punta rappresenta raramente più del 5% della produzione totale e quindi l'importanza del suo costo di produzione è assai limitata.

L'A. ha calcolato, per le curve del carico sopra indicate (fig. 1), i costi di produzione secondo le diverse proporzioni fra potenza fornita da macchinario a vapore e potenza fornita da motori Diesel; i resultati sono raccolti nei diagrammi della fig. 4. L'economia ottenuta con l'esercizio misto vapore-Diesel rispetto a quello a vapore è data nei vari casi dalle differenze fra le ordinate estreme a sinistra dei varii diagrammi (che corrispondono all'esercizio completamente a vapore) e le rispettive ordinate minime; a tali ultime ordinate corrisponde la proporzione più conveniente fra turbine a vapore e Diesel. Trattandosi di stabilire l'entità *relativa* della economia ottenibile con l'uso dei Diesel per coprire il carico di punta, anche in questi diagrammi si sono lasciati i costi in dollari; è facile vedere che le economie ottenute, che aumentano col costo del carbone e sono maggiori per il carico tipo *a* (sola illuminazione), raggiungono in alcuni casi valori molto notevoli (fino al 24.5%).

m. a.

LA POMPA DI CALORE METODO ECONOMICO DI PRODUZIONE DI CALORE CON L'ELETTRICITÀ

The Institution of Electrical Engineers. – Relazione presentata il 7 settembre 1929 dal Sig. T. G. N. HALDANE.

La interessante relazione comincia con un accenno alle principali trasformazioni dell'energia ed ai rendimenti corrispondenti: facili e di alto rendimento le trasformazioni di energia meccanica in energia elettrica e viceversa, di rendimento quasi uguale al 100% quelle di energia elettrica in termica, di rendimento invece molto basso, al massimo del 25%, la trasformazione di energia termica in meccanica o elettrica. È necessario bruciare almeno 4 kg. di carbone in una centrale termica, per avere l'equivalente termico di 1 kg di carbone sotto forma di energia elettrica. Conseguenza di ciò è l'elevato costo dell'energia termica ricavata da energia elettrica prodotta con carbone, in confronto di quella ricavata direttamente dal carbone e talvolta dal gas. Naturalmente non si deve, per il costo elevato escludere l'uso diretto dell'energia elettrica per riscaldamento, sopratutto dove semplicità di esercizio, facilità di controllo, pulizia, ecc. sono necessarie ed importanti, ovvero dove necessitano temperature elevate che l'elettricità soltanto è in grado di dare.

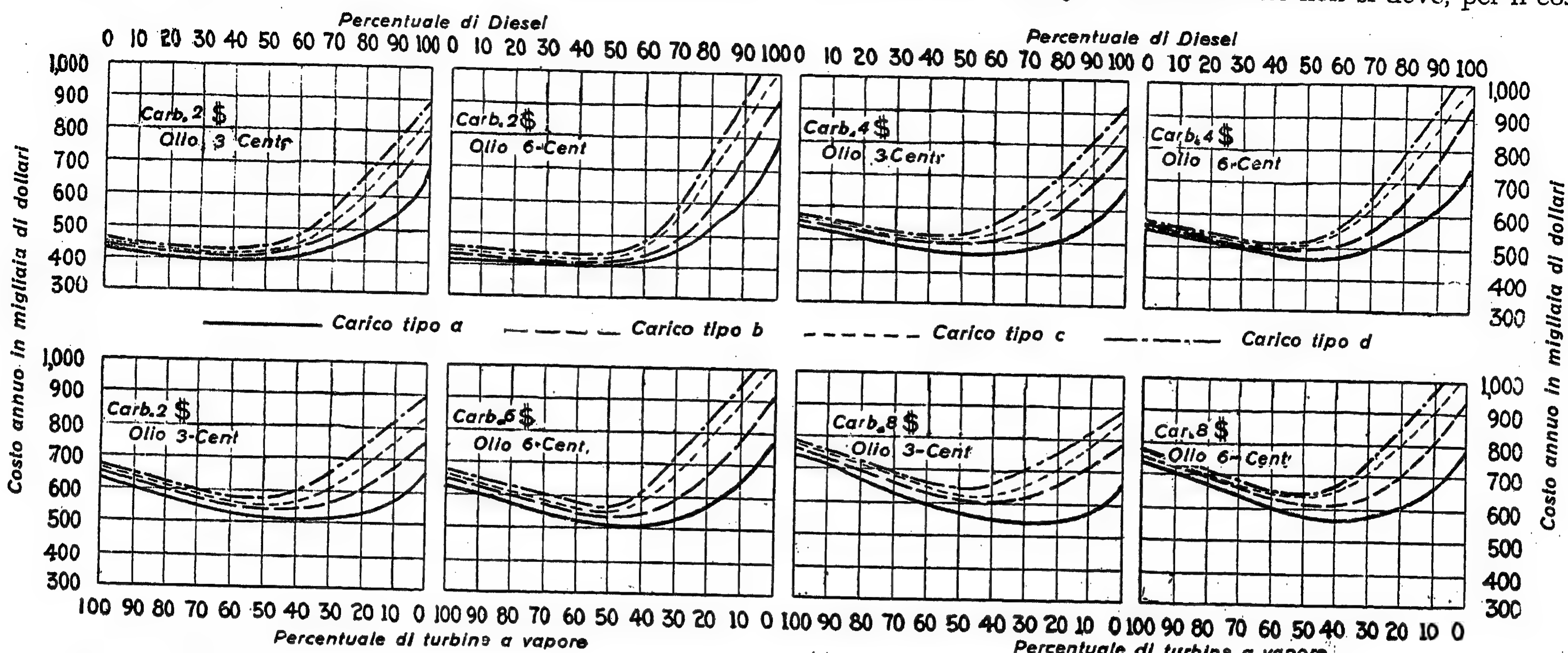


Fig. 4. - Costi di produzione per diversi tipi di carico e per diverse proporzioni di produzione con Diesel e a vapore.

Per fornire grandi quantità di calore a temperature non elevate, senza che sia richiesta una esatta regolazione delle temperature, l'energia elettrica non sembrerebbe indicata, ma anche in questo caso, con il ricorso ad energia prelevata fuori delle ore di punta, si è cercato di superare la difficoltà; le considerazioni fatte prima dicono però che il costo dell'energia elettrica, anche se limitato al puro costo di esercizio, è sempre elevato rispetto a quello del carbone o del gas, a parità di effetto termico. C'è un'altra soluzione, valevole per riscaldamento a temperature piuttosto basse, e di essa si occupa appunto la relazione.

È opinione di molti, anche tecnici, che non si possano produrre grandi quantità di calore usando economicamente dell'energia elettrica, cioè si ammette che con 1 kWh non si possano avere più di 864 calorie. È invece possibile produrre con 1 kWh un numero molto più grande di calorie, trasformando l'energia elettrica in meccanica ed usando questa in un ciclo di Carnot inverso, assorbendo cioè calore da un corpo a temperatura bassa ed utilizzandolo a temperatura più alta. La spiegazione immediata di quanto sopra si ha da' principi enunciati dallo stesso Carnot, per i quali il massimo valore del rendimento di una macchina che lavora in ciclo diretto tra le temperature T_1 e T_2 ($T_1 > T_2$), è dato da $(T_1 - T_2)/T_1$, e per il ciclo inverso — ammesso che si adoperi dell'energia meccanica per assorbire calore da una temperatura bassa per portarlo ad una alta — il rendimento è $T_1/(T_1 - T_2)$. Questa espressione rappresenta il rapporto tra la quantità di calore prodotto e quella equivalente all'energia elettrica fornita e non ha niente a che fare col rendimento considerato dal punto di vista termodinamico; si rileva dalla stessa espressione che il rendimento del riscaldamento cresce col diminuire di $T_1 - T_2$ e può raggiungere valori altissimi per valori molto piccoli di $T_1 - T_2$ rispetto a T_1.

Praticamente T_2 rappresenta la temperatura normale dell'aria ambiente o quella di una quantità rilevante di acqua che si ha sempre a disposizione. La curva teorica del rendimento del riscaldamento, riferito ai valori delle temperature T_1 e quelli del rendimento, è una iperbole equilatera, di cui ne rappresentiamo qui un tratto (fig. 1), nell'ipotesi di T_2 corrispondente a 4° C. Per T_1 corrispondente a 40° C il rendimento è di 8,7 cioè ad ogni caloria fornita coll'energia elettrica corrispondono 8,7 cal. fornite a 40° C; se per ogni caloria che può fornire l'energia elettrica, occorre consumare in centrale 4 calorie, l'economia nel caso considerato è $(8,7 - 4)/8,7 = 54\%$. Il rendimento e l'economia aumentano col diminuire di T_1.

I principi esposti sono stati enunciati per la prima volta da Lord Kelvin nel 1852 e sono descritti nei suoi «*Collected Papers*» Vol. I, pag. 515.

La macchina a ciclo inverso, di cui ci occuperemo, è nota a moltissimi: il comune refrigerante può funzionare da «pompa di calore», colla differenza che nel primo si produce il freddo,

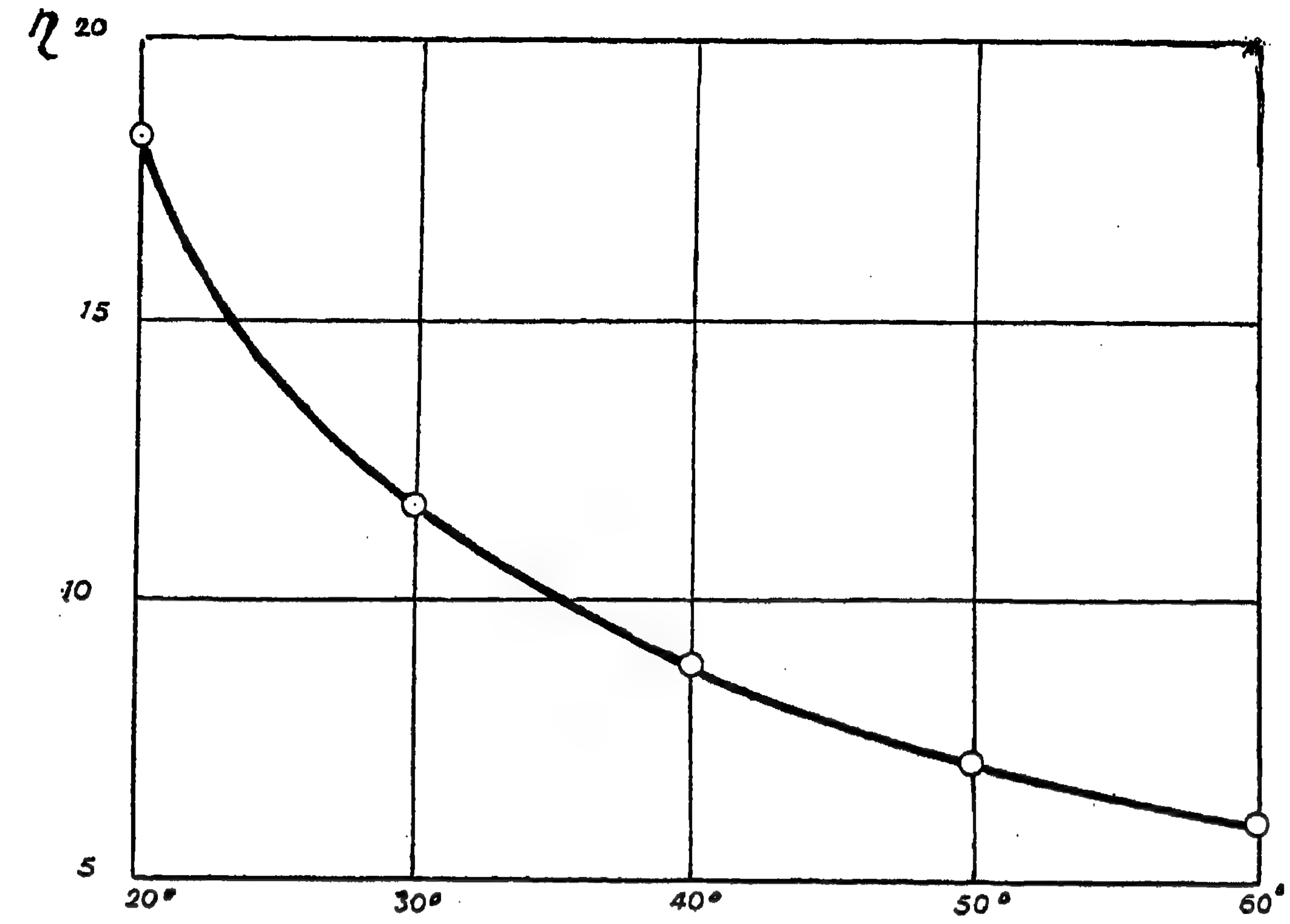


Fig. 1. - Curva teorica dei rendimenti del riscaldamento per $T_2 = 4°$ C.

nel secondo il caldo. I due processi sono identici, variano soltanto le precauzioni da prendere nei due casi; nella produzione di freddo si cerca di evitare qualsiasi perdita dalla sorgente fredda e non ci si preoccupa delle perdite di calore dalla sorgente calda; nel funzionamento come pompa di calore l'ordine di importanza delle sorgenti si inverte e le precauzioni saranno prese questa volta perchè non si abbiano perdite di calore dalla sorgente calda. A parte queste differenze, si è considerato sempre nella relazione un apparecchio refrigeratore rappresentante la pompa di calore: l'apparecchio frigorifero però deve essere del tipo a compressione e in esso un certo gas, assoggettato continuamente a compressioni e ad espansioni, assorbe calore dalla sorgente fredda durante l'espansione, lo cede poi alla sorgente calda subito dopo la compressione.

Le dimensioni di un apparecchio frigorifero a compressione possono essere ridotte al minimo ricorrendo ad un gas condensabile, che cioè assorbe calore nel periodo di evaporazione e lo restituisce durante il processo di condensazione. Tra i diversi gas a cui fa ricorso l'industria moderna, ammoniaca, anidride carbonica e anidride solforosa, pare che sia da preferirsi l'ammoniaca, l'anidride carbonica essendo usata solo per ragioni speciali negli impianti marini. La fig. 2 rappresenta

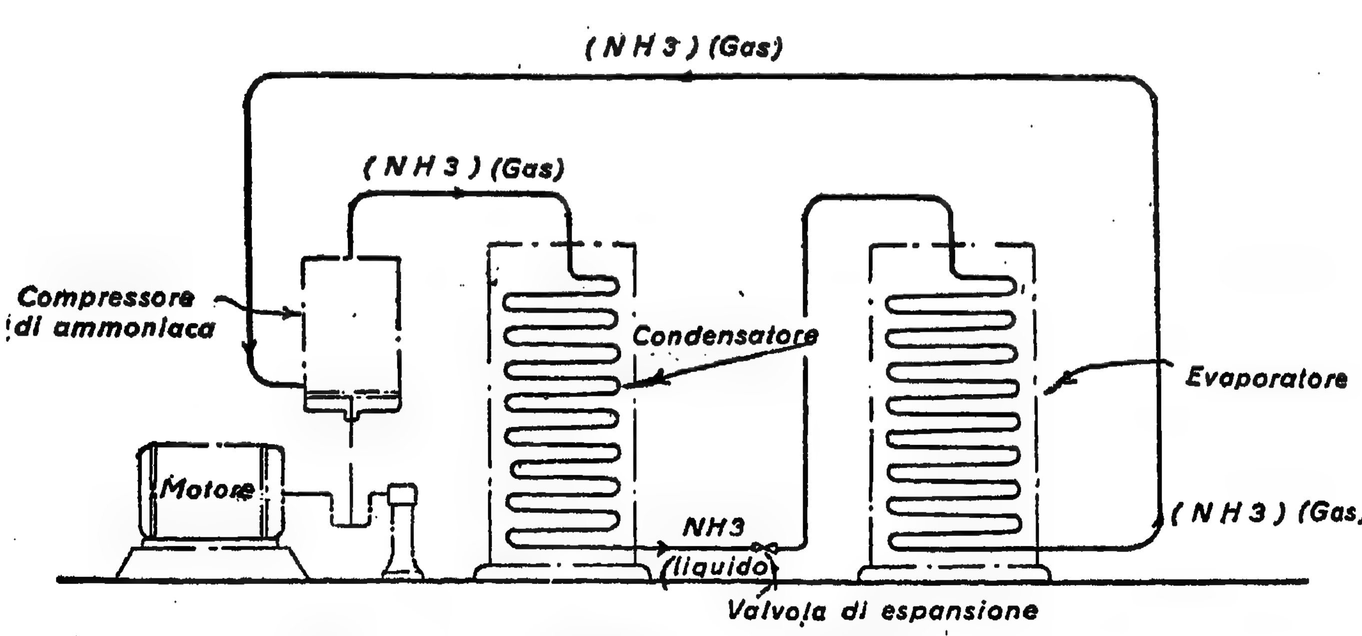


Fig. 2. - Schema di apparecchio frigorifero a compressione.

schematicamente un apparecchio frigorifero a compressione, nel quale si distinguono sopratutto quattro parti: motore elettrico, compressore, evaporatore e condensatore. Il ciclo si svolge nel modo seguente: il compressore succhia l'ammoniaca gassosa dall'evaporatore e la comprime ad una pressione di saturazione corrispondente ad una temperatura che è leggermente superiore a quella richiesta per il riscaldamento; dal compressore il gas compresso passa al condensatore, dove si raffredda e condensa, cedendo una grande quantità di calore al mezzo che circonda il serpentino del condensatore; quindi il gas condensato attraverso una valvola di espansione, che determina una subitanea caduta della sua pressione e quindi un abbassamento del suo punto di ebollizione, passa nell'evaporatore, dove evapora assorbendo calore dal mezzo che circonda l'evaporatore. Di qui il gas viene richiamato dal compressore e il ciclo si completa.

Nell'apparecchio considerato, a differenza di quanto avviene nella macchina che applica il ciclo di Carnot, non è utilizzata l'energia che si ha durante l'espansione del gas dalla pressione del condensatore a quella dell'evaporatore, ma è così piccola

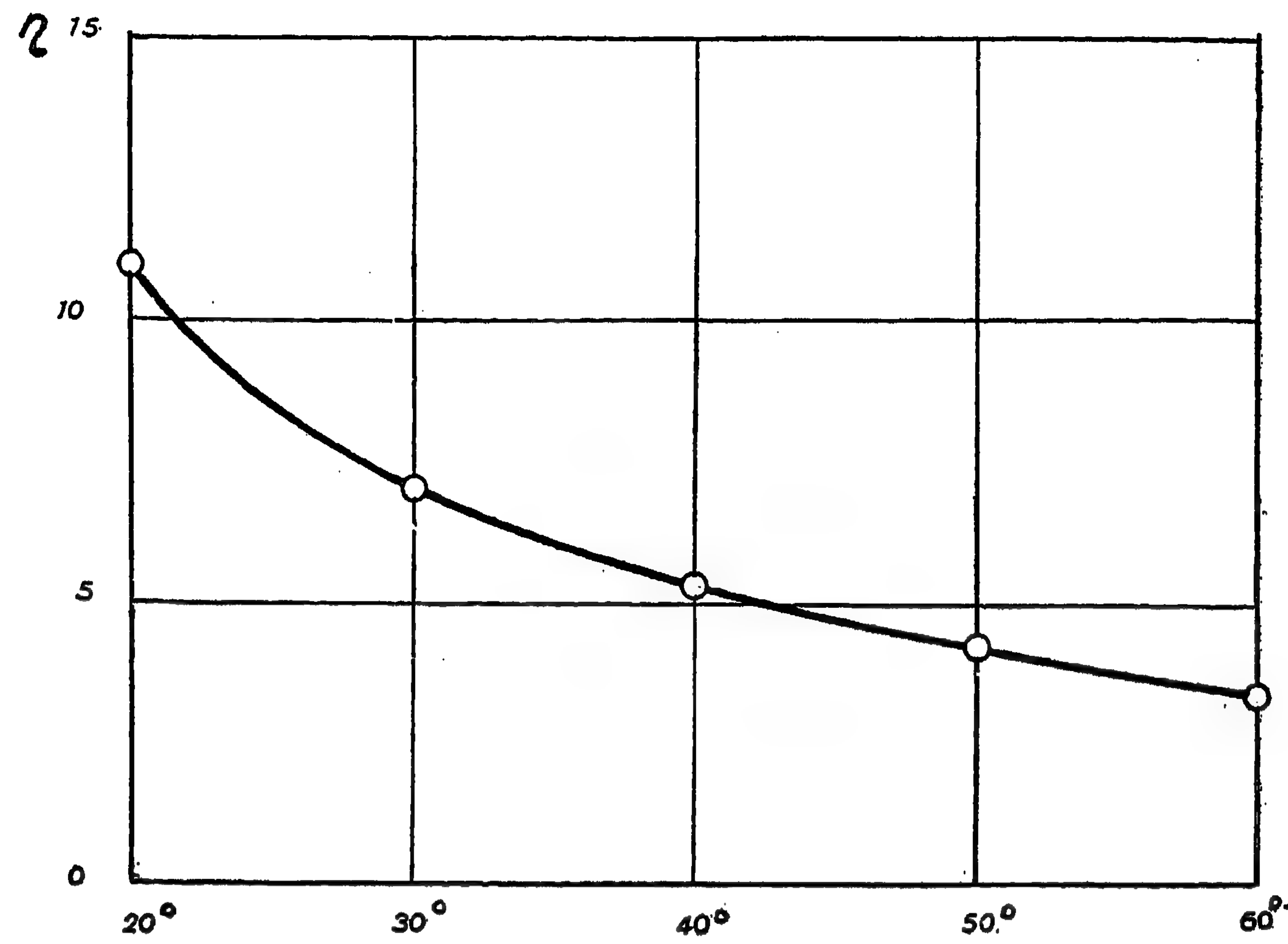


Fig. 3. - Curva dei valori del rendimento del riscaldamento ottenibili in pratica.

questa perdita che non vale la pena di complicare l'apparecchio coll'aggiunta di un cilindro di espansione.

Vi sono altre perdite, una dovuta alla differenza di temperatura tra il gas caldo che si condensa e il mezzo circondante il condensatore che si riscalda ed un'altra dovuta alla differenza di temperatura tra il liquido che evapora e il mezzo che circonda l'evaporatore, ma sono piccole anche queste e possono ridursi ulteriormente ricorrendo ad un condensatore e ad un evaporatore a grande superficie. Consideriamo invece le altre perdite che sono date sopratutto dal motore e dal compressore, per determinare il rendimento totale dell'apparecchio. Nel caso di un impianto con motore di 100 kW si può assumere per il motore un rendimento medio del 90% e per il compressore uno di 80%; ammesso che le altre perdite insieme non superino il 15%, si ha un rendimento totale che non sarà mai inferiore al 60%. Se ne conclude che il rendimento ideale del riscaldamento rappresentato nella fig. 1 verrà al più ridotto al 60%; per il caso considerato la curva de' rendimenti realizzabili in pratica è quella segnata nella fig. 3.

Dai risultati di molte prove dettagliate eseguite su impianti frigoriferi e riportati su importanti riviste tecniche, l'A. ha ricavato i rendimenti del riscaldamento che si sarebbero ottenuti se gli stessi impianti avessero funzionato come pompe di calore; in effetti nel funzionamento come frigoriferi non si cura l'isolamento delle tubazioni calde che vengono dal compressore e del recipiente nel quale si dispone il condensatore e il mezzo che si riscalda, quindi i rendimenti risultano un po'

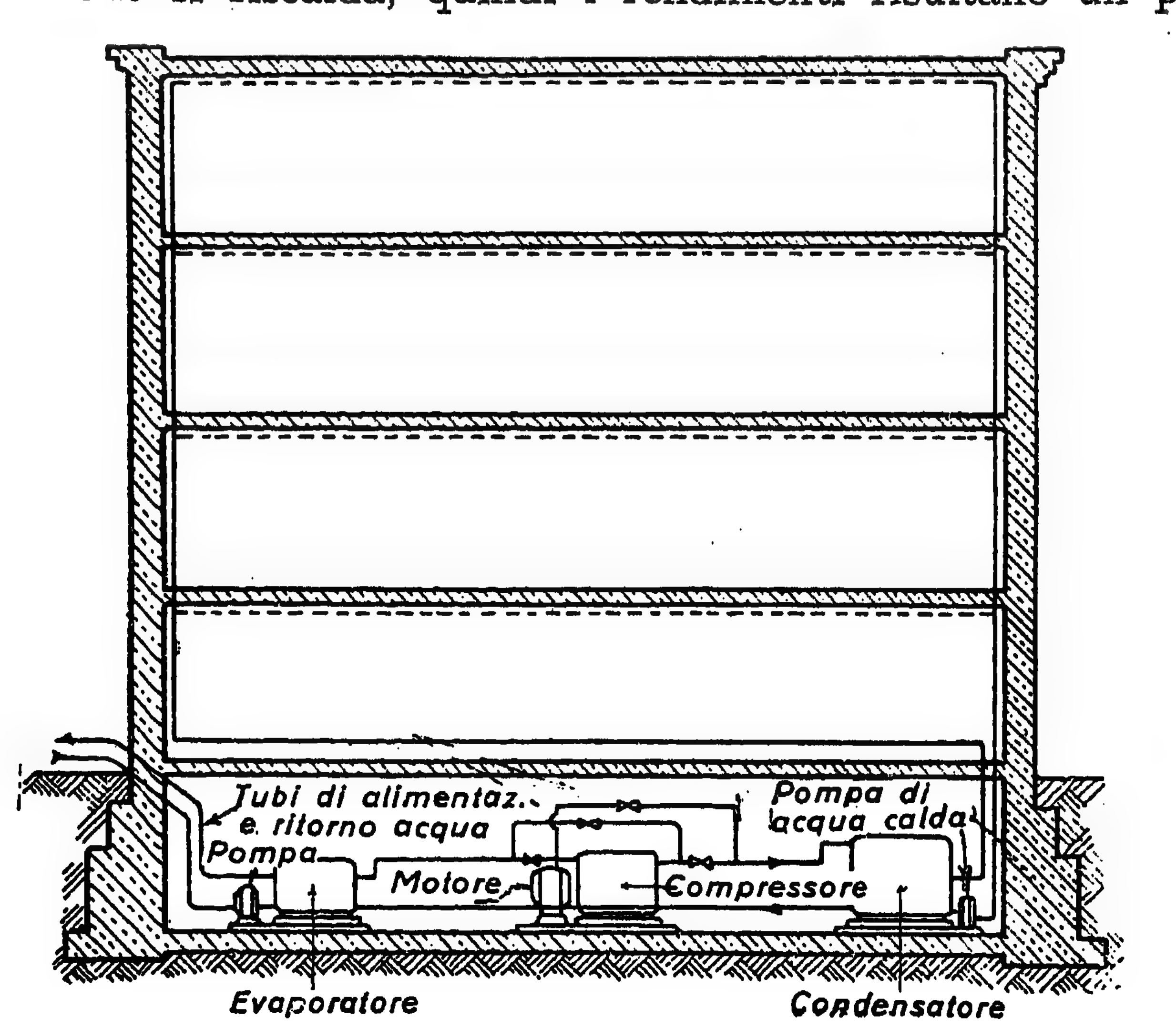


Fig. 4. - Schema di impianto di riscaldamento per edificio, con pompa di calore.

più bassi. I risultati sono stati riuniti in una tabella e, riportati poi a due assi (T_1, n_r) i rendimenti effettivi del riscaldamento, si è potuto tracciare, ammesso T_1 corrispondente a — 7° C, una curva che è completamente al disotto di quasi tutti i punti segnati, ed è un'ottima curva di rendimento: i valori estremi sono per il rendimento 3,00 e 5,00 e per le temperature rispettivamente 44° C e 27° C,

La relazione accenna quindi alle diverse applicazioni che può avere in pratica la pompa di calore.

1) *Riscaldamento centrale di edifici.* — Perchè in questo caso la pompa di calore abbia un'applicazione favorevole occorre:

a) che il sistema di riscaldamento dell'edificio possa funzionare a temperatura piuttosto bassa;

b) che vi sia disponibile una grande quantità di acqua per l'evaporatore (vicinanza ad un fiume o ad un canale).

Alla condizione *a*) si soddisfa con un opportuno dimensionamento dei radiatori ovvero del condensatore, riducendo, come s'è visto prima, la differenza di temperatura tra il gas del condensatore e il mezzo che si riscalda; se è soddisfatta anche la condizione *b*), generalmente si ha anche una temperatura nell'evaporatore non molto bassa e il rendimento del riscaldamento si fa più elevato. Nella fig. 4 è disegnata una disposizione che può essere adottata per il riscaldamento di un grande edificio, con una pompa di calore: intorno all'evaporatore si ha acqua fredda che nel processo di evaporazione si raffredda ulteriormente; l'acqua calda circola nei radiatori passando per il recipiente che contiene il condensatore. Un'applicazione conveniente della pompa di calore, che si adatta bene anche alle sue caratteristiche, nel caso di riscaldamento di un grande edificio, può essere ottenuta riscaldando direttamente dell'aria e distribuendo questa con apposite tubazioni; con questo sistema sarà possibile lavorare a temperature più basse e con un rendimento più elevato. Altrimenti si ricorrerà a quei sistemi che permettono l'utilizzazione di temperature basse, tra 40° e 50° C, per il riscaldamento degli ambienti.

2) *Rinfrescamento di edifici in estate.* — Lo stesso impianto che ha servito a riscaldare d'inverno, può d'estate essere utilizzato per raffreddare l'aria nei locali dell'edificio e nella fig. 4 sono indicate le variazioni da eseguire nelle connessioni dei tubi quando varia il funzionamento dell'impianto. Anche qui si può osservare che la soluzione più conveniente si ha raffreddando dell'aria e distribuendola nell'edificio colle stesse tubazioni che d'inverno hanno servito a distribuire l'aria calda.

3) *Produzione di ghiaccio.* — Rispetto ad altri metodi di riscaldamento centrale quello finora descritto presenta il vantaggio di poter fornire del ghiaccio nell'estate, funzionando cioè da macchina frigorifera; questo funzionamento che si verifica in un periodo in cui gli altri apparecchi di riscaldamento non sono utilizzati, riduce notevolmente i costi del capitale investito nell'impianto.

4) *Riscaldamento di acqua per bagni.* — Oltre alle applicazioni accennate, la pompa di calore può avere una utile e più vantaggiosa applicazione nel riscaldamento di grandi quantità di acqua per uno stabilimento di bagni: il vantaggio di questa applicazione è dato dal maggiore rendimento del riscaldamento in conseguenza della diminuita differenza $T_1 — T_2$, perchè di solito la temperatura dell'acqua per piscina non supera i 30° C; altro vantaggio è che per questo scopo si può far uso di una comune macchina frigorifera senza praticamente modificarla.

Si può inoltre assorbire calore dalle acque di scarico de' bagni invece che dall'aria e a questo modo portare il rendimento del riscaldamento ad un valore elevato, variabile da 5 a 7.

Si evita infine l'uso di filtri che comunemente vengono installati negli stabilimenti di bagni e si provvede così la piscina di acqua completamente pura e non mescolata ad acqua filtrata. Se oltre alla piscina vi sono molte vasche, si può utilizzare l'acqua di scarico de' bagni per mantenere quella della piscina alla sua temperatura normale.

Nella tabella 1 si è cercato, in base a' dati raccolti per un grande stabilimento di bagni di Londra, di stabilire un confronto economico tra un impianto che utilizza carbone e uno che utilizza una pompa di calore. La fig. 5 mostra schematicamente il funzionamento del secondo tipo di impianto. Come riserva si ha un riscaldatore ad immersione di 150 kW. In ambedue gli impianti si fa uso de' filtri, così che la quantità di calore fornita all'acqua della piscina rappresenta soltanto quella che sopperisce alle perdite per radiazione e per conduzione. Come appare dallo schema, l'acqua di scarico delle vasche passa all'evaporatore e qui la maggior parte del calore che possiede, viene utilizzata. L'economia che presenta l'impianto con pompa di calore sull'altro è di Lst. 532 per anno, corrispondenti a circa il 30% del costo totale

TABELLA I.

Confronto fra i costi di esercizio di un impianto di bagni pubblici riscaldato con carbone e di uno con «pompa di calore»

IMPIANTO A CARBONE		IMPIANTO ELETTRICO	
Particolari degli impianti			
Numero caldaie	3	Numero macchine	1
Rendimento medio	0,30	Potenza del motore kW	100
Consumo settimanale carbone per piscine. tonn.	2	Riscaldatore ad immersione di riserva .. »	150
Consumo settimanale carbone per vasche da bagno »	8	Capacità del serbatoio di acqua calda .... litri	9100
Consumo totale »	10	» » » dell'acqua di scarico »	9100
Calore fornito giornalmente alle piscine . cal.	575.000	Calore fornito giornalmente alle piscine .. cal.	575.000
		Rendimento medio del riscaldamento....	5
		Energia consumata kWh	135
Calore fornito giornalmente alle vasche e alla lavanderia »	2.305.000	Calore fornito giornalmente alle vasche e alla lavanderia cal.	2.305.000
Potere calorifico del carbone »	6625	Rendimento medio del riscaldamento ...	4,5
Costo del carbone per tonn. Lst.	1,75	Energia consumata kWh	600
Temperatura dell'acqua nelle piscine	23°,5 C	Energia consumata per produrre vapore e riscaldare di più l'acqua »	100
Temperatura dell'acqua nelle vasche	38° C	Totale energia consumata per giorno ... »	835
		Costo dell'energia per kWh d.	0,5
Personale impiegato:		Personale impiegato:	
Meccanico	1	Meccanico	1
Fuochisti	3	Manuale	1
Costi del capitale			
Costo caldaie (3 a Lst. 300) Lst.	900	Costo impianto pompa di calore .... Lst.	2000
Costo camino, condotti del fumo, ecc. ... »	750	Costo tubazioni »	250
Costo tubazioni, ecc. »	250	Costo serbatoio »	200
		Costo riscaldatore ad immersione di riserva »	250
Totale Lst.	1900	Totale Lst.	2700
Spese annuali			
10 tonnellate di carbone per settimana a Lst. 1,75 per tonn. Lst.	910	Costo energia (835 kWh al giorno a 0,5 d. per kWh) Lst.	635
Personale »	716	Personale »	387
Totale spese d'esercizio Lst.	1626	Totale spese d'esercizio Lst.	1022
Costo capitale al 9 % »	171	Costo capitale al 9 % »	243
Manutenzione e riparazioni »	25	Riparazioni e manutenzione »	25
Totale spese annue Lst.	1822	Totale spese annue Lst.	1290

di esercizio per anno dell'impianto funzionante con carbone. Dopo alcuni esperimenti eseguiti a Londra l'A. ha installato nella sua casa in Scozia, una piccola pompa di calore allo scopo di riscaldare i diversi locali e di fornire acqua calda per gli usi domestici. La disposizione dell'impianto è indicata schematicamente nella fig. 6, dalla quale si rileva subito che il calore può essere preso all'esterno dall'aria, ovvero dall'acqua o da entrambi. Il compressore è quello di un ordinario frigorifero funzionante con ammoniaca; l'energia è fornita da un piccolo impianto idroelettrico che alimenta anche la cucina e l'impianto di illuminazione; l'acqua è fatta circolare a mezzo di pompa centrifuga. Un semplice dispositivo automatico fa fermare il motore quando la pressione supera un certo valore, evitando che il compressore giri inutilmente. All'impianto di distribuzione dell'acqua calda è derivato un serbatoio nel quale si accumula l'acqua che serve per scopi domestici; quando questo serbatoio è riempito di acqua calda, si può anche fermare il motore, il che avviene solitamente d'estate facendo funzionare l'impianto di notte per produrre anche un po' di ghiaccio; d'inverno invece l'impianto deve fornire oltre all'acqua calda per scopi domestici, quella per riscaldamento e funziona senza interruzioni.

Dove il clima è caldo l'impianto può essere semplificato, bastando un solo evaporatore esterno che assorbe calore dall'aria; dove il clima è freddo si installeranno due evaporatori, come nell'impianto che si descrive.

La formazione di ghiaccio sulle spire dell'evaporatore rende talvolta difficile il contatto dell'evaporatore col mezzo che lo circonda, ma si supera facilmente questo inconveniente costringendo l'acqua a circolare velocemente entro il serbatoio in cui si trova l'evaporatore. Essendo piuttosto grande la superficie de' radiatori posti nella casa, si è potuto limitare la temperatura dell'acqua a meno di 40° C; occorrendo poi per l'acqua calda destinata agli usi domestici una temperatura più elevata, si è ricorso ad un riscaldatore ad immersione che la porta a circa 55° C; a questo modo d'inverno due terzi del riscaldamento sono ottenuti coll'impianto della pompa di calore ed un terzo col riscaldatore ad immersione. Ripetute prove per la misura del rendimento del riscaldamento hanno dato i seguenti risultati: rendimento uguale a 3 per $T_1 = 32°$ C, uguale a 2 per $T_1 = 48°$ C. Questi valori sono piuttosto bassi, ma sono anche facilmente giustificati, perchè sono bassi i rendimenti del motore e del compressore: il motore può sviluppare al massimo 5 kW e ne preleva 2 quando il compressore non funziona, quindi il rendimento complessivo non può superare il 60%.

Dopo un breve accenno ai metodi seguiti per misurare il rendimento dell'impianto, l'A. dice che nell'esercizio di questo suo piccolo impianto egli ha chiesto giudizi altrui sulla convenienza di simili apparecchi e le risposte avute egli ritiene che siano più interessanti de' risultati delle sue prove. In effetti l'impianto è molto semplice e non richiede sorveglianza; in confronto degli altri impianti, in particolare di quelli riscaldati con carbone, presenta il vantaggio di poter entrare in funzione in pochi secondi e di cessare il suo funzionamento dopo aver aperto un interruttore, come se si trattasse di un impianto luce. Un po' di cura richiede la valvola di espansione, ma questa può sostituirsi con una automatica che non ha più bisogno di sorveglianza. Resta infine il rumore del motore e del compressore, che è avvertibile soltanto nei locali adiacenti a quello in cui si trova l'impianto.

Conclude l'A. dicendo che egli non ritiene il metodo esposto come il più economico per il riscaldamento di edifici, ma dove le condizioni locali sono favorevoli al metodo, i vantaggi che esso presenta sono da tenere presenti; ritiene inoltre che il campo di maggiore applicazione del metodo sia dato dal riscaldamento dell'acqua delle piscine per bagni.

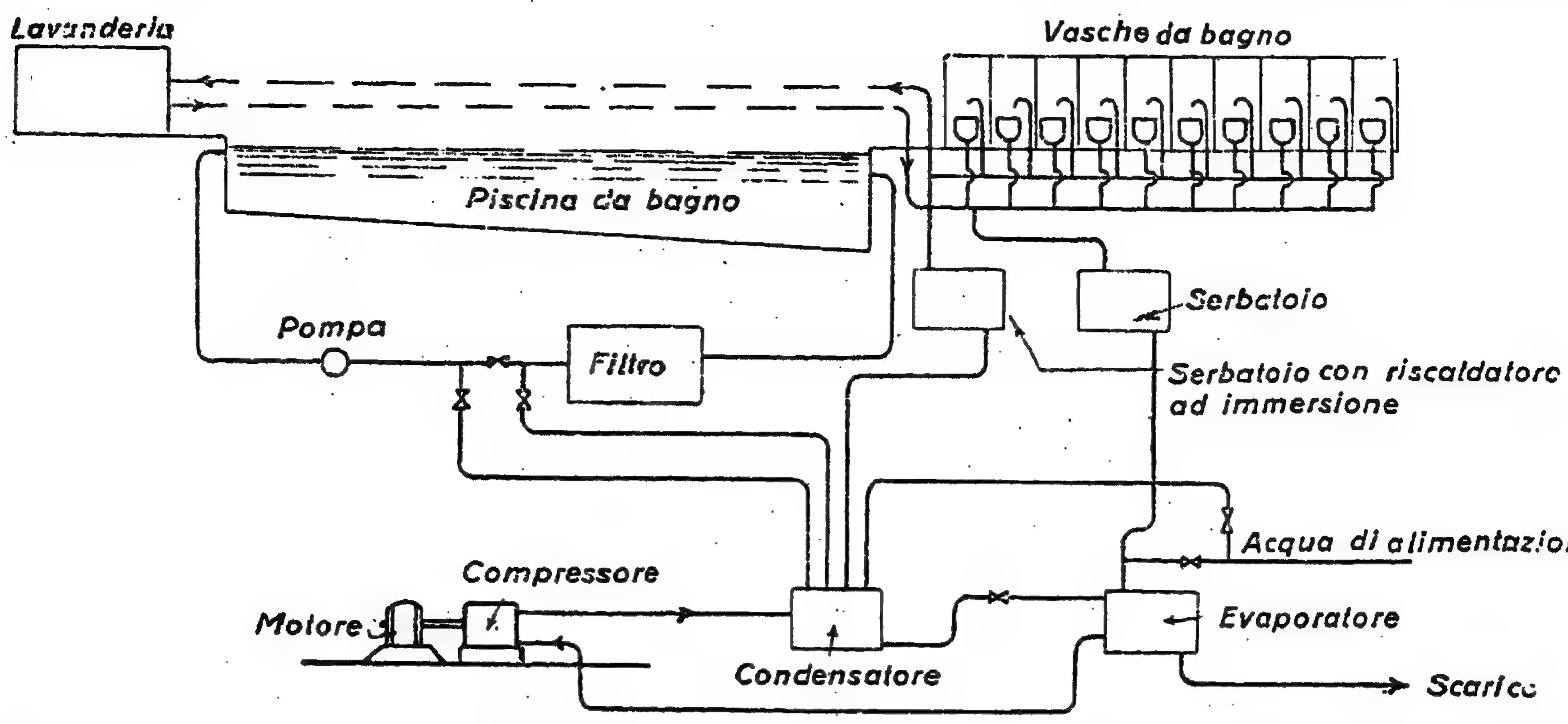


Fig. 5. - Impianto elettrico di riscaldamento d'acqua per bagni con pompa di calore.

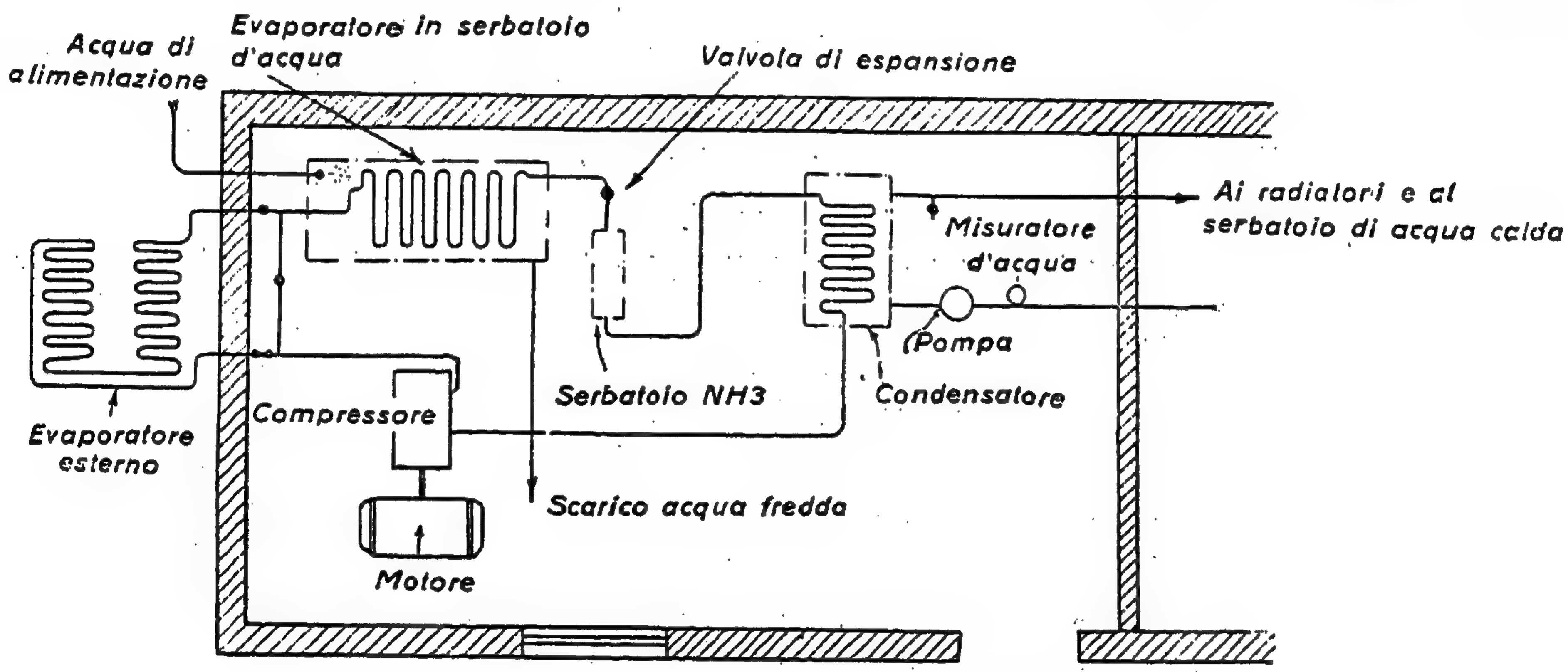


Fig. 6. - Impianto sperimentale eseguito nella casa dell'A.

Alle applicazioni utili ed importanti a cui ha accennato l'A. se ne possono aggiungere molte altre; ma una in particolare si può richiamare, perchè risolve in modo completo ed economico un problema di agricoltura importante, il riscaldamento dei semenzai da riso. Le prove fatte fino ad oggi hanno dimostrato che sia ricorrendo al carbone, che alla lolla di riso o all'energia elettrica notturna per il riscaldamento dell'acqua, le spese risultano piuttosto elevate e il problema, che tecnicamente non presenta grandi difficoltà, non può dirsi ancora risolto economicamente.

Ci sembra ora che la pompa di calore risolva completamente il problema dal lato economico, perchè per quanto alta possa essere la tariffa per l'energia, il suo *quinto* si riduce sempre a pochi centesimi per kWh. Nel periodo in cui si vuol riscaldare l'acqua, cioè nel mese di marzo, la temperatura dell'aria si aggira di giorno intorno ai 10° e se non si vuole danneggiare la coltivazione, non bisogna superare i 30° C colla temperatura dell'acqua calda; queste sono condizioni molto favorevoli per l'applicazione del ciclo della pompa di calore e i rendimenti del riscaldamento possono facilmente raggiungere il valore 5. L'impianto utilizzato per il riscaldamento dell'acqua in pochi mesi dell'anno, può contemporaneamente e negli altri mesi funzionare da frigorifero e rendere un altro ottimo servizio all'agricoltore, sopratutto nei mesi caldi dell'estate.

f. j.

L'Illuminazione

Compilazione a cura dell'Associazione Nazionale per lo Sviluppo dell'Illuminazione (Ansi)
Milano - Via Vincenzo Monti, 5 - Telefono 80-295

Le Nozze Principesche

Roma caput mundi

Chi ha avuto la fortuna di assistere in Roma alle grandi feste in onore degli Augusti Sponsali del Principe Ereditario ha avuto un'impressione indimenticabile delle varie visioni della città eterna. Non solo l'importanza dei cortei, ma l'eleganza e la profusione degli addobbi e bandiere ed il fasto dei ricevimenti davano la sensazione che in nessun altro luogo che nella città eterna avrebbero potuto assumere tanta grandiosità.

E l'illuminazione ebbe una parte preponderante anche in queste indimenticabili feste.

Si ebbero manifestazioni luminose di ogni tipo e si potè constatare come non sia nè possibile nè desiderabile ridurre l'illuminazione ad un solo sistema uniforme. Infatti anche le serie di lampadine che marcano le linee architettoniche dei palazzi hanno un loro speciale fascino e danno una nota allegra per la luce che profondono nelle vie e sulle piazze.

Per esempio la Piazza del Quirinale col Palazzo della Consulta ed un altro palazzo prospicente la Reggia, illuminati da 40 mila lampadine disposte lungo le modanature e le cornici delle finestre ecc., davano un aspetto di luminosità e di festosità alla magnifica piazza e proiettavano una quantità enorme di luce sulla Reggia, sul balcone della quale più volte apparvero i Reali e i Principi.

L'illuminazione era completata dalla Fontana luminosa tra i giganteschi cavalli di Prassitele.

Al Pincio le parti architettoniche del Colle erano illuminate da 10 mila lampadine, ma nascosti fra le piante vi erano 25 proiettori da 3000 candele che illuminavano le statue, gli obelischi ed i gruppi stessi delle piante.

La Villa Aldobrandini, che domina dall'alto la via Nazionale, era trasformata in un vero giardino di Armida; potenti proiettori, per qualche centinaia di migliaia di candele, dai tetti circostanti e da recessi invisibili proiettavano sugli alberi luce di ogni colore, talchè il secolare giardino appariva un complesso di cespugli in fiore su uno sfondo di verde.

I mercati di Traiano avevano proiettori per 40 mila candele ed altrettanti ne avevano la Colonna di Traiano e la Colonna Antonina, i cui famosi bassorilievi mai non si poterono vedere così bene come in quest'occasione spiccanti come massa candida sullo sfondo nero del cielo.

Il Foro Romano collo sfondo del Colosseo e del Palatino presentava un'aspetto fantastico; specialmente visto dai palazzi Capitolini era una visione di sogno colle ruine dei templi che ricevevano luce da proiettori nascosti, per centinaia di migliaia di candele, in luci azzurre e luci dorate, mentre sull'alto del Colle Palatino il bosco illuminato da proiettori a luce rossa sembrava un immane rogo.

Santa Maria degli Angeli e le Terme di Diocleziano erano pure illuminate con proiettori. L'Arco di Trionfo di mirto presso la Stazione aveva pure proiettori per 16 mila candele.

La Fontana della Piazza dell'Esedra, che è usualmente illuminata, aveva ricevuto un rinforzo di molte migliaia di candele.

Il Teatro di Marcello, il Palazzo della Borsa presentavano aspetti fantastici appunto per contrasto delle luci colorate colle luci bianche che davano profondità e risalto agli intercolonni.

La celebre fontana di Trevi era pur'essa illuminata da potenti proiettori nascosti con geniale disposizione nei grandi fanali che di solito servono all'illuminazione della piazza, trasformati in proiettori unidirezionali da opportuni schermi, mentre le grandi nicchie erano illuminate nello sfondo per modo che le statue venivano in parte ad essere vedute con effetto di *silhouette*.

Il palazzo dell'Esposizione era riccamente illuminato con luce indiretta da cornici provvisorie aggiunte, e da proiettori.

Pel suo palazzo la Società Romana di Elettricità e Gas ha tentato illuminazioni inconsuete e cioè le linee architettoniche e le cornici erano marcate da tubi al néon, le finestre inquadrate di vari colori, mentre tutta la facciata veniva illuminata da proiettori collocati sui tetti circostanti, e sull'angolo del palazzo prospicente il Tritone vi era in grande stemma con corona regale in lampade.

Ci è impossibile ricordare tutte le altre illuminazioni perchè si può dire che nessuno dei palazzi o delle ruine più insigni siano rimaste nell'ombra in queste storiche serate.

Il monumento a Vittorio Emanuele ed il Palazzo Venezia erano invece illuminati colle fiaccole di fiamma viva, del tipo classicamente romano, e l'effetto ne sarebbe stato ancor più grandioso se fossero state spente le lampade per l'illuminazione stradale e di piazza Venezia che invece erano state rinforzate per modo che la luminosità generale della piazza stessa, pur mettendo in grande evidenza la bellezza del monumento e del palazzo non permettevano di godere in pieno lo spettacolo delle fiamme agitate dal vento.

Sul Campidoglio, poi, dove ebbe luogo il grande ricevimento del Governatorato, per il quale i palazzi Capitolini vennero tutti uniti con costruzioni provvisorie, si potrebbero scrivere molte pagine anche in riguardo all'illuminazione.

La immensa fuga delle sale ripiene di tanti capolavori costituisce certo un'ambiente unico al mondo, e veramente l'illuminazione era degna dell'insieme. In molte sale essa era costituita soltanto da potenti lampade smerigliate applicate nei rosoni del soffitto, ma, data l'altezza enorme di tali ambienti, anche questa illuminazione, che altrove non sarebbe la più razionale, risultava di un effetto magnifico, inondando i bellissimi ambienti di tanta luce che permetteva di ammirare, assieme ai capolavori antichi, anche le moderne grazie delle belle dame che affollavano il Campidoglio, nonchè tutta l'imponenza del corteo Reale, lo splendore delle uniformi militari e delle autorità di ogni paese.

La Venere Capitolina aveva uno speciale proiettore di luce rosata che la faceva risaltare quasi come persona viva.

L'immensa Aula Senatoria, rimodernata per quest'occasione,

aveva l'altissima volta illuminata da proiettori nascosti e rifletteva nell'ambiente una luce diffusa abbondantissima.

Ovunque nelle altre sale e nel museo Mussolini, come nei giardini, la luce aveva trovato note simpatiche ed artistiche.

La piazza stessa del Campidoglio, che più che piazza sembrava una sala, colle cornici dei palazzi ornate di lampadine tubolari, e con proiettori di luce gialla sulla statua di Marco Aurelio, presentava veramente un colpo d'occhio fantastico, affollata com'era di belle dame, di ufficiali e di dignitari in grande uniforme che aspettavano le automobili, le cui file interminabili, benchè tutto fosse ben organizzato, si susseguirono ininterrottamente per qualche ora.

Speriamo di poter avere per i prossimi numeri qualche fotografia delle citate manifestazioni luminose.

Abbiamo anche cercato di indagare quale fu il carico totale di energia, calcolo molto difficile, la stessa rete servendo sia per i privati che per queste illuminazioni straordinarie. Va anche tenuto presente che tutti i negozi erano aperti e che quasi ogni negozio aveva rinforzata l'illuminazione. Molte vetrine avevano esposto ritratti degli Augusti Sposi circondati da lampadine, oppure erano trasformate in fantastici giardini illuminati da proiettori mascherati.

Se si vuol fare il confronto tra il carico di certe domeniche, in cui le botteghe sono chiuse e non vi sono speciali illuminazioni, e le serate indimenticabili della scorsa settimana, troviamo un maggior carico di 25 mila kW. Stralciando l'illuminazione ordinaria dei negozi, si può calcolare che almeno da 10 a 12 mila kW rappresentano il maggior carico per illuminazione di monumenti, di facciate luminose, ecc.

A noi, che propugnamo l'illuminazione razionale in ogni campo, riuscì di sorpresa il constatare che anche una certa irrazionalità, come quella appunto di usare le lampade nude, possa giovare agli effetti di festosità. Infatti gli insigni monumenti delle tre Rome illuminati dalla luce calma dei proiettori, parlano un linguaggio elevato di storia e di arte agli spiriti colti, ma tutto il luccichio delle lampade multicolori e delle architetture luminose prendono la folla colla diretta impressione visiva e danno quasi un'eccitamento che serve a riscaldare l'ambiente.

Come conclusione ci sia permesso di tributare una lode incondizionata agli artefici di tutte queste manifestazioni luminose, in modo speciale ai dirigenti della Società Romana di Elettricità e Gas ed ai dirigenti dell'Azienda del Governatorato che certo più che dai nostri elogi ebbero compenso alle loro fatiche dalla splendida riuscita della manifestazione, constatata da tutta la popolazione romana e dalle centinaia di migliaia di italiani e stranieri convenuti in Roma per questa solenne circostanza.

A. N. S. I.

In attesa dell' Esposizione di Monza

Il Direttorio della Triennale di Monza, come è noto, ha molto opportunamente riservata vasta una galleria alla mostra di apparecchi e dispositivi di illuminazione. Non è cosa superflua rilevare tutta l'importanza di questa sezione dell'Esposizione Internazionale delle Arti Decorative di Monza, attraverso la quale il nostro pubblico ed i nostri architetti e decoratori dovranno conoscere quanto di meglio può dare la moderna tecnica della illuminazione.

Pubblichiamo di buon grado quanto ci scrive in proposito il sig. Bruno Moretti e siamo convinti che ciò che egli espone e propone sarà preso in seria considerazione dagli Enti e dalle persone interessate, tanto più che sarebbe assai penoso che l'Esposizione di Monza, cioè la più importante rassegna italiana di arti decorative, non contribuisse in modo decisivo a dare alla cosa l'impulso atteso e desiderato, e non potesse presentare almeno qualche felice soluzione del difficile problema di apparecchi di illuminazione razionali e decorativi.

A. N. S. I.

Chiarissimo Signor Direttore,

in attesa che i battenti della III^a Esposizione Internazionale d'Arte decorativa e industriale moderna, si aprano alle più recenti applicazioni che tecnici e artisti hanno escogitato per risolvere il difficile problema di una buona illuminazione, non sarà forse inopportuno dare un rapido sguardo ai risultati complessivi che si sono raggiunti in Italia e all'estero fino ad oggi e alle tendenze e direttive che presiedono agli sviluppi futuri.

***

Dopo un lungo periodo di assopimento che aveva lasciato senza sviluppi l'architettura civile, ridotta ad una vieta ripetizione di motivi tradizionali, in contrasto con i procedimenti costruttivi moderni, e che aveva abituato il gusto del pubblico ad una acquiescenza completa alle forme men grate della produzione corrente, sotto l'impulso di nuove esigenze e di nuove idee, si è venuta, o meglio, si viene creando una Architettura veramente moderna e, con essa, una nuova forma d'Arte decorativa.

Non sembri, Signor Direttore, fuori proposito ch'io parli qui d'arte e di decorazione, perchè l'illuminazione assume spessissimo funzioni decorative e, perchè la natura eminentemente tecnica degli impianti e le esigenze estetiche, connaturate al nostro spirito d'uomini, vogliono un equilibrio tra razionalità e bellezza che può nascere solo da una sana collaborazione fra tecnici ed artisti.

Da ciò traggo conforto a scriverle queste righe e a tentar di formulare, come meglio potrò, i limiti del problema, quale oggi, fra tanto contrastar di tendenze e incertezza di gusti, si pone.

Le dicevo dunque che si viene creando un'arte nuova e, come sempre succede, in periodi di rivolgimento e di trapasso, sorgono gruppi di giovani che, un po' per eccesso d'entusiasmo, un po' perchè il miglior modo di riedificare sembra quello di distruggere, negata alla tradizione ogni potenza di vita, spingono alle estreme conseguenze un sano principio di rinnovamento. Questi che oggi son detti «razionalisti» vorrebbero una sincerità del costruire che lasciasse ad ogni cosa, dal palazzo, alla seggiola, alla lampada, le semplici linee suggerite dalle leggi meccaniche che hanno presieduto alla costruzione. La nuova estetica sorgerebbe da questa sincerità da questo rispetto a concetti di pura utilità e funzionalità. I risultati raggiunti specialmente in Germania dai «razionalisti» sono di alto interesse, ma a noi importa ora soltanto di considerare questo movimento nei confronti con la nostra vita e le nostre esigenze attuali.

A temperare queste tendenze estreme (mi si passi la parola) si allineano, da noi, architetti e artisti intesi a creare forme nuove, non rifiutando la tradizione, ma anzi risentendone e adattandone i caratteri essenziali al gusto ed ai bisogni moderni. Di queste due principali correnti, almeno per quanto concerne la decorazione e l'arredamento, la prossima mostra di Monza promette di darci una visione d'insieme che costituirà un nuovo passo verso quella formazione di uno stile e, ciò che assai preme, di un gusto ai quali si tende da parecchi anni.

***

Fare in generale delle previsioni sarebbe difficile e lo schiccherare pronostici quanto mai fallace; non mi sembra tuttavia azzardoso affermare che se, nel campo dell'illuminazione, tecnici e costruttori si presenteranno alla prossima esposizione animati da un vero spirito di rinnovamento e di ricerca, i risultati di questa prima adunata riusciranno interessanti.

Quale rispondenza troverà questo primo appello fra i costruttori? Quanti e con quanti tipi si presenteranno?

Basterebbe pensare alle difficoltà incontrate in questi ultimi tempi di sforzi e di tentativi, al molto che ancora resta da fare per creare un rapporto di equilibrio fra utilità — estetica — e

costo per convincersi che altre e frequenti adunate e rassegne saranno necessarie, se si vorrà fare lungo cammino.

Non mi si obbietti che qualche recentissimo concorso ha dato risultati negativi: il valore e l'importanza di queste esposizioni nasce da l'entusiasmo, dalla comprensione, dallo spirito insomma con il quale ci si presenta ad esse.

Portare per esempio a Monza tipi e sistemi tecnicamente superati e fuor d'ogni gusto vorrebbe dire non aver capito quel che si richiede e costituirebbe una perdita di tempo e di denaro.

Quale, ora ci si domanda, la via migliore da seguire, la meta da proporsi, quale il frutto che speriamo da queste rassegne e studi?

***

Noi, cultori ed amatori d'Arte, vorremmo che i tecnici della illuminazione accomunassero più spesso i loro sforzi a quello di architetti ed artisti e che si procedesse di pari passo d'accordo.

S'è detto tante volte e tanto scritto che sarebbe utile cosa che gli impianti di illuminazione fossero studiati in sede di progetto, così come, in sede di progetto, si studiano altri servizi e noi speriamo che i confortevoli risultati ai quali si può giungere per questa via saranno illustrati dalla Esposizione di Monza.

Ma noi vorremmo ancora che gli sforzi fossero rivolti a creare un tipo di apparecchio da illuminazione che portasse i benefici della razionalità e il conforto dell'estetica là dove le limitate esigenze e la pochezza dei mezzi non permettono sistemazioni complesse. Facilmente potremmo convenire, sulla bontà ed efficacia di speciali impianti a luce indiretta o di impianti misti, ma quando è possibile attuarli? Solo in locali pubblici in alcuni studi o appartamenti signorili.

Ma nella maggioranza dei casi, il problema si presenta limitato all'illuminazione razionale e sopratutto economica di un ambiente domestico ed è appunto negli ambienti domestici dove ancora trionfano le finte candele, i lampadari a gaz adattati malamente a portare lampadine e i paralumi polverosi.

Si è detto: praticità – estetica – costo, e si è detto costo, perchè nel campo dell'illuminazione s'ha da guardare piuttosto alla comune del pubblico che alle possibilità del singolo. Le difficoltà a creare il «tipo» adatto sono grandissime e ne è indice quel certo girare in un campo chiuso, quel variare di poco un modello iniziale che si osserva anche nelle Nazioni dove questi studi son più progrediti. Molto però si è fatto all'estero e si vien facendo in Italia, benchè ci dolga di osservare che, salvo lo sforzo isolato di qualche architetto o di qualche Ditta, ci si è spesso da noi limitati a riprodurre, più o meno fedelmente, modelli e sistemi stranieri.

***

È avvenuto qualche volta che nel cercare la linea estetica, i progettisti si allontanassero dalla meta prima, quella cioè di dare un apparecchio rispondente nel modo migliore alla sua funzione, che non era precisamente una funzione decorativa, ma se questo voler conciliare diavolo e acqua santa, ottimo rendimento e decorazione, non ha dato frutti perfetti, non pare si possa, con tutta pace introdurre apparecchi razionalisti, sfrondati di ogni elemento inteso a dare carattere di bellezza formale, a solo vantaggio della utilità e funzionalità.

Portare in una casa arredata con quelli che sono ancora i gusti correnti (e non intendo riferirmi ai peggiori) uno di quei lampadari semplici e nudi (qualcuno ha detto poveri) che adornano gli ambienti ultramoderni di Germania e d'altri paesi, lampadari che, mi si conceda il paragone, ricordano molto da vicino i loro confratelli delle cliniche e dei laboratori, sarebbe una stonatura e un'assurdità.

Se poi si tiene conto delle modeste esigenze di un'illuminazione domestica, le forme dell'ultra-razionale appaiono un eccesso ancor meno utile della superfetazione decorativa.

Non mi si obbietti che un apparecchio ben costruito ha in sè la propria estetica e che una lampada, o un calorifero, in quanto rispondono ad una precisa funzione, ed in quanto tecnicamente perfetti, non vogliono nè mascheramenti, nè modificazioni in omaggio a estranee esigenze affettive, perchè basterebbe estendere a tutti i servizi della casa il medesimo concetto, per arrivare a poco edificanti conclusioni. Bisogna, sopra tutto, giungere ad un'esatta valutazione del momento attuale. Se è desiderabile che artisti e critici guidino il gusto del pubblico verso migliori orizzonti è altresì vero che non si possono imporre troppo rapidi mutamenti, perchè si urterebbe contro abitudini mentali e difficoltà economiche assai av .

Nel campo dell'arte pura ogni esperienza è possibile ma dove all'arte si affiancano fattori tecnici e commerciali certe indipendenze e acrobazie non sono consigliabili.

***

Quali dunque le proposte concrete?

Noi vorremmo che il Direttorio dell'Esposizione istituisse concorsi a premio aperti a Ditte ed a privati e che a questi concorsi presiedessero commissioni miste di tecnici e d'artisti i quali, abbinando concetti pratici ed estetici, additassero ai costruttori ed al pubblico i migliori risultati raggiunti e le buone direttive da seguire.

Insistiamo sulla opportunità di associare nelle giurie i tecnici agli artisti, perchè come abbiamo più volte ripetuto, il perfetto equilibrio e quindi i tipi più adatti d'impianto e di apparecchi nasceranno solo da questa comunanza ed equilibrio di criteri.

Se ci fosse permesso suggerire al Direttorio di Monza alcuni temi di concorso, noi proporremmo:

I° un premio per il migliore impianto d'illuminazione d'ambiente dal punto di vista tecnico e artistico insieme al di là e al di fuori d'ogni immediata considerazione commerciale. Un concorso accademico insomma che ci mostri quanto di meglio si possa oggi attuare;

II° un premio per lo schema di apparecchio o di impianto migliori per i diversi ambienti da un punto di vista puramente tecnico. Ciò servirebbe a far conoscere, e non solo al pubblico, i risultati della migliore tecnica moderna. Gli artisti e i decoratori per i primi dalla possibilità di conoscere gli ultimi procedimenti costruttivi trarrebbero utilità grandissima;

III° premi per uno o più apparecchi decorativi di illuminazione destinati ai vari ambienti domestici ed aventi caratteri che si prestino alla riproduzione in serie. Questi apparecchi naturalmente, pur conciliando estetica e praticità non dovrebbero attingere prezzi troppo alti, ma costituire un tipo medio di larga diffusione.

Noi crediamo che veramente sia tra il pubblico sentita la necessità di questo «tipo medio» di lampadari.

Si osservi per esempio la diffusione raggiunta negli ultimi anni dai lampadari di vetro: il loro carattere di semplicità e di distinzione, che li faceva adattabili facilmente ad ambienti di stile diverso, conquistò subito le simpatie del pubblico. Oggi quei lampadari, per la loro fragilità, per la poco razionale distribuzione di luce non rispondono, più, nella maggior parte dei casi, alle rinnovate esigenze, ma la loro passata fortuna (forse a dir passata s'è un po' in anticipo) può servire d'insegnamento.

***

Potrà sembrare, signor Direttore, che, predicando in favore del «tipo medio», del tipo, dirò così, conciliante, io voglia fare l'apologia dell'aurea mediocrità, ma è un attento esame delle esigente attuali che me ne consiglia. Sarebbe inutile offrire al pubblico apparecchi che eccedono dai suoi gusti e dai suoi desideri. Già troppe volte lo sforzo ardimentoso di tecnici e d'artisti è stato frustrato dalla insensibilità del pubblico non preparato.

Richiesta e offerta procedano di pari passo; se i migliorati gusti del pubblico hanno negli ultimi tempi creato nuove esigenze, lo sforzo dei costruttori sia inteso a soddisfare queste esigenze e ad affinare questa sensibilità. Non s'ha da scordare che l'influenza è reciproca e che, se è vero che non sempre il pubblico apprezza nella giusta misura i miglioramenti e le innovazioni è anche vero che molto spesso si accontenta ed abitua ad una produzione scadente, perchè la produzione buona manca e la necessità lo costringe ad adattarsi.

Questo dico per le maggiori necessità chè, posti di fronte finalmente a questo interessantissimo tema dell'illuminazione gli architetti ed i tecnici non mancheranno d'offrirci quelle soluzioni geniali che da loro è lecito aspettarsi.

Conchiudo auspicando che i costruttori accolgano con vero entusiasmo l'invito della Esposizione di Monza e vi si preparino con sani criteri. Non dimentichiamo che all'estero si è camminato molto e che noi pure dobbiamo camminare, ma per una strada che sia ben nostra. Offrire come nuovo solo modelli stranieri, vuol dire offendere il carattere della nostra razza, vuol dire mutarci da maestri, quali sempre fummo, in imitatori, forzando il nostro temperamento e la nostra natura ad accettare schemi e forme che non sono per noi.

A Lei, Signor Direttore, che con tanto entusiasmo si è fatto assertore di questo rinnovamento e progresso nel campo della illuminazione auguro che il migliore successo sia corona agli sforzi e, ringraziandola della ospitalità benignamente concessami nella sua rivista, con osservanza mi segno

BRUNO MORETTI.

Fontane luminose

LA FONTANA DI BOLZANO

La fontana di Bolzano, come si vede dalla figura 1 consiste in un bacino nel centro del quale si eleva una struttura terminante all'altezza di circa m. 3 in un'anfora da cui parte il getto di acqua principale. Sull'orlo del bacino inferiore quattro gruppi di tre ugelli ciascuno emettono 12 getti laterali diretti

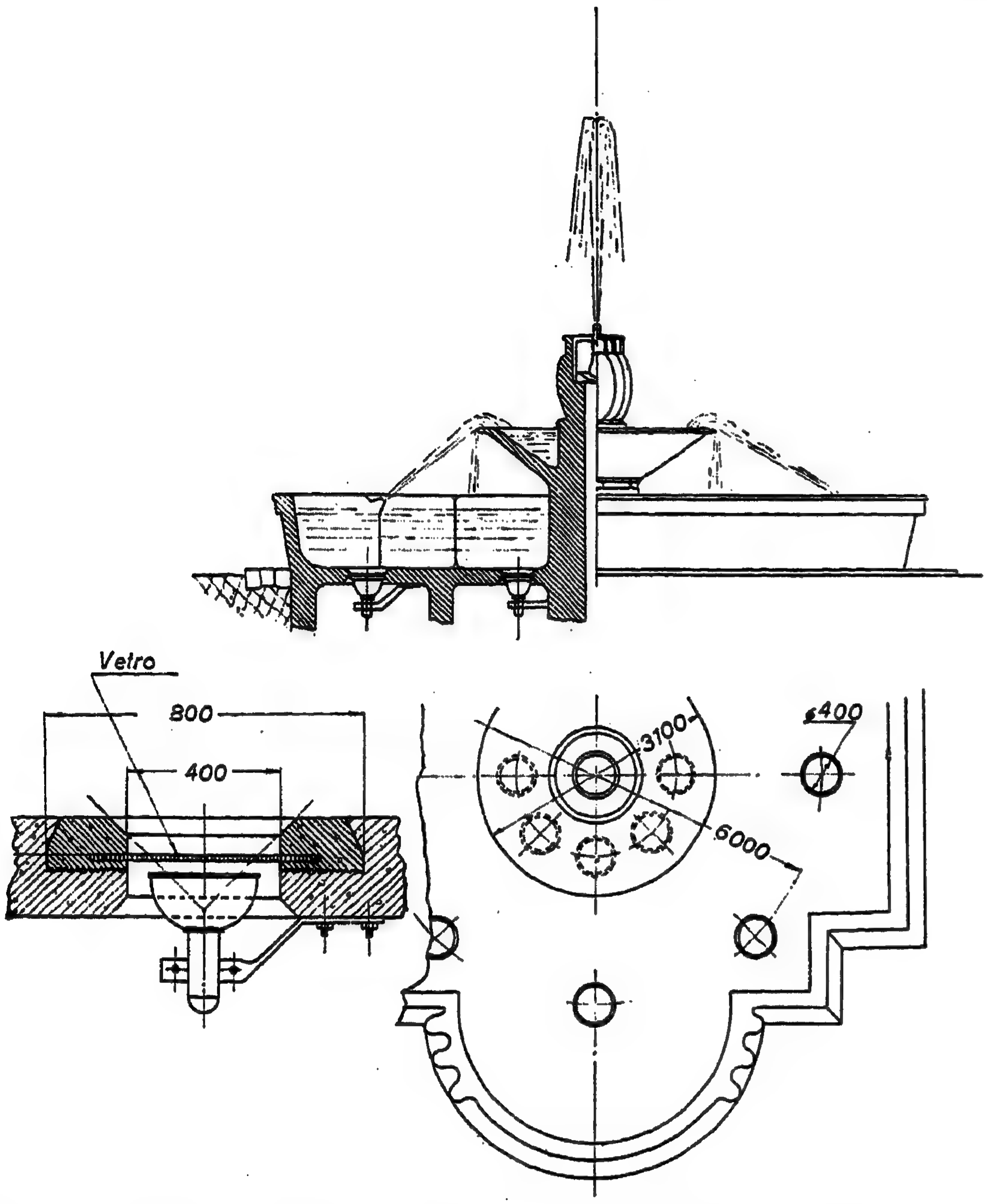


Fig. 1. - Sezione, pianta e particolare dei riflettori per le lampade da 200 Watt, della fontana luminosa di Bolzano.

nella soprastante vasca centrale dalla quale l'acqua trabocca in forma di velo. Tutta la costruzione è fatta in pietra artificiale grigia.

Per ottenere un'illuminazione efficace con mezzi modestissimi, come era prescritto dal Municipio di Bolzano per conto del quale era stata eseguita la fontana, fu progettato di illuminare principalmente il getto centrale con un grande riflettore posto nell'interno dell'anfora mentre l'illuminazione dei 12 getti laterali e del velo d'acqua fu affidata a 16 piccoli riflettori installati sotto finestre rotonde praticate nel fondo del bacino inferiore e protete da vetri sigillati a tenuta d'acqua.

L'installazione di questi piccoli riflettori fu molto facilitata dalla circostanza che la fontana venne costruita immediatamente sopra la cantina di una piccola stazione doganale distrutta e che potè essere usata per installarvi l'impianto elettrico e idraulico.

Dal cavo esistente sotto la fontana viene alimentato un quadro di manovra montato nella cantina da cui partono cinque circuiti per l'illuminazione della fontana (fig. 2), e precisamente un circuito per una lampada da 1000 Watt per l'illuminazione del getto centrale e quattro circuiti indipendenti, ciascuno con quattro lampade da 200 Watt, dei quali due usati per l'illuminazione dell'acqua defluente dal bacino superiore e due per l'illuminazione del bacino inferiore e dei getti laterali.

Le lampade da 200 Watt sono poste in riflettori a coppa profonda con diametro di 280 mm., montati nei punti segnati nella fig. 1, e in modo da rendere facilmente praticabili le ispezioni e i cambiamenti delle lampade.

L'indipendenza dei circuiti permette di variare a piacimento, nei limiti del possibile, l'illuminazione della fontana. In totale la potenza installata ammonta a 4200 Watt. Il riflettore centrale però può essere munito di lampada da 2000 Watt per un aumento eventuale d'illuminazione sul getto principale.

Causa la limitazione di prezzo prescritto dal Municipio non fu possibile eseguire l'impianto a luci colorate come era stato

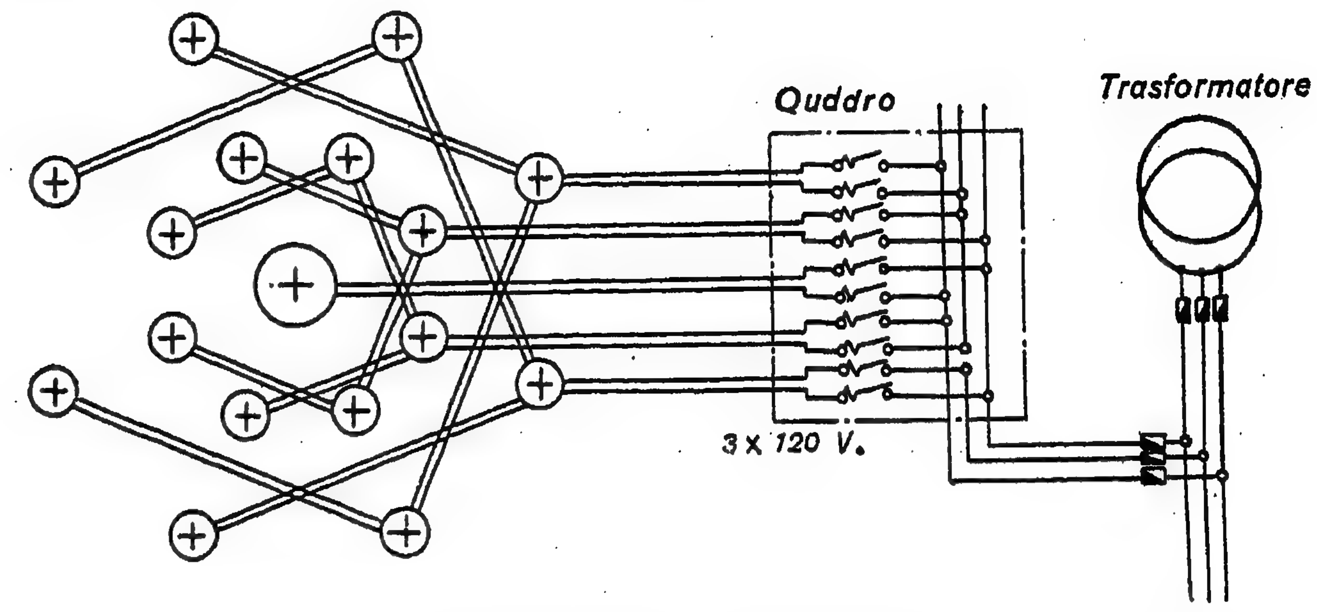


Fig. 2. - Schema delle connessioni elettriche per l'illuminazione della fontana di Bolzano.

progettato; tuttavia è possibile predisporre degli schermi colorati sopra i riflettori da 200 Watt ottenendo ancora dei buoni effetti luminosi, in virtù specialmente dell'indipendenza dei circuiti che permettono d'inserire o di disinserire con manovre separate i quattro gruppi di quattro riflettori. La fontana viene alimentata dalla conduttura di acqua potabile e può funzionare a recupero mediante una pompa centrifuga azionata da un motore elettrico di 3 HP. L'impianto luminoso è costato complessivamente L. 7000 circa.

LA FONTANA DI MERANO

L'impianto d'illuminazione della fontana luminosa di Merano è più semplice, ma, ciò malgrado, molto più efficace di quello di Bolzano, perchè potè essere studiato senza eccessive preoccupazioni per la parte finanziaria. Come si vede nella figura 3 il bacino è costituito da un'ampia e bassa vasca nel

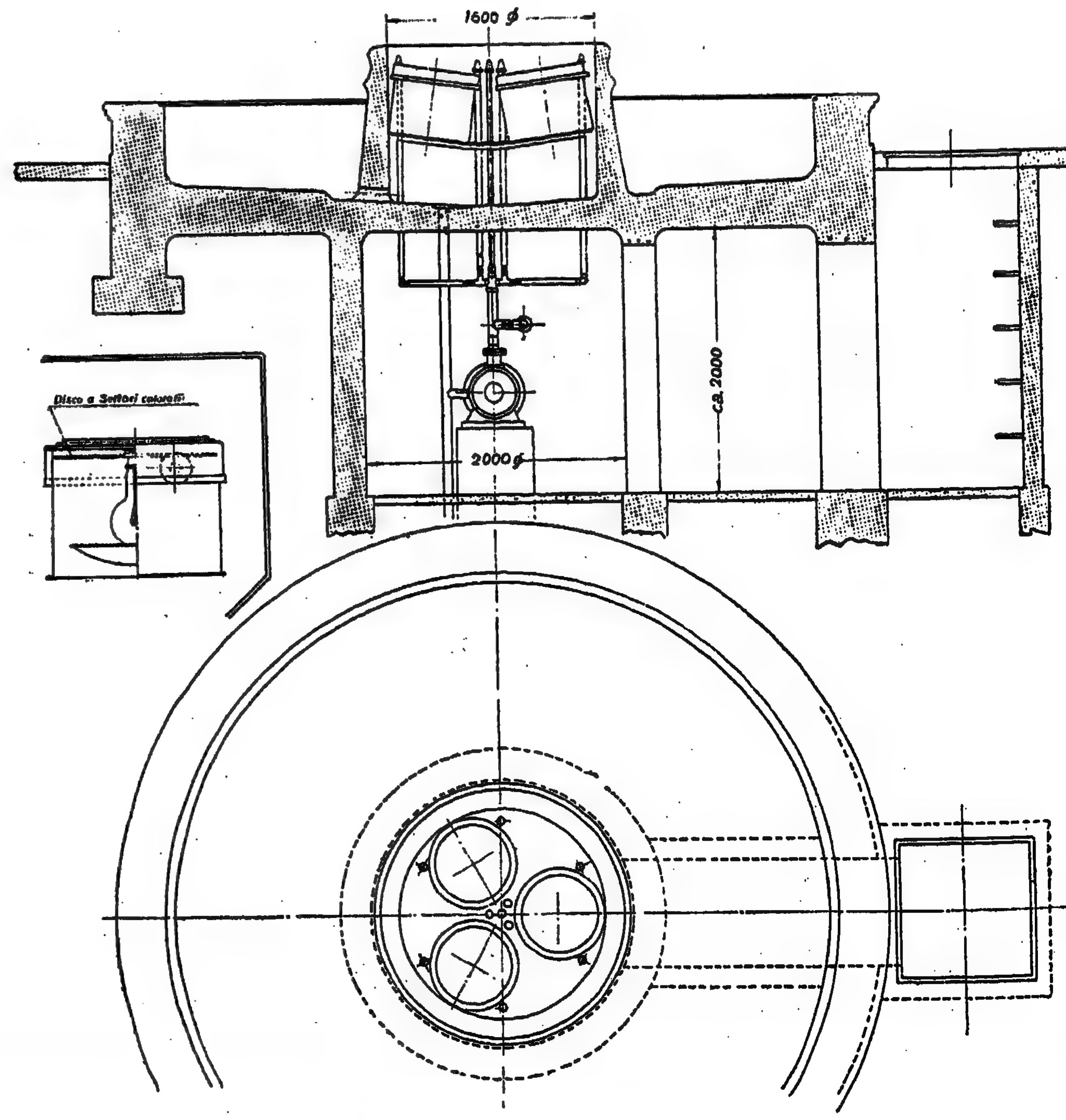


Fig. 3. - Sezione, pianta e particolare dei proiettori, della fontana luminosa di Merano.

cui centro, da una specie di vera da pozzo, sorgono 10 getti verticali, uno principale nel centro e 9 laterali, in due gruppi di 3 e 6.

Data la vicinanza di tutti i getti è stato possibile concentrare tutto l'impianto d'illuminazione nella zona centrale, predisponendo in essa tre grandi riflettori. Questi sono press'a poco dello stesso tipo di quelli usati a Bolzano, e cioè scatole di lamiera di ferro chiuse superiormente da una lastra di vetro e provviste di specchio parabolico, ma sono muniti di piccoli motori idraulici i quali azionano dei dischi a quattro settori di vetro colorato posti nell'interno del proiettore immediatamente sotto il vetro di chiusura. In questo modo si producono ininterrottamente tutti i colori dell'iride a causa della sovrapposizione dei singoli colori principali. Essendo necessario per motivi di simmetria inserire tutti i tre riflettori contemporaneamente, l'installazione elettrica è molto semplice poichè il quadro di manovra non porta che due interruttori tripolari (uno per la luce e l'altro per la pompa di circolazione), e le relative valvole. La cabina sotterranea è stata appositamente costruita, quale si vede dalla figura. La potenza installata per l'illuminazione è di 6000 Watt (tre lampade da 2 kW).

Come a Bolzano, l'alimentazione della fontana può essere fatta sia coll'acqua della conduttura urbana, sia con pompa di circolazione a ricupero (5 HP). Il costo dell'impianto di illuminazione ammonta complessivamente a circa 19.000 lire.

Ing. G. INNEREBNER

LA FONTANA DI PIAZZA GIULIO CESARE A MILANO

Sul piazzale Giulio Cesare, dove la Fiera Campionaria ha il suo ingresso principale, il Comune di Milano ha fatto costruire una fontana luminosa che, per la grandiosità dei mezzi impiegati e per il modo come è stata curata l'installazione elettrica, costituisce uno degli esempi più interessanti di questo nuovo genere di illuminazione.

La fontana che sorge nel mezzo della piazza è costituita da un bacino centrale di forma pressochè circolare, con diametro di circa m. 18, dal quale l'acqua defluisce, scorrendo sopra una gradinata, in due bacini laterali rettangolari lunghi circa m. 20 cadauno.



Fig. 4. - Vista notturna della fontana di Piazza Giulio Cesare a Milano.

Nel mezzo della zona centrale sorge la fontana propriamente detta e l'acqua scaturisce da una duplice corona di complessivamente 42 ugelli, inclinati verso l'esterno mentre un potente getto centrale si eleva a notevole altezza.

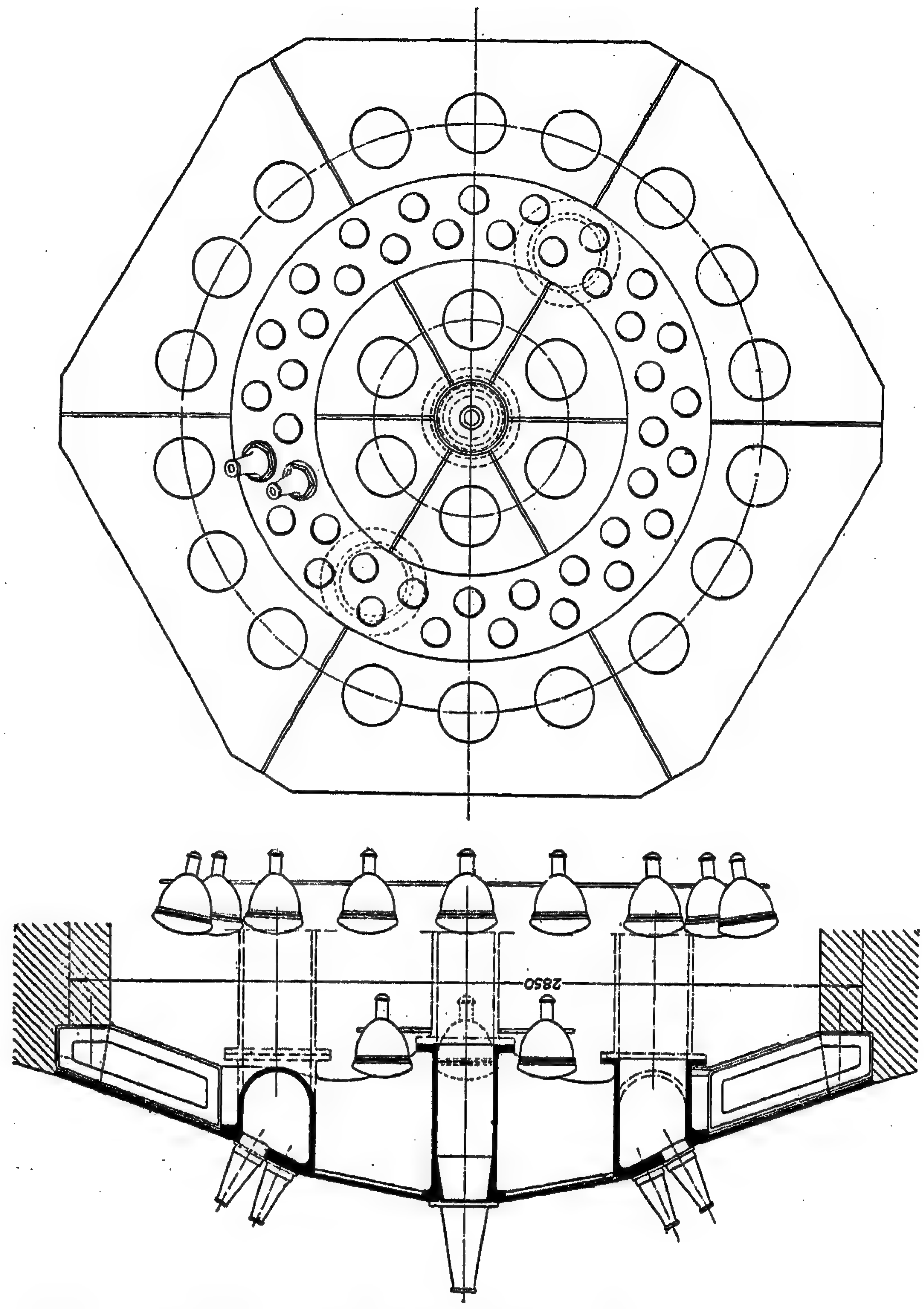


Fig. 5. - Sezione e pianta della calotta della fontana luminosa di Piazza Giulio Cesare a Milano.

La calotta nervata che porta gli ugelli appoggia lateralmente su 6 pilastri e lascia quasi completamente libere due vaste zone anulari, all'interno ed all'esterno della corona di ugelli, le quali sono coperte con lastroni di vetro attraverso cui passa la luce emessa da 24 proiettori posti nella cella sottostante. I proiettori sono di tipo speciale a fuoco regolabile, con specchio parabolico e costruiti in lamiera di rame, con supporti inclinabili. Essi sono disposti come mostra la fig. 5 e] contengono ognuno una lampada da 1000 Watt ma possono permettere l'applicazione di lampade di potenza doppia.

La potenza delle lampade ha reso necessario un sistema di ventilazione costituito da due ventilatori ed un aspiratore. Questo servizio viene comandato automaticamente solo e fino a quando stanno chiusi i circuiti d'illuminazione.

L'accensione dei proiettori è fatta in tre tempi ed è comandata da interruttori a relais.

Per ogni proiettore e per ogni manovra effettuata si ha il controllo luminoso che costituisce un accessorio di notevole utilità negli impianti di questo genere, dove i comandi a distanza rendono arduo il problema della ispezione diretta.

L'impianto elettrico è stato eseguito dalla Soc. Ingegnere M. Gismondi e C. di Milano che ci ha cortesemente fornite le notizie sopra esposte.

A.N.S.I.

L'organizzazione degli uffici americani per lo sviluppo dell'illuminazione

Dal *Lighting Development,* bollettino del Development Service Bureau of Phoebus S. A. di Ginevra togliamo il seguente riassunto delle risposte date dai dirigenti degli uffici per lo sviluppo dell'illuminazione di parecchie Società di distribuzione Americane, ad un questionario che fu fatto circolare in occasione dell'ultima riunione annuale della Illuminating Engineering Society.

Riteniamo utile pubblicare questo riassunto delle risposte d'interesse generale perchè in esse vengono riconosciuti i vantaggi derivanti alle Società elettriche dall'istituzione di speciali uffici per lo sviluppo dell'illuminazione, uffici che dovrebbero ormai rappresentare la regola anche in Italia poichè essi da tempo sono usciti dalla fase sperimentale.

Qual'è l'« elemento di stima » che voi considerate più adatto per indicare ai dirigenti della vostra Società il valore dell'attività del vostro ufficio?

L'operato di un ufficio propaganda e sviluppo non può essere stimato soltanto sulla base delle maggiori entrate. Bisogna anche tener conto di tutto il lavoro eseguito nell'annata, della propaganda generale per mezzo di discorsi, conferenze per radio, decorazioni luminose in occasione di feste e fiere, cose queste che possono essere valutate soltanto sulla base dell'esperienza.

Un metodo per tradurre in moneta il valore di un ufficio propaganda e sviluppo è il seguente: se un tecnico vende 1000 kW di maggior energia per illuminazione all'anno, si può ritenere che l'incasso annuo, derivante da tale aumento di vendita, sia di 60 mila dollari, su una base di 1500 ore d'accensione a 4 cents per kWh. Supponendo che il 10% di questo incasso debba considerarsi quale profitto netto, il valore capitalizzato dell'attività annua del tecnico considerato è uguale a 120 mila dollari, investiti in modo da consentire un tasso del 5% annuo.

Come potete dimostrare ai dirigenti della vostra società l'importanza del servizio dell'ufficio sviluppo e la sua solerzia nel fornire ai clienti informazioni e consigli gratuiti?

Si è generalmente d'accordo sulla grande difficoltà di una stima del valore dello zelo di un ufficio per lo sviluppo dell'illuminazione. Alcuni pensano che il valore e l'importanza di un ufficio sviluppo, modernamente organizzato sia sufficientemente elevato per giustificare la sua esistenza, e che questi uffici dovrebbero essere considerati come puri e semplici investimenti commerciali. Altri suggeriscomo la citazione di lettere di apprezzamento, nel rapporto dell'ufficio ai dirigenti della società.

Qual'è in generale la miglior forma di organizzazione di un ufficio sviluppo illuminazione per ottenere i risultati più soddisfacenti sia nei riguardi dell'utente che della Società?

Scopo precipuo degli uffici sviluppo delle Società elettriche è l'aumento del consumo di energia ottenuto facendo fra il pubblico opera di convincimento e di utile penetrazione: elementi importantissimi di propaganda che non possono essere valutati dal lato monetario. In generale la migliore forma degli uffici sviluppo e propaganda è quella che tende a fare dell'ufficio un'organizzazione indipendente di consulenza tecnica, che dovrebbe essere gratuita per gli utenti, ed imparziale dal punto di vista commerciale. Un ufficio sviluppo non dovrebbe avere interessi diretti nella vendita di apparecchi di illuminazione o di altre applicazioni elettriche.

Quale somma può spendere un ufficio sviluppo in proporzione all'aumento di incassi che esso produce?

Tale somma dovrebbe basarsi sul reddito lordo previsto, dovuto all'opera dell'ufficio sviluppo. Tuttavia si considera generalmente che, tenuti in debita considerazione i risultati indiretti, il 10% del maggior incasso dovuto all'opera dell'ufficio sviluppo dovrebbe essere la base del bilancio per le spese dell'anno sucessivo. Un altro rapporto indica invece il 15% del maggior incasso.

Quale metodo usate per determinare l'aumento dei kilowatt o kWh consumati e delle entrate mensili che devono attribuirsi all'attività dell'ufficio?

È facile determinare il maggior consumo dovuto alla propaganda dell'ufficio sviluppo per ciò che concerne il rinnovamento delle installazioni esistenti. Per l'aumento generale sarà necessaria una stima. La Società, alla fine d'anno, fa un rilievo sulle bollette di un gruppo rappresentativo di utenti che hanno modificati i propri impianti di illuminazione durante l'anno. La stima del maggior consumo viene quindi fatta per varie categorie d'utenti: illuminazione commeriale, industriale, insegne elettriche, scuole, chiese, privati, ecc.

Nel caso in cui la società non venda apparecchi per l'illuminazione domestica, è conveniente la presenza di una persona addetta alla propaganda dell'illuminazione elettrica domestica (possibilmente una donna con l'incarico di presentarsi alle massaie e parlar loro in linguaggio adatto intorno agli apparecchi di illuminazione ed al loro effetto in rapporto alle tapezzerie e ai mobili?)

Nella maggior parte si è d'accordo che uno specialista per l'illuminazione domestica può essere utile ad ogni Società di distribuzione, almeno in città che contino 15 mila utenti o più, per creare e mantenere vivo nella mente degli utenti il desiderio di una migliore illuminazione. Le opinioni sono invece diverse riguardo al separare quest'attività da quella della vendita di apparecchi per conto della società.

Le donne sono specialmente adatte per dimostrazioni pratiche e conferenze a gruppi femminili, molto numerosi nelle grandi città americane.

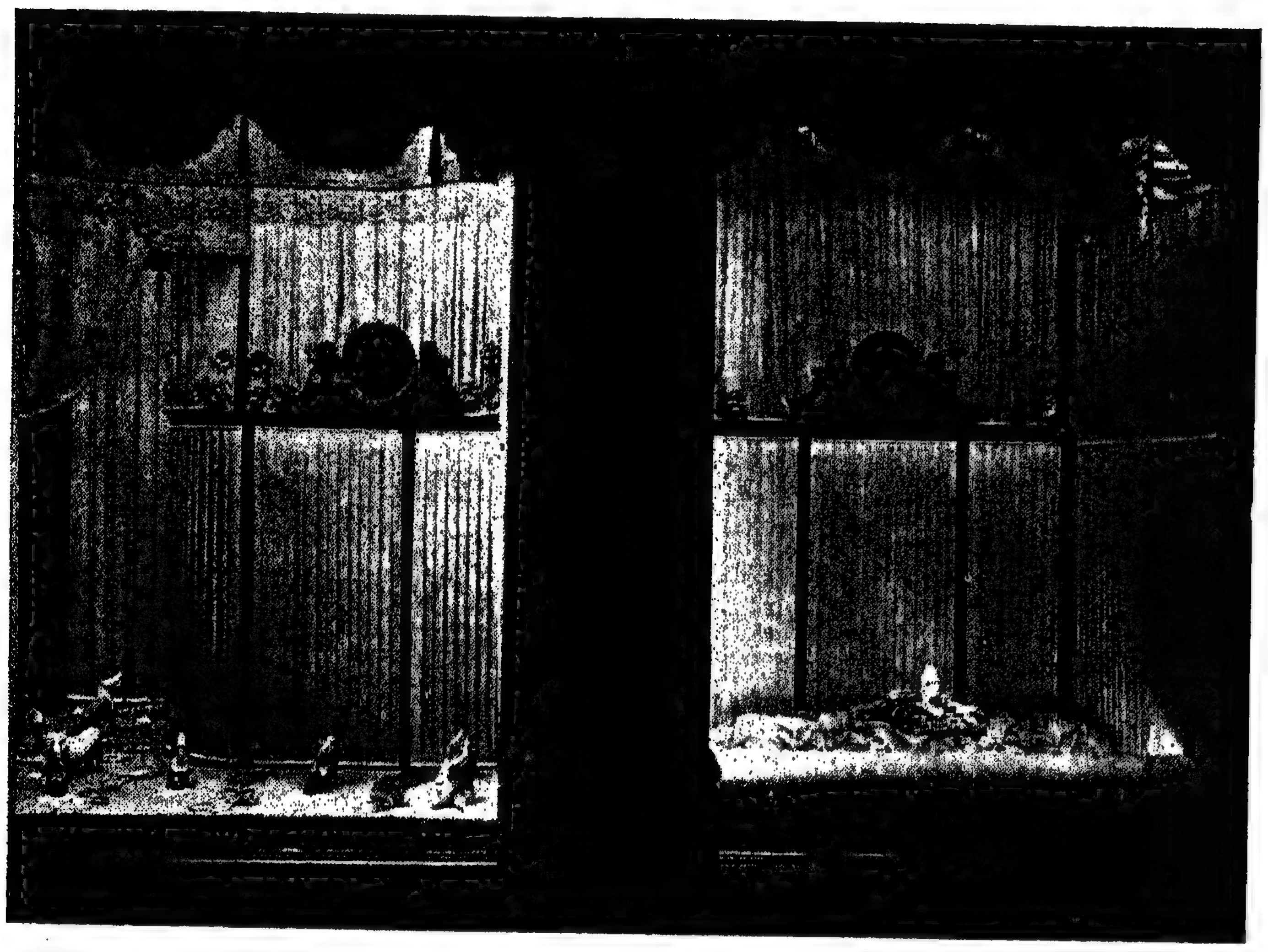
Manifestazioni per la campagna per la migliore illuminazione

PADOVA

Concorsi di illuminazione per vetrine e negozi.

L'incremento dell'illuminazione delle vetrine e dei locali commerciali che si è avuto a Padova nel volgere di un anno è la più chiara dimostrazione di quanto possa giovare alla campagna per la migliore illuminazione l'interessamento delle Società di distribuzione. Fino ad un anno fa, Padova nulla, o quasi, conosceva della tecnica dell'illuminazione, ed i commercianti pareva ignorassero che il valore e la forza attrattiva di una vetrina dipendono, oltrechè dall'abilità di saper disporre le merci, anche dalla possibilità che ha il pubblico, specialmente nelle ore serali, di ammirarle ed esaminarle in tutti i loro particolari.

Nel Concorso indetto l'anno passato, pure dal giornale *Il Veneto*, concorso limitato alle sole vetrine, non si ebbero che poche iscrizioni e fra le iscritte pochissime mostre potevano considerarsi bene illuminate.



La vetrina vincitrice del primo premio nel Concorso di Padova.

Visitando Padova ad un anno di distanza non si può che compiacersi della trasformazione che la città ha subìto e dell'aspetto assai più vivace ed attraente presentato dalle strade centrali dove alcuni negozi hanno saputo allestire installazioni luminose veramente ben fatte e che dinotano lo sforzo dei commercianti e degli installatori per arrivare ad ottenere effetti che valessero a distinguere i loro impianti e dare maggior risalto alle vetrine.

Il Concorso di quest'anno (31 Dic. 1929 - 8 Gen. 1930 - VIII) non si è limitato alle vetrine ma ha anche compreso i locali commerciali. Si potevano così notare anche alcuni interni dotati di installazioni molto ben riuscite, tanto che la Giurìa dovette far presente agli organizzatori del Concorso l'opportunità di aumentare da 5 a 10 i premi messi a disposizione per i locali commerciali.

Si ebbero complessivamente 46 iscrizioni per il Concorso Illuminazione vetrine, oltre a tre «fuori concorso» perchè ritenute di speciale importanza e 42 iscrizioni al Concorso Illuminazione Locali Commerciali, più una «fuori concorso». Questo, per una città come Padova, rappresenta un notevole successo di cui va fatta lode alla Società Elettrica del Veneto Centrale che curò l'organizzazione del Concorso. La maggior parte dei concorrenti apprestarono installazioni speciali e di carattere permanente in vista dell'importanza del concorso.

Alle vetrine furono assegnati 12 premi ed ai negozi 10, parte in danaro e parte in medaglie, oltre ad una ricca coppa in argento offerta dalla A.N.S.I. per il negozio meglio classificato nei due concorsi, ed altri premi di ditte interessate.

La classifica delle vetrine venne fatta con metodo Putnoky che è quello che ancor meglio si presta per un esame oggettivo dell'illuminazione delle vetrine, prescindendo dalle impressioni personali che può dare la mostra. Per la classifica degli interni si seguì un metodo derivato da quello precedente e nel quale si tenne conto delle speciali esigenze dei locali commerciali.

Il pubblico è stato anche questa volta direttamente interessato al Concorso mediante un *referendum* organizzato pure dal giornale locale *Il Veneto*. L'importanza di questi referendum appare manifesta sotto due riguardi: prima di tutto perchè il pubblico dovendo esaminare e dare il suo giudizio su un'installazione luminosa, sia pure di carattere speciale, è tratto a interessarsi a questi nuovi problemi; poi perchè il referendum richiama in modo particolare l'attenzione del pubblico sui negozi concorrenti, ed i commercianti partecipano perciò più numerosi e con installazioni speciali.

Il referendum era dotato di numerosi e ricchi premi, offerti dalle fabbriche di lampade e di apparecchi d'illuminazione, da assegnare a chi avesse presentata una graduatoria degli impianti vincenti, più vicina al responso della Giurìa.

Gli installatori che eseguirono gli impianti vincenti furono premiati con medaglie d'oro e d'argento.

ASTI

Concorso di illuminazione per vetrine.

Un concorso per l'illuminazione e l'addobbo delle vetrine si è svolto in Asti dal 21 Dicembre 1929 al 2 Gennaio 1930 per iniziativa della Delegazione locale della Federazione Provinciale Fascista dei Commercianti, sotto gli auspici del Podestà On. Buronzo, in occasione della «Settimana dell'Elettricità» che la Soc. Piemonte Centrale di Elettricità va conducendo di centro in centro, nella sua zona. (Durante la settimana è concesso l'allacciamento gratuito a chi non ha ancora usufruito di luce elettrica nella sua casa).

L'ambiente della cittadina piemontese poteva considerarsi sufficientemente preparato a una manifestazione del genere; gli elementi più direttamente interessati, cioè i commercianti e gli elettricisti locali, ebbero ad ogni modo illustrato il concetto informatore del Concorso attraverso conferenze che vennero poi riportate sul giornale locale così che i concetti più elementari di una buona illuminazione delle vetrine ebbero una larga diffusione.

I premi per il concorso furono offerti dal Municipio, dalla Soc. P. C. E., dalla Cassa di Risparmio, dalla Federazione Prov. Fascista dei commercianti. Il *Cittadino*, giornale locale settimanale, indisse un *referendum* per il pubblico, sui risultati del concorso.

I concorrenti furono 32. Trattandosi di un concorso per l'illuminazione e l'addobbo delle vetrine, c'era da temere che l'elemento decorativo avesse la prevalenza su quello illuminazione; ciò invece non si verificò: anzi, fu in quasi tutti i concorrenti palese lo sforzo di utilizzare la luce secondo i criteri moderni della buona illuminazione.

Il risultato del concorso può essere giudicato soddisfacente se si tiene conto che Asti conta in tutto circa 600 negozi. Un maggior numero sarebbe forse stato possibile se gli installatori locali si fossero dimostrati più attivi e i costruttori d'apparecchi d'illuminazione (pure precedentemente invitati a fare affluire in Asti il loro materiale) fossero stati più solleciti in questo rifornimento.

Il referendum tra il pubblico non ebbe seguito: questo sopratutto perchè venne a mancare l'azione incitatrice di una stampa quotidiana.

Contemporaneamente ad Asti s'ebbe una mostra d'applicazioni elettriche indetta dalla S. P. E. S. e furono tenute alcune conferenze dimostrative pratiche di cucina elettrica, largamente frequentate.

L'illuminazione a mezzo di proiettori fece la sua prima apparizione in Asti, durante quello stesso periodo, cogli impianti eseguiti per illuminare la bella chiesa di S. Secondo e la facciata della Centrale della Soc. P. C. E.

PUBBLICAZIONI DELLA ANSI

A cura del Comitato Esecutivo Italiano per il Cinquantenario della Luce Elettrica, presso la A. N. S. I., è uscito in elegante edizione di grande formati il volume: «Nel Cinquantenario della Luce Elettrica».

La data del 21 ottobre 1929 è stata festeggiata in tutto il Mondo civile, ricorrendo il cinquantesimo anniversario della prima lampadina elettrica pratica di Edison, e poichè la celebrazione è riuscita anche una rivista del progresso realizzato negli ultimi 50 anni, e più specialmente in quest'ultimo decennio, nel campo dell'illuminazione artificiale elettrica, si è creduto opportuno raccogliere le fotografie delle maggiori manifestazioni luminose avutesi in Italia in questa occasione e pubblicarle in una edizione speciale, premettendo solo brevi cenni sull'opera del Comitato appositamente costituito.

Il volume di 116 pagine, formato libro, e copertina a due colori comprende i seguenti dieci capitoli:

1°. «Nel Cinquantenario della Luce Elettrica» – 2°) «L'organizzazione» – 3°) «I discorsi» – 4°) «La manifestazione in Italia» – 5°) «I monumenti» – 6°) «Le chiese» – 7°) «I palazzi» – 8°) «Le fontane» – 9°) «Le vetrine» – 10°) «Le strade».

In totale vi sono 107 illustrazioni che dicono assai più d'ogni parola del progresso della moderna tecnica dell'illuminazione artificiale e di quanto anche in Italia s'è fatto al riguardo.

Il volume viene posto in vendita al prezzo di costo di L. 15, e può richiedersi al Comitato Esecutivo del Cinquantenario della luce elettrica presso la A. N. S. I., – Via Vincenzo Monti, 5 – Milano.

Notizie varie

Abbagliamento e visibilità nell'illuminazione stradale.

Nel luglio del 1928 sono state fatte delle esperienze a Sheffield su un certo numero di impianti d'illuminazione stradale eseguiti in occasione del Congresso dell'Associazione dei Pubblici Lighting Engineers. In queste esperienze si procedette a misure di sensibilità visiva basandosi sulla più piccola differenza di splendore constatata dagli osservatori.

Fu possibile constatare che la visibilità dipende dai seguenti fattori: direzione secondo sui è rivolto lo sguardo dell'osservatore, numero delle lampade trovantesi nel campo visivo, potenza delle lampade, altezza delle sorgenti dal piano stradale e distanza dell'osservatore.

La direzione dell'asse di visione più importante a considerarsi è quella corrispondente all'osservatore che si trova in mezzo alla strada e guarda orizzontalmente secondo l'asse della strada stessa. Gli esperimenti fatti in queste condizioni hanno dato dei risultati che concordano molto bene con quelli che era stato possibile dedurre da precedenti esperienze di laboratorio.

L'osservatore sceglieva come posizione di abbagliamento massimo, nell'intervallo fra due sorgenti, quella per cui diventava massima la diminuzione di sensibilità visiva dovuta alla prima lampada. I risultati delle prove di Sheffield possono essere riassunti nel modo seguente:

1°) Le stime del grado di abbagliamento eseguite dall'osservatore sono funzione della diminuzione di sensibilità visiva dovuta all'effetto della prima lampada piuttosto che a quella corrispondente all'azione d'insieme delle lampade.

2°) Per le dieci installazioni d'illuminazione che hanno servito alle prove, i grafici rilevati mostrano che le stime del grado di abbagliamento e quelle della visibilità crescono nello stesso senso.

Queste esperienze sono descritte da W. S. Stiles in un articolo pubblicato su *The Illuminating Engineer* dell'ag.-sett. 1929, e l'Autore conclude discutendo le possibilità di applicazione pratica delle regole edite dalla British Engineering Standard Association e dimostra che gli articoli relativi all'abbagliamento contenuti nelle *Street Lighting Specifications* della B. E. S. A. dovrebbero essere riveduti.

Ricambio lampade e comodità degli utenti.

Dall'*Electrical World* riproduciamo la seguente interessante nota di J. W. Leib († 1° novembre 1929).

È ben naturale che molto spesso sia preferibile rinunciare ad una piccola economia nel costo della luce, facendo raddoppiare o triplicare la vita di una lampada pur di evitare il disturbo e la noia di procedere a frequenti cambi delle lampade stesse in certe particolari condizioni.

Il coefficiente, per così dire, di incomodo e di disturbo sarebbe elevato nel caso di lampade che richiedessero il cambio a brevi periodi di tempo, mentre risulterebbe basso nel caso in cui le lampade avessero una vita lunga.

L'importanza che attualmente dovrebbe essere assegnata all'elemento disturbo e incomodità dipende da parecchie variabili. Per esempio, in un ipotetica installazione domestica di 30 lampade da 50Watt, se le lampade fossero fatte funzionare in modo da dare la luce al minor costo possibile, nelle condizioni medie del mercato riguardo al prezzo ed alla qualità delle lampade stesse ed al costo dell'energia, negli Stati Uniti sarebbe necessario, in media, procedere al cambio di una lampada ogni 30 giorni, mentre per cause speciali i cambi irregolari si succedono ad intervalli molto più brevi.

Perchè il cambio delle lampade possa avvenire con un intervallo medio di circa 40 giorni, sarebbe necessario aumentare il costo della luce di circa il 6%. Questo caso ipotetico fu sottoposto ad un certo numero di persone affinchè esprimessero la loro opinione in proposito e la scelta dell'installazione più dispendiosa fu quasi unanime in considerazione della maggior comodità e del minor disturbo dovuti da una maggior durata delle lampade.

Assorbimento della luce attraverso la nebbia e visibilità della luce rossa.

In *The Phisical Review* (luglio 1929) L. P. Graneth e E. O. Hullbert danno notizia di ricerche sulla questione molto dibattuta del genere di luce che può meglio penetrare un'atmosfera nebbiosa. Questi esperimenti si riferiscono a nebbia sufficientemente densa e tale che impedisca a distanze relativamente brevi la visione di sorgenti luminose. In tali condizioni una luce rossa si dimostra appena poco migliore di una luce bleu. Bisogna però tener presente che le nebbie poco dense di vapore, fumo, polvere ecc. specialmente a grandi distanze si comportano in modo diverso e in questo caso l'assorbimento selettivo del bleu, è spesso assai più pronunciato. L'esistenza di questo assorbimento selettivo è nota ai fotografi.

L'Elettrotecnica del 25 novembre 1929 pubblica il seguente trafiletto:

« Si è spesso parlato della maggiore visibilità delle lampade al néon in casi di nebbia, rispetto alle solite lampade ad incandescenza, se ne è perciò pronosticato e diffuso l'uso nelle segnalazioni luminose. Nel *Research Paper*, n. 78 del Bureau of Standard, sono riportati i risultati di accurate esperienze eseguite a questo riguardo. Da esse appare dimostrato che non esiste una sensibile differenza di visibilità fra una lampada al néon ed una ad incandescenza dello stesso colore e dello stesso potere illuminante orrizzontale. Inoltre è risultato ben dimostrato che l'applicazione di uno schermo rosso ad una lampada ad incandescenza non aumenta affatto la sua visibilità, qualunque siano le condizioni atmosferiche. L'unico vantaggio delle lampade al néon o delle luci rosse consiste nel fatto che è meno facile confonderle con altre luci. Si ritiene perciò più opportuno usare nelle segnalazioni luminose, delle lampade ad incandescenza con schermo rosso, almeno fino a tanto che si possa disporre di lampade al néon di grande intensità, nel qual caso esse diventerebbero preferibili sotto l'aspetto del minor consumo di energia ».

Lo stesso numero della predetta *Physical Review* contiene una nota sull'assorbimento dei raggi ultravioletti dovuto agli strati bassi dell'atmosfera. Il grado di assorbimento dipende dalla lunghezza d'onda. Per lunghezze d'onda da 5000 a 3000 A. era troppo tenue per poter essere misurato su distanze fino a 400 metri; ma per lunghezze d'onda al disotto di 2800 A. è stato notato un assorbimento selettivo che per lunghezza d'onda da 2200 a 2050 A. è abbastanza grande per impedire alla luce solare di queste lunhgezze d'onda di arrivare al livello del mare.

Influenza della luce colorata sul rendimento del lavoro umano.

Secondo quanto pubblica W. Ruffer nel supplemento *Die Lichttechnik* dell'E. u. M. in data 5 maggio 1929, la Società Osram di Berlino ha effettuato diversi esperimenti per verificare l'influenza dell'intensità dell'illuminazione e del colore della luce sulla velocità e l'esattezza delle impressioni visive registrate dall'occhio umano.

I risultati ottenuti dagli sperimentatori anteriori non concordano su questo punto. Konig ammette che il colore dell'illuminazione non abbia alcuna influenza particolare e che importi soltanto la intensità luminosa. Reichenbach, al contrario afferma la superiorità dei colori a grandi lunghezze d'onda. Oscar Schneider mette in rilievo l'influenza sfavorevole della luce rossa e Korff-Petersen nota pure l'influenza sfavorevole del bleu e del rosso.

Alcune esperienze metodiche furono eseguite con molta cura su 12 soggetti nei mesi di marzo-aprile 1924, e su cinque altri fra l'agosto e l'ottobre 1926. L'intensità dell'illuminazione fu ogni volta determinata per mezzo di un fotometro Bechstein. Si misurò l'acuità visiva, la rapidità delle sensazioni visive, la facilità al lavoro, il costante controllo visivo del lavoro e l'esattezza.

Con un'illuminazione uniforme della sala di prova non è stato possibile rilevare praticamente alcuna differenza per i colori provati. Quasi tutti i soggetti sottoposti alle prove sono stati d'accordo sul fatto che l'occhio s'abitua a qualunque colore d'illuminazione purchè uniforme. Esiste tuttavia un'azione fisiologica a seconda degli individui e del colore. L'influenza del rosso è variabile a seconda delle persone ed agisce come stimolante o come deprimente. L'influenza del bleu è generalmente sfavorevole. Si può anche ugualmente ammettere che la fatica dell'occhio è maggiore con questi due colori che con gli altri.

RASSEGNA TECNICA

a) LA GRANDE DIGA AD ARCO DI CALDERWOOD CON PROFONDO CUSCINETTO D'ACQUA PER LO SMORZAMENTO DELLA VENA TRACIMANTE

Nel fascicolo dell'ottobre 1929 della Rivista è comparso un articolo dell'Ing. Vidulich (*La tecnica della costruzione delle dighe in calcestruzzo e delle gallerie forzate in alcuni impianti idroelettrici Nord Americani*) nel quale è accennato anche alla Diga di Calderwood. Dato l'interesse dell'argomento crediamo opportuno di completare la descrizione dell'intero Impianto coi seguenti dati ricavati dall'*Engineering News Record*, 19 dicembre 1929.

La diga di Calderwood si trova a 45 miglia a Sud di Knoxville e fa parte del terzo impianto costruito sul Little Tennessee River per conto della Aluminium Co. of America. Si tratta di una diga ad arco unico a sezione ridotta, alta 69 m sul piano di fondazione; gli archi che costituiscono la parte più elevata della diga, e precisamente fino ad una profondità di m. 13,50 dal coronamento, sono a raggio costante di m. 93,75 ed a se-

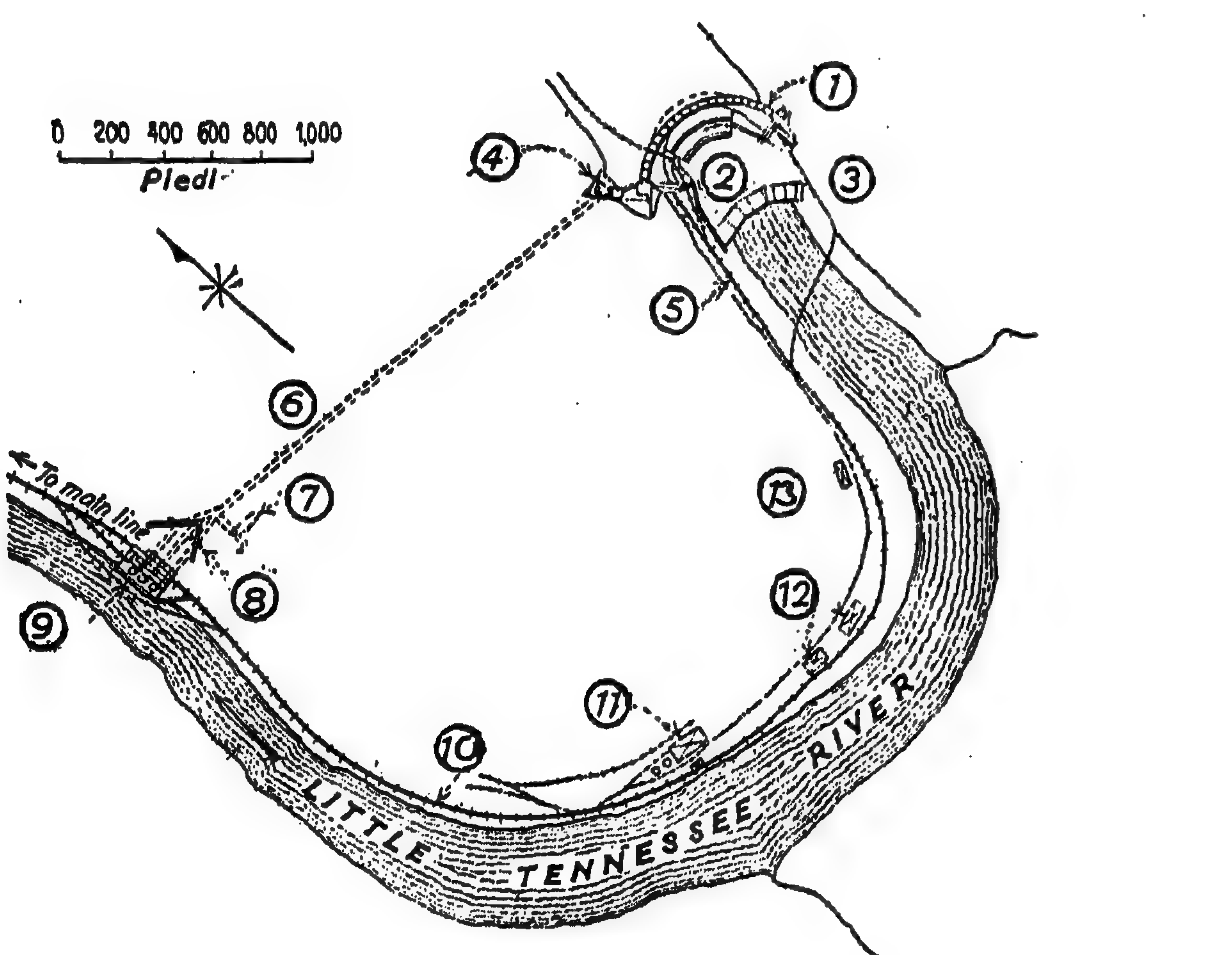


Fig. 1 - Planimetria dell'Impianto di Calderwood.

1. Diga principale.
2. Bacino di calma.
3. Dighetta a gravità.
4. Presa.
5. Linea ferroviaria permanente.
6. Galleria di derivazione.
7. Pozzo Piezometrico.
8. Muro di protezione della centrale.
9. Centrale.
10. Deposito pietrame.
11. Frantoi e mescolatori.
12. Uffici.
13. Laboratorio.

zione pure costante di m. 7,50. Scendendo colla quota, diminuisce il raggio di curvatura degli archi ed aumenta invece la sezione di ciascun singolo anello. Quest'ultima poi non rimane costante per uno stesso anello, ma aumenta altresì dalla chiave alle imposte. Tutta la diga è tagliata radialmente da 16 giunti verticali di dilatazione protetti sia a monte che a valle da una lamiera metallica amarrata nei due tronchi monolitici contigui.

Nel coronamento della Diga sono ricavate 24 finestre munite di paratoie del tipo Stoney, e della dimensione di m. 7,50 × 6,00 cadauna.

Queste paratoie possono essere manovrate elettricamente o a mezzo di un motore a scoppio e servono per lo scarico di 5600 m³/sec, pari al doppio della portata massima registrata nel fiume su cui è costruito lo sbarramento. Le paratoie sono inoltre situate in prossimità del paramento a valle onde permettere che il peso dell'acqua sulla sommità della Diga concorra a migliorarne la stabilità ed in secondo luogo per far sì che la vena tracimante, stramazzi il più lontano possibile dalla base della Diga stessa.

Durante la costruzione dello sbarramento l'acqua del fiume veniva convogliata attraverso 5 gallerie di 4,50 × 6,00 m. che a lavoro ultimato devono essere tamponate con gettate di calcestruzzo. Anche attraverso il corpo della Diga venne lasciato sul fondo valle una galleria praticabile che permette il trasporto del materiale a mezzo di una ferrovia e che, a lavoro ultimato, deve pure essere riempita anch'essa di calcestruzzo.

La diga di Calderwood è una delle poche ove fosse prevista la possibilità di eseguire una ampia serie di misure sia di temperature interne alla gettata, sia di deformazione del paramento a valle sotto l'azione dei vari carichi. Queste ultime misure saranno eseguite a mezzo di un filo tenuto a tensione costante e fissato ad un estremo su un perno girevole piazzato su un pilastro situato nel centro di curvatura · i archi ed avente l'altro estremo a contatto con ganci murati nella diga.

Le fondazioni della diga stessa richiesero uno scavo di 305.000 m³ di materiale. Esse furono consolidate a monte con fori della profondità di 15 m, alla distanza di 45 cm l'uno dall'altro ed iniettati con cemento in pressione fino a rifiuto. Anche la roccia sottostante alla fondazione venne consolidata con iniezioni di cemento.

A valle della Diga, il piede del paramento è protetto con una soletta di calcestruzzo dello spessore di oltre 45 cm. che impedisce lo scalzamento da parte dell'acqua tracimante. Quest'ultima poi non colpisce direttamente il fondo valle, ma stramazza entro un serbatoio di acqua che fa da cuscinetto. Tale serbatoio, della profondità oscillante fra i 10 e i 19 m è ottenuto a mezzo di una dighetta a gravità situata a circa m 120 a valle della diga principale e formante in pianta una spezzata a tre lati. Essa è munita di 3 tubazioni di scarico di 72 cm. di diametro.

Il volume complessivo della muratura, compreso quella della dighetta a valle, ammonta a m³ 305.000.

In vicinanza della imposta destra della diga principale è ricavata la presa per la derivazione dell'Impianto. Questa è protetta da tre robuste griglie cui fanno seguito 3 paratoie di m. 4,50 × 7,20, due delle quali sono a strisciamento ed una a rulli. Quest'ultima è la sola che si possa aprire sotto carico ed è automaticamente bloccata durante l'apertura a cm. 60 dalla soglia onde permettere un lento riempimento della galleria in pressione retrostante. Tale galleria è a sezione circolare con m 8.00 di diametro per i primi 66 m e a sezione rettangolare di m. 7,80 × 7,20 con raccordo circolare in calotta per la rimanenza ed è completamente protetta con un rivestimento di 30 cm di spessore. Essa termina a valle in tre tubazioni a spirale aventi all'inizio un diametro di m. 4,80 ed alimentanti le turbine Francis della potenza di 56.000 HP cadauna ed agenti sotto un carico di m 63,90.

Al disopra della vasca di carico è ricavato il pozzo piezometrico che è formato da una galleria a sezione circolare con diametro di m. 5,4 il cui asse ha una pendenza di 51 gradi. In sommità questa galleria immette in una camera differenziale

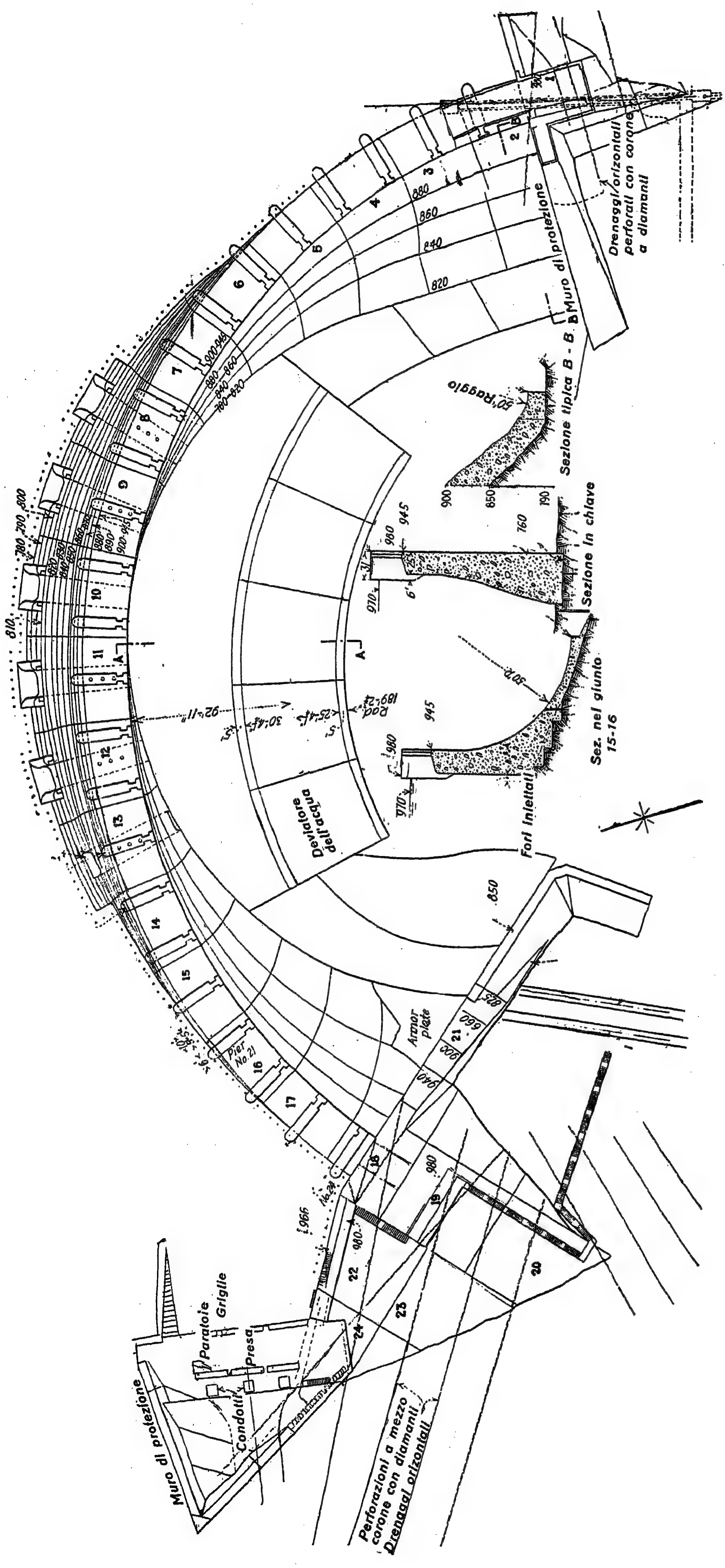


Fig. 2 - Planimetria e Sezioni della Diga.

lunga circa 37 m e della sezione di m 9 × 12 ÷ 15. Quest'ultima è munita di uno stramazzo che permette di smorzare le oscillazioni del pelo d'acqua, captando la vena tracimante al di sopra del citato stramazzo e restituendola poi lentamente attraverso opportuni scarichi.

Le fondazioni dell'Edificio della Centrale richiesero uno scavo di circa 24.000 m³. In essa, come già si disse, sono istallate tre unità a 56.000 HP, servite da una gru da 100 t. Le turbine sono precedute da valvole a farfalla a comando automatico e che sono a loro volta servite da una gru di 32 t.

Posteriormente alla Centrale e a ridosso di questa è ricavata infine la cabina di trasformazione del tipo all'aperto.

G. R. M.

PROGETTO E COSTRUZIONE DELLA DIGA AD ARCHI MULTIPLI DI BIG DALTON (b

Engineering News Record, 26 dicembre 1929. – E. C. Eaton.

A circa 30 miglia ad est di Los Angeles è stata recentemente costruita una diga ad archi multipli dell'altezza di circa 54 m. che serve a formare a monte un invaso della capacità di 1.600.000 mc. Essa era stata originariamente progettata un centinaio di metri più a valle della posizione definitiva; ma la infida natura del terreno fece decidere di abbandonare gli scavi iniziati in tale località.

La diga in questione consta di sei archi in cemento armato (26,5 kg. di ferro per mc.) di cui il più alto ha la sommità a m. 43 dal letto del fiume e a m. 54 dal piano di fondazione. L'inclinazione del paramento a monte è di 10 su 9. Gli archi hanno uno spessore di 150 cm alla base e di 60 cm in testa e sono sollecitati a una compressione massima di circa 40 kg/cmq. e a una tensione nulla.

Essi appoggiano su speroni formati da due pareti affiancate, costruite pure in cemento armato (17,5 k . di ferro per mc.) ed aventi uno spessore di 122 cm. alla base e 60 cm. in sommità, con una intercapedine fra le due pareti di cm. 165 alla base e cm. 300 in sommità. Gli speroni sono distanziati a m. 18 da mezzaria a mezzaria. Inoltre le pareti fra di loro parallele costituenti uno stesso sperone, sono irrigidite con muri verticali di 45 cm. di spessore e di m. 9 di interasse ed il tutto è mascherato a valle da un paramento formato da una soletta di 30 cm. di spessore.

L'intero sperone appoggia su una fondazione massiccia che trasmette alla roccia sottostante una pressione di non più di kg. 1,05 per cmq. Inoltre questi speroni sono muniti di giunti di scorrimento ricavati normalmente alla direzione delle linee di carico e, misure accurate, permisero di stabilire che in loro assenza si sarebbero verificati degli sforzi supplementari di oltre 7 kg/cmq. nella muratura degli speroni stessi.

Le spalle della diga sono state costruite del tipo a gravità, con uno spessore di m. 1,50 in testa, avendo la natura poco buona del terreno come consigliato questo accorgimento.

I lavori ebbero inizio nel dicembre del 1927 ma in seguito alla rottura della diga di S. Francisco, furono poi sospesi per 5 settimane per permettere un accurato esame delle fondazioni.

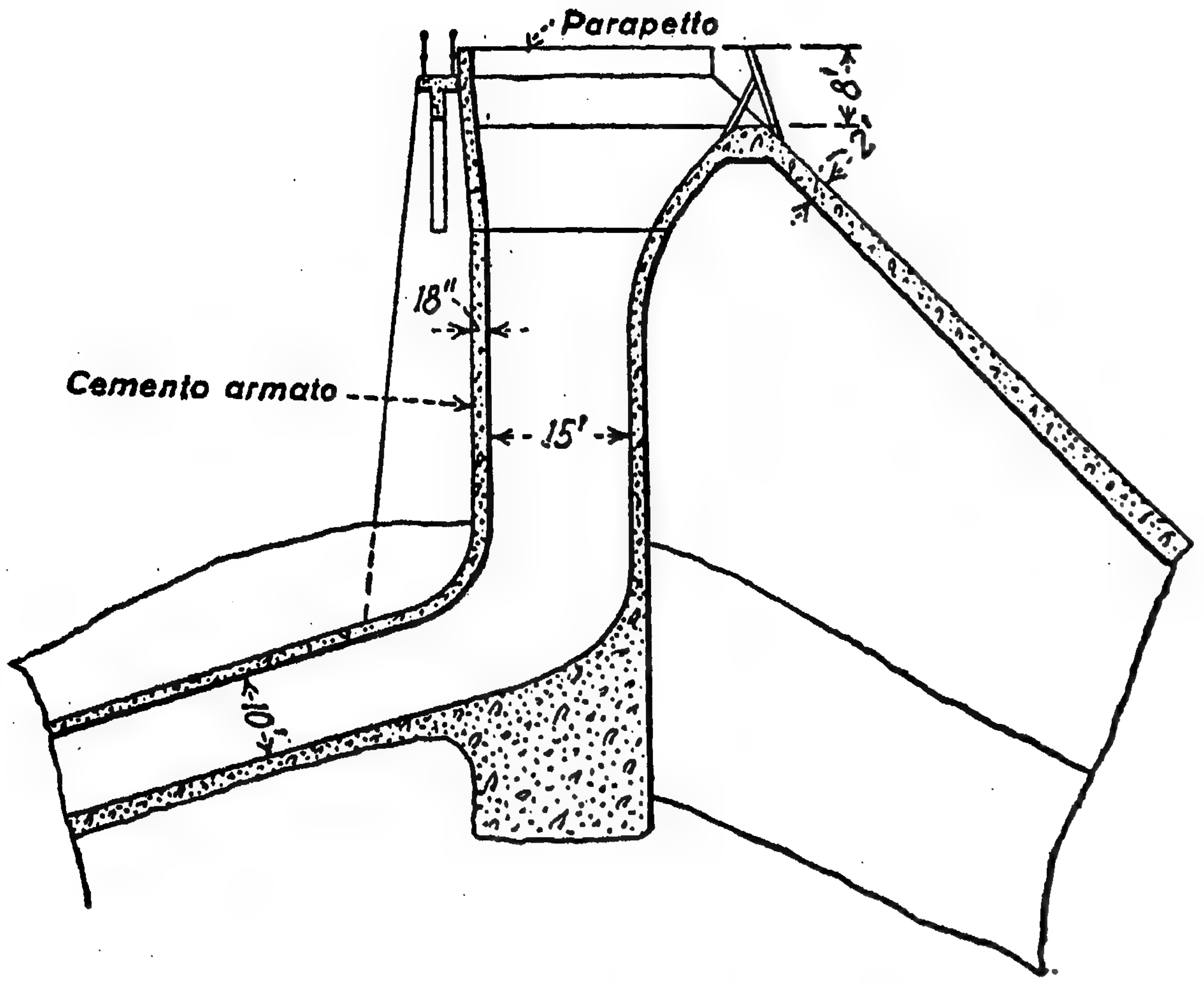


Fig. 1. - Sezione trasversale dello scarico di superficie.

L'impasto tipico delle gettate ha consistito in 5 sacchi di cemento per 0,4 mc. di sabbia bagnata, con 0,425 mc. di ghiaia media e 0,425 di ghiaia grossa (massima dimensione di questa cm. 7,5).

La natura della gola permise di fare la colata servendosi di una unica torre a traliccio di ferro alta 72 m. Le armature degli intradossi degli archi furono eseguite parzialmente in acciaio.

In sommità ad uno degli archi fu ricavato lo scarico di superficie munito di griglia (Fig. 1). L'acqua stramazzante viene guidata entro un condotto di cemento armato del diametro iniziale di 4,50 m. e avente un primo tratto lungo circa 12 m. verticale. Questo condotto termina poi a valle con una sezione circolare di m. 3,5 di diametro ed è calcolato per una portata di 150 mc/sec.

Gli scarichi di fondo e mezzo fondo consistono in tre tubi metallici di m. 1,50 di diametro situati entro gli speroni ed aventi le origini a differenti altezze.

Le prese di questi tubi sono chiuse a monte da valvole a farfalla e la tubazione dello scarico più profondo è munita nella sua parte a valle anche di una valvola del tipo a spina. Esiste infine una ultima tubazione di m. 0,90 di diametro che serve per mettere a secco lo scarico più profondo.

G. R. M.

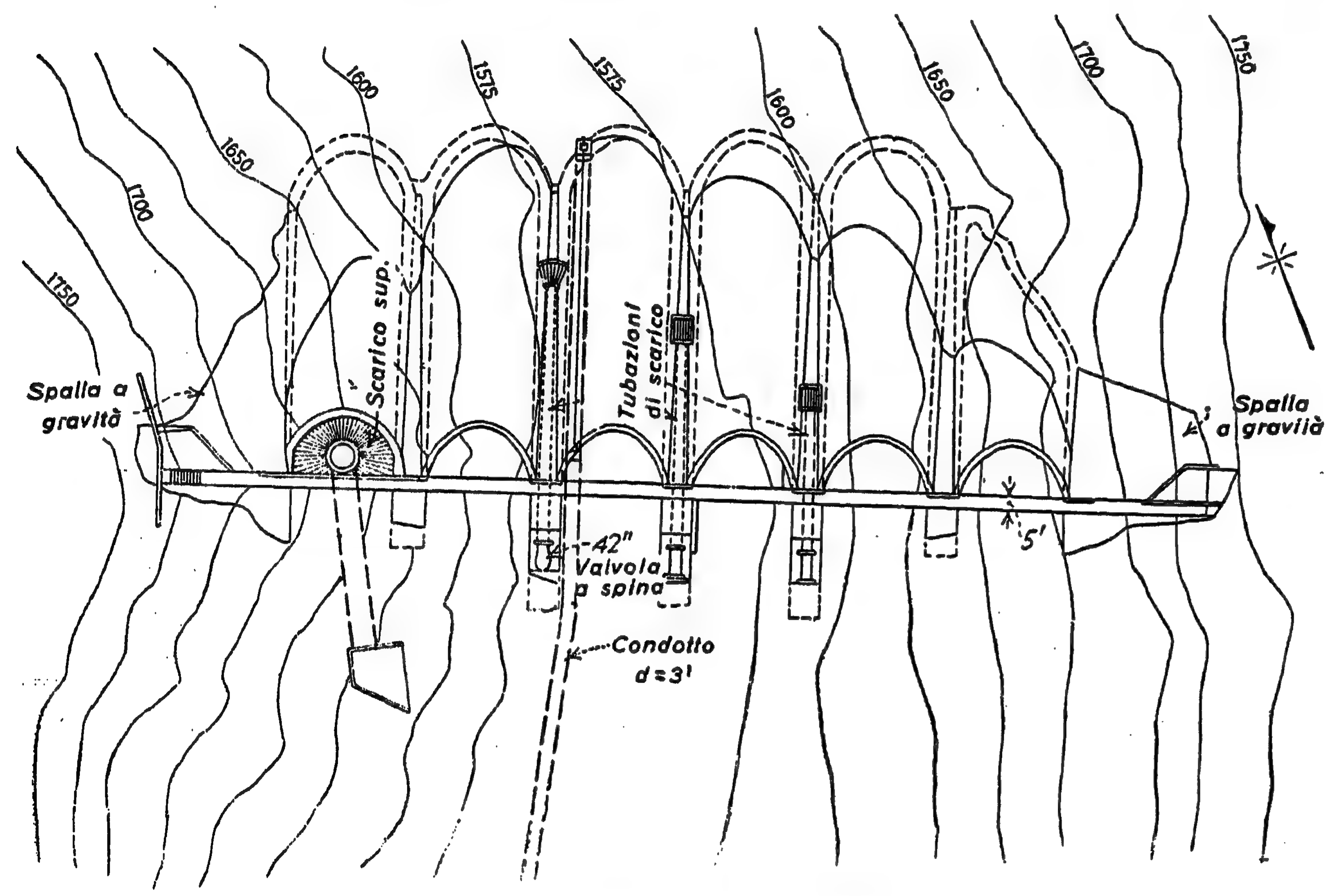


Fig. 2. - Pianta della Diga.

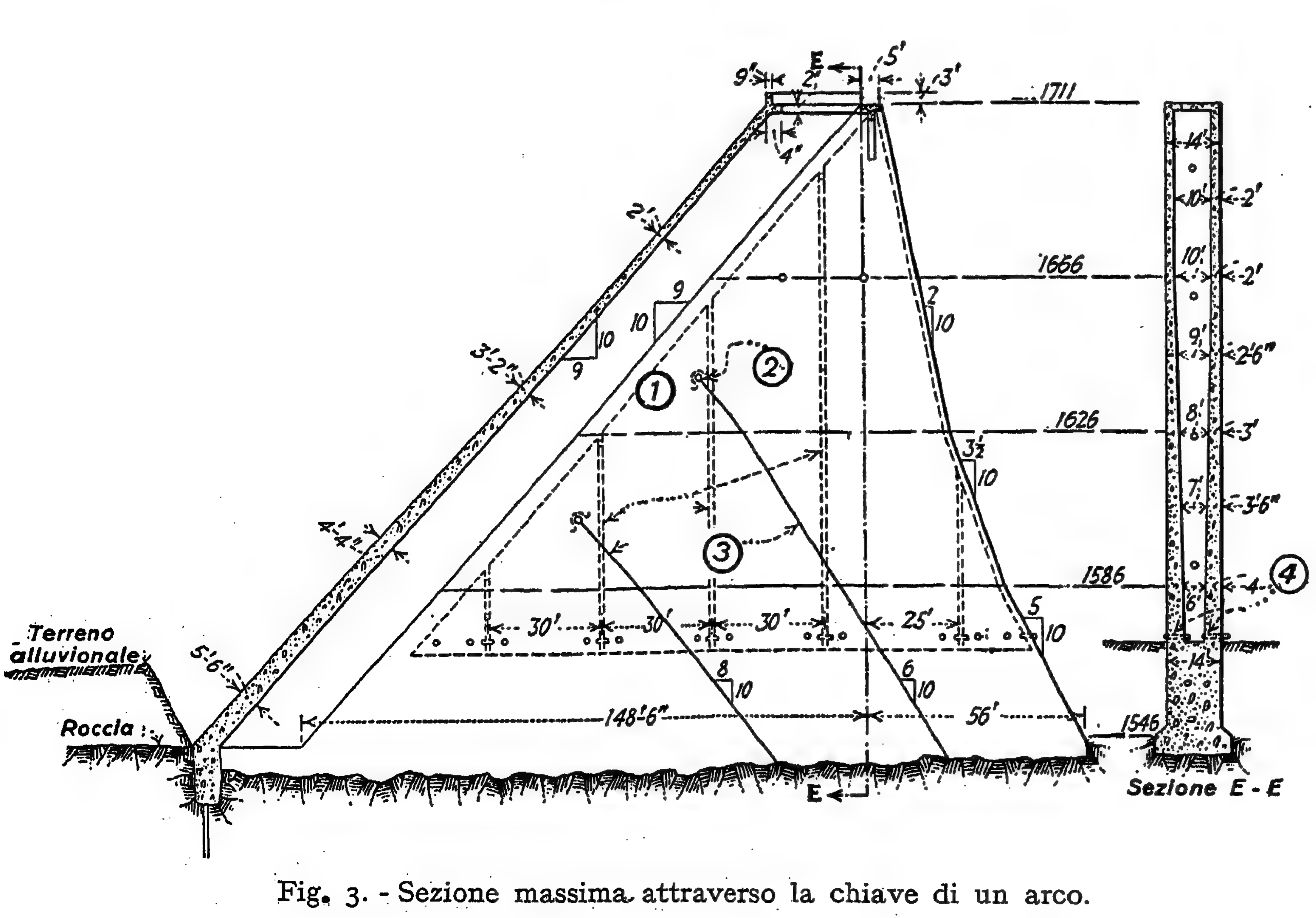


Fig. 3. - Sezione massima attraverso la chiave di un arco.

EFFLUSSO VARIABILE DAL DISTRIBUTORE DI UNA RUOTA PELTON

Engineering, 29 novembre 1929 - R. H. Evans.

All' Università di Leeds sono stati fatti esperimenti per determinare l'effetto dell'instabilità dell'efflusso dall'ugello di una turbina Pelton.

Si è adoperata una Pelton da 7 HP del diametro di 14½" (0,37 m.), munita di un regolatore a mano e di dispositivi per la misurazione della pressione; una valvola a saracinesca era disposta immediatamente prima dell'ugello. Una pompa centrifuga a velocità variabile forniva l'acqua attraverso a un tubo da 4" (10 cm.) e un misuratore Venturi segnava la quantità d'acqua fornita alla ruota.

Poichè il rendimento di una Pelton dipende dal rapporto che sussiste fra la velocità periferica della ruota mobile e la velocità d'efflusso, furono fatti esperimenti preliminari per determinare per la ruota in esame, il valore normale di questo rapporto, che è risultato di 0,45; si è verificato che questo valore diminuiva quando in corrispondenza della valvola si produceva una perdita di carico.

Venne poi fatta una serie di esperimenti con cinque diverse altezze di carico utile, di valori compresi fra 70 e 150 piedi (21 e 46 m.); nei diagrammi riprodotti in fig. 1 e 2 sono raccolti i risultati per il caso particolare di un'altezza di carico mantenuta costante a 118 piedi (36 m.).

Il diagramma in fig. 1 riproduce il rendimento globale della turbina in funzione della potenza idraulica in HP e precisamente la curva *A* dà il rendimento in condizioni normali, ossia senza perdita di carico alla valvola, e la curva *B* dà il rendimento quando la perdita di carico alla valvola è di 8 piedi

(2,45 m.); come si vede, il rendimento è ridotto in questo caso di circa il 30 %.

Il diagramma in fig. 2 dà invece il rendimento percentuale in funzione della perdita di carico alla valvola a saracinesca, perdita che si è fatta variare per gradi successivi. Anche in questo

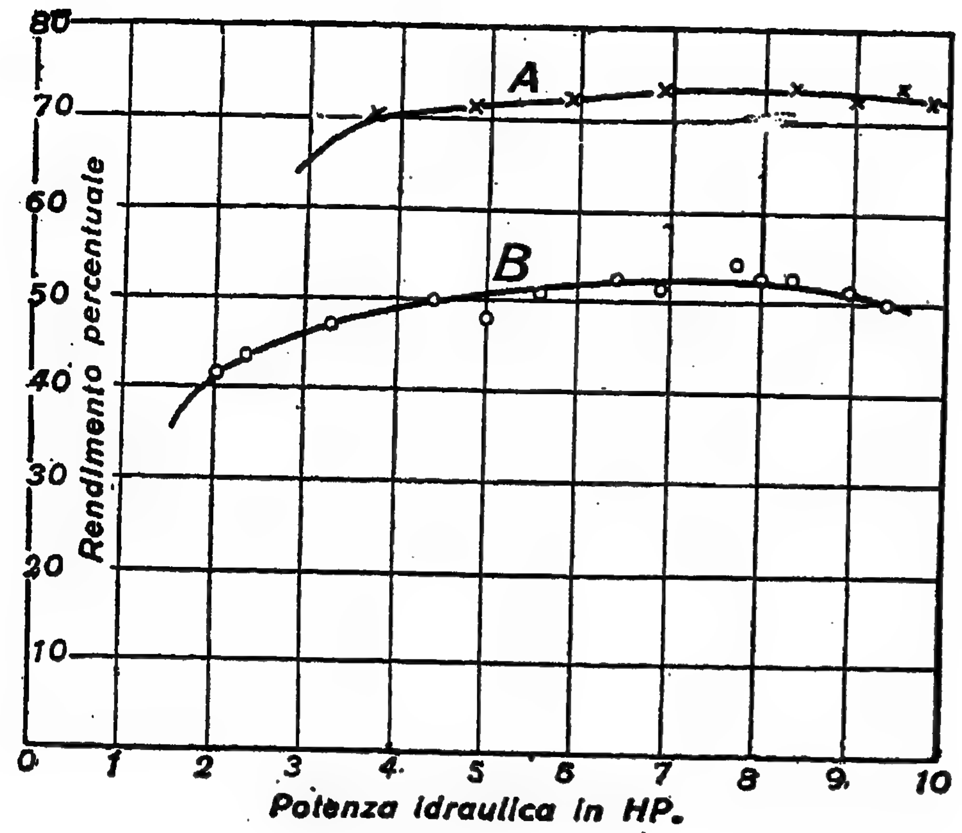


Fig. 1.

caso l'altezza di carico al distributore è stata mantenuta di 118' (36 m.) mentre il valore medio del rapporto fra la velocità della ruota e quella d'efflusso è stato ridotto a 0,43; la ruota funzionava con carico $^3/_4$ circa. Il rendimento diminuisce dapprima molto rapidamente con la perdita di carico, mentre poi aumenta alquanto; andamento analogo si ha anche con salti diversi.

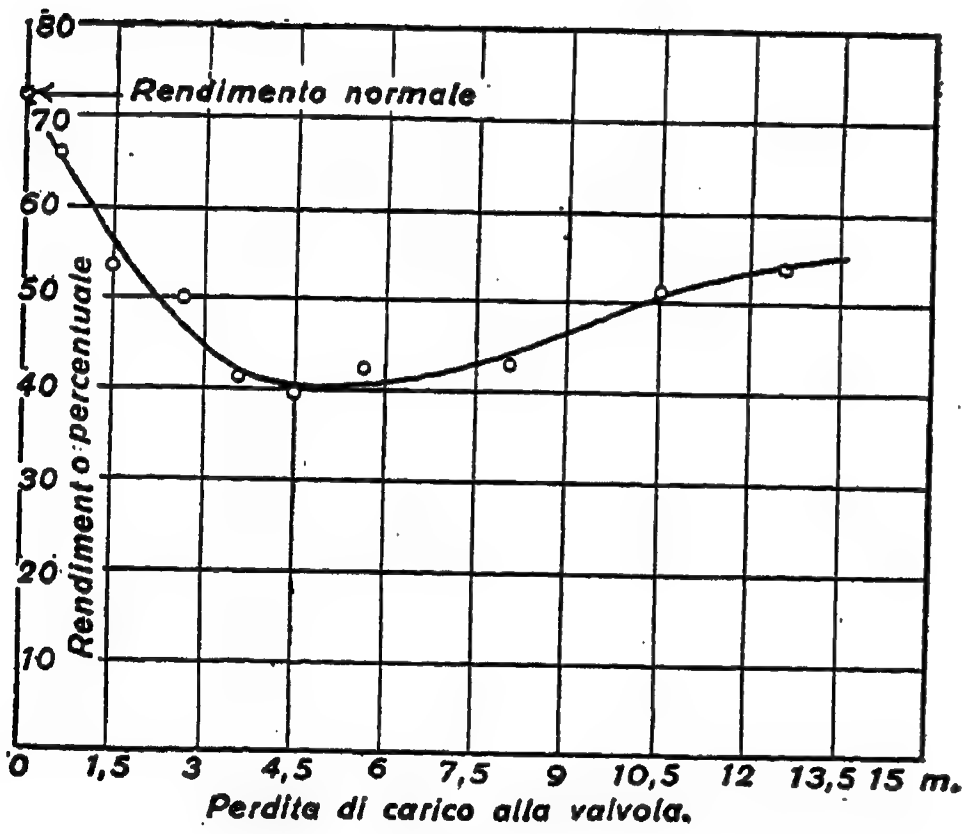


Fig. 2.

I risultati riportati sopra indicano l'opportunità di dispositivi, come per esempio una serie di guide parallele all'asse della spina otturatrice e poste prima di questa, tali da eliminare i moti turbolenti o vorticosi dell'acqua nell'immediata vicinanza della bocca d'efflusso.

m. a.

---

d) L'IMPIANTO IDROELETTRICO DELLO « STUBACH »

Wasserkraft und Wasserwirtschaft, n. 11, 1929. – ING. DOTT. H. ASCHEN.

Generalità. — Il gruppo di impianti dello Stubach, a lavori compiuti, costituirà la più importante delle cinque fonti di energia che alimentano la rete ferroviaria — elettrificata — dell'Austria. Questa rete, che si collega con quella bavarese a Salzburg, Kufstein e Scharnitz, con quella svizzera a Buchs e con quella italiana al Brennero, ha uno sviluppo complessivo di 743 Km. circa. Essa viene alimentata dai seguenti gruppi di impianti:

1°) gruppo occidentale: Spullersee-Rutzwerk (62 mil. di kWh annui);

2°) gruppo orientale: Mallnitz-Stubachwerk (232 mil. di kWh annui);

3°) impianto intermedio: Achenseewerk (40 mil. di kWh annui).

Questi impianti ricadono in regioni aventi caratteri idrologici diversi e tali da consentire una reciproca compensazione — parziale — delle rispettive disponibilità.

L'impianto dello Stubach comprende tre salti: il primo, di 520 m, fra la piana del Tauenmoos e l'Enzigerboden a monte della confluenza del torrente Tauermoos col Weissenbach; il secondo, di 480 m, fra l'Enzigerboden e lo Schneiderau; il terzo, di 180 m, tra lo Schneiderau e il torrente Salzach. Le portate utilizzabili sopra questi tre salti — parzialmente regolate dal serbatoio di testa del Tauernmoos, della capacità utile di circa 21.4 mil. di mc. — permetteranno, ad impianti ultimati, di raggiungere una potenza massima di 110000 HP con una produzione media annua di 150.000.000 di kWora.

Sino ad ora, è stato costruito soltanto l'impianto del 1° salto (Tauernmoosboden-Enzigerboden) e di questo appunto l'A. riporta un'ampia descrizione, dando particolare rilievo alle principali opere dell'impianto, e precisamente: alla *diga di ritenuta* (condizioni geomorfologiche della stretta di sbarramento — particolarità costruttive — requisiti, preparazione e messa in opera del calcestruzzo, ecc.); all'*opera di presa* e alla *condotta forzata*, la quale ha sede in una galleria inclinata, interamente scavata nella roccia.

Diga del Tauernmoos. — Nella fig. 1 è riportata la planimetria dell'impianto, il quale utilizza le acque del Tauernmoos e i contributi del bacino superiore del Weissenbach, erogati attraverso il piccolo lago Weiss.

Il bacino imbrifero sotteso dallo sbarramento del Tauernmoos ha una superficie di 23.4 km.^{2} ed è ricoperto da ghiacciai per un terzo circa della sua estensione. Il bacino di dominio del lago Weiss misura invece un'area di 4.8 km^2 soltanto, ed è interessato quasi per metà da ghiacciai e nevai permanenti.

La diga di sbarramento del Tauernmoos è del tipo a gravità (a profilo triangolare) in muratura di calcestruzzo plastico, con rivestimenti di pietrame sui due paramenti. Essa presenta le seguenti caratteristiche principali:

Lunghezza in cresta	m 190
Altezza massima sull'alveo primitivo	m 25
Volume della diga	mc 28.000
Capacità utile del serbatoio	mc 21.400.000
Quota massima di invaso	m 2003 s. m.
» minima » »	m 1984 » »
Inclinazione paramento a monte....	1 : 0.05
» » a valle	1 : 0.70
Massima sollecitazione unitaria (principale)	7,3kg/cm^2
Rapporto tra il volume della diga e quello utile di invaso...........	1 : 765 (1)

La diga appoggia interamente sopra una compatta formazione di gneis granitici ed è stata calcolata assumendo, per le sottopressioni, $m = \frac{1}{2}$.

Il corpo della diga, in calcestruzzo plastico dosato a 190 kg di cemento Portland per mc., poggia sopra uno strato di calcestruzzo dosato a 280 kg. di cemento per mc. avente lo spessore di un metro circa ed esteso a tutto il piano di fondazione. Anche verso il paramento a monte la diga è protetta da uno strato di calcestruzzo molto compatto e praticamente impermeabile, dosato pure a 280 kg. di cemento per mc di impasto.

La roccia di fondazione, liberata da tutto il materiale sciolto preesistente e dallo strato superficiale più alterato, venne consolidata e impermeabilizzata mediante apposite iniezioni di cemento sotto pressione (praticate in seguito a prove preliminari di tenuta) e successivamente corrugata e rivestita mediante uno strato di 2÷3 cm di cement-gun.

Nell'interno della diga è praticato un solo cunicolo longitudinale di ispezione avente una sezione di 2,0 × 1,1 m.

I giunti di dilatazione, costruiti secondo lo schema della fig. 2, sono stati disposti a 20 m l'uno dall'altro: i pozzi in prossimità del paramento a monte sono stati richiusi, mediante colata di malta di cemento, a ritiro completo del calcestruzzo.

Lo scarico di fondo, che attraversa la diga in corrispondenza dell'asse del corso d'acqua sbarrato, è costituito da una galleria completamente rivestita con tubi di ferro, del diametro di 2 m; essa parte da un pozzetto chiuso, su un lato, mediante travi allogate in appositi gargami ed avente la soglia a quota 1984,50 (ovvero sia 5 m al disopra dell'alveo primitivo); l'imbocco è protetto da una griglia grossa; a valle della diga il

(1) Questo rapporto è particolarmente vantaggioso ed è certamente il migliore sinora realizzato con i serbatoi dell'Europa centrale (con dighe a gravità). Del resto è interessante il confronto con i seguenti valori: Schwarzwald 1:52; Vermunt (in costr.) 1:60; Spullersee 1:150; Barberine 1:187; Grimsel 1:250; Broc 1:450; Waggital 1:594.

tubo di scarico si restringe sino ad un m di diametro ed è provvisto di una saracinesca, di una valvola a farfalla e di un coperchio terminale di chiusura. Lo scaricatore di superficie, col ciglio sfiorante a quota 2003, è indipendente dalla diga ed è stato ricavato in un avvallamento naturale, mediante una traversa tracimante della lunghezza di 33 m, che può smaltire sino a 43 mc per secondo.

ammortizzati soltanto nel caso di costruzioni di gran mole, per le quali necessiti porre in opera, nel minor tempo possibile, rilevanti quantità di calcestruzzo. Tale non era certamente il caso della diga in questione. La scelta del calcestruzzo plastico è stata d'altronde favorita anche dall'esperienza soddisfacente già fatta dagli stessi costruttori con le dighe dello Spullersee.

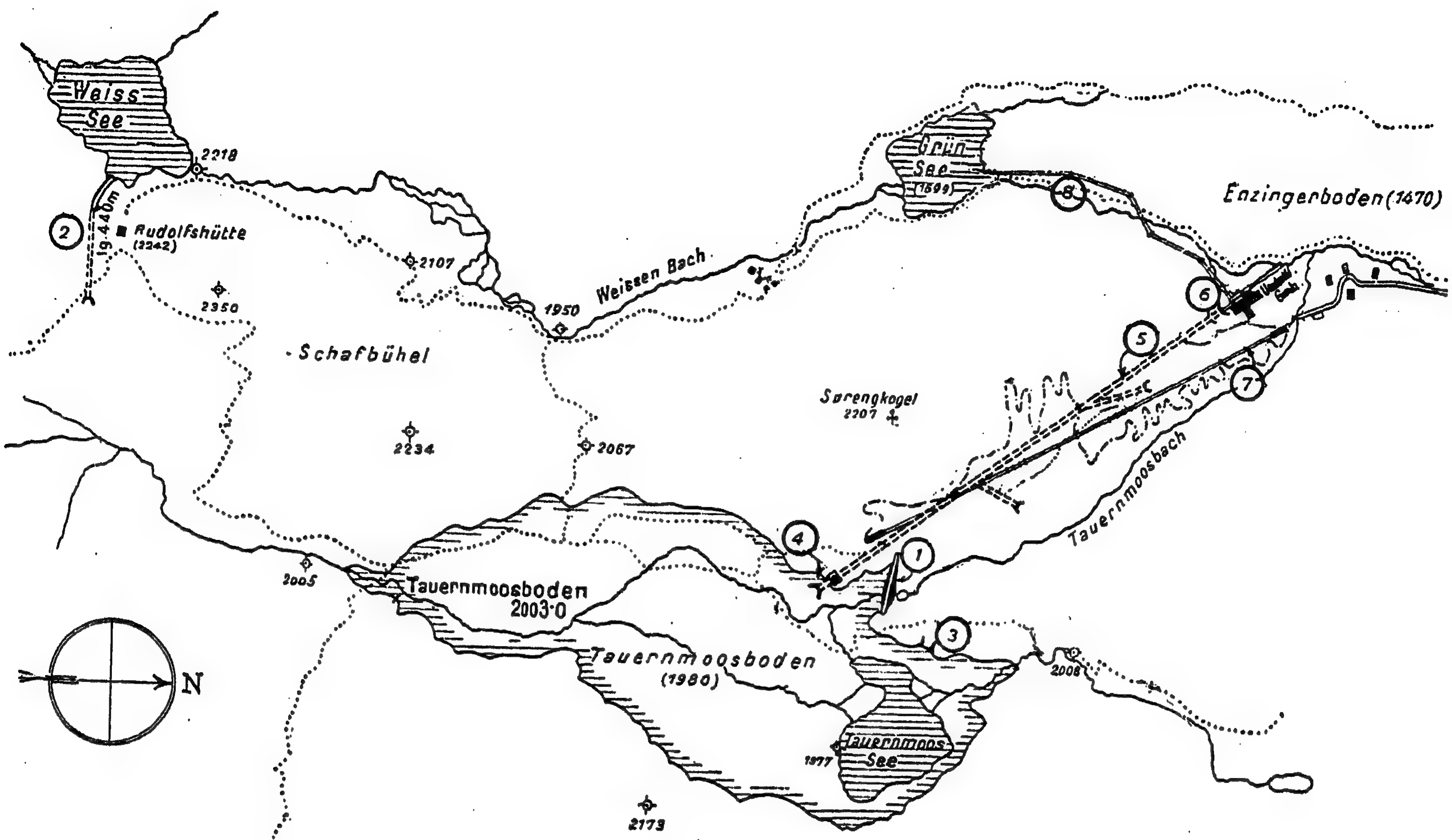


Fig. 1. - Planimetria generale dell'impianto (1° salto) dello Stubach.

1. Diga di sbarramento del Tauernmoos.
2. Derivazione dal lago Weiss.
3. Scaricatore di piena del serbatoio.
4. Opera di presa.
5. Galleria della condotta forzata.
6. Centrale.
7. Teleferica per il trasporto dei materiali.
8. Derivazione ausiliaria dal lago Verde (Grunsee.).

La diga del Tauernmoos, come già si è detto, è stata costruita con calcestruzzo plastico. Le principali ragioni che hanno fatto preferire questo, al calcestruzzo colato, sono le seguenti:

A parità di quantità di cemento e di composizione granulometrica dei materiali aggregati, il calcestruzzo plastico rispetto a quello colato riesce più compatto e impermeabile e quindi

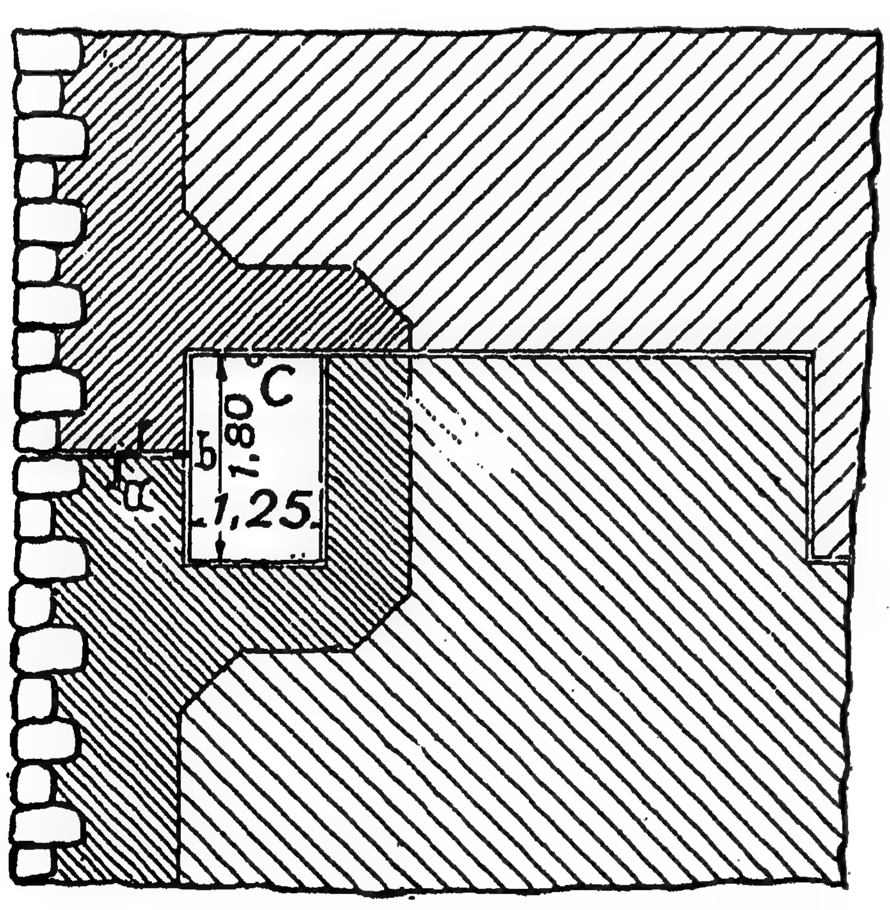


Fig. 2. - Giunto di dilatazione.

a) lamina di rame (1,5 ÷ 2,0 mm. di spessore).
b) corda di canape catramata.
c) tubi per le iniezioni.

più resistente all'azione del gelo e dello sgelo. Questo requisito assume un'importanza grandissima quando si tratta specialmente di opere, come la diga in oggetto, che debbono sorgere ad altitudini elevate, in regioni esposte in misura rilevante all'azione del gelo.

Inoltre, la preparazione del calcestruzzo colato richiede potenti ed onerosi impianti che possono venire vantaggiosamente

I materiali aggregati vennero ricavati da un vasto deposito detritico (di morena) esistente a monte del serbatoio. Il materiale prelevato era costituito da un miscuglio di sabbia fine, ghiaietto e ghiaia in proporzioni già naturalmente favorevoli alle condizioni di miglior rendimento.

La composizione granulometrica ed i rapporti di miscela più convenienti, vennero stabiliti in base a varie prove, facendo riferimento, per questi ultimi, alle variazioni del peso specifico e del volume dei vuoti (per unità di volume) di un miscuglio di sabbia e ghiaia, in funzione del rapporto ponderale di miscela.

Nella fig. 3 sono riportati i risultati di queste ricerche. Il rapporto di miscela (fra sabbia e ghiaia) che permetteva di realizzare le condizioni di massima compattezza e impermeabilità del calcestruzzo era quello corrispondente al valore massimo del

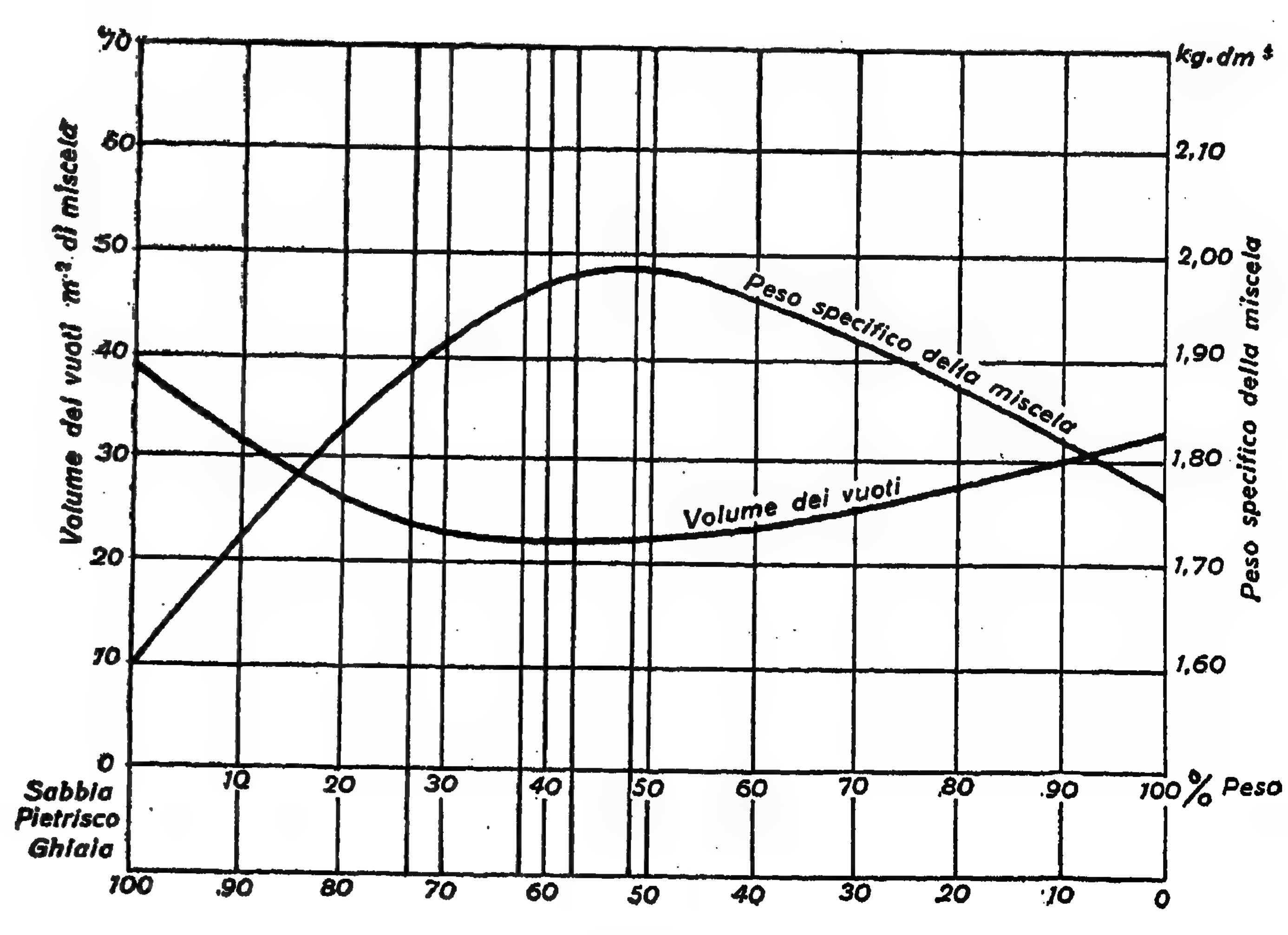


Fig. 3.

peso specifico e al valore minimo del volume dei vuoti. Nella confezione dei calcestruzzi per la diga in oggetto si adottarono i seguenti rapporti:

1°) per il calcestruzzo di fondazione e del manto impermeabilizzante:
cemento: 280 kg per mc di calcestruzzo;
sabbia (0÷8 mm): ghiaietto (8÷25 mm): ghiaia (25÷76 mm) = 36 : 24.3 : 39.7 (in % del volume totale del miscuglio).
acqua: 7% del peso della miscela asciutta;

2°) per il calcestruzzo del nucleo centrale della diga:
cemento: 190 kg per mc di calcestruzzo;
rapporti di miscela dei materiali aggregati, come sopra;
acqua: 6,7% del peso della miscela asciutta.

La resistenza media a compressione, dei calcestruzzi così attenuti risultò, a 28 giorni di maturazione, di 161 kg/cm² per il calcestruzzo dosato a 280 kg di cemento e di 104 kg/cm² per quello dosato a 190.

Data la grande abbondanza del legname disponibile, a basso prezzo, nelle vicinanze dei cantieri, venne data assoluta preferenza a questo materiale per tutte le costruzioni ausiliarie.

Opera di presa. — I particolari dell'opera di presa dal serbatoio del Tauernmoos sono chiaramente visibili nella fig. 5. La biforcazione della condotta in corrispondenza del pozzo di manovra trova la sua principale ragion d'essere nel fatto che,

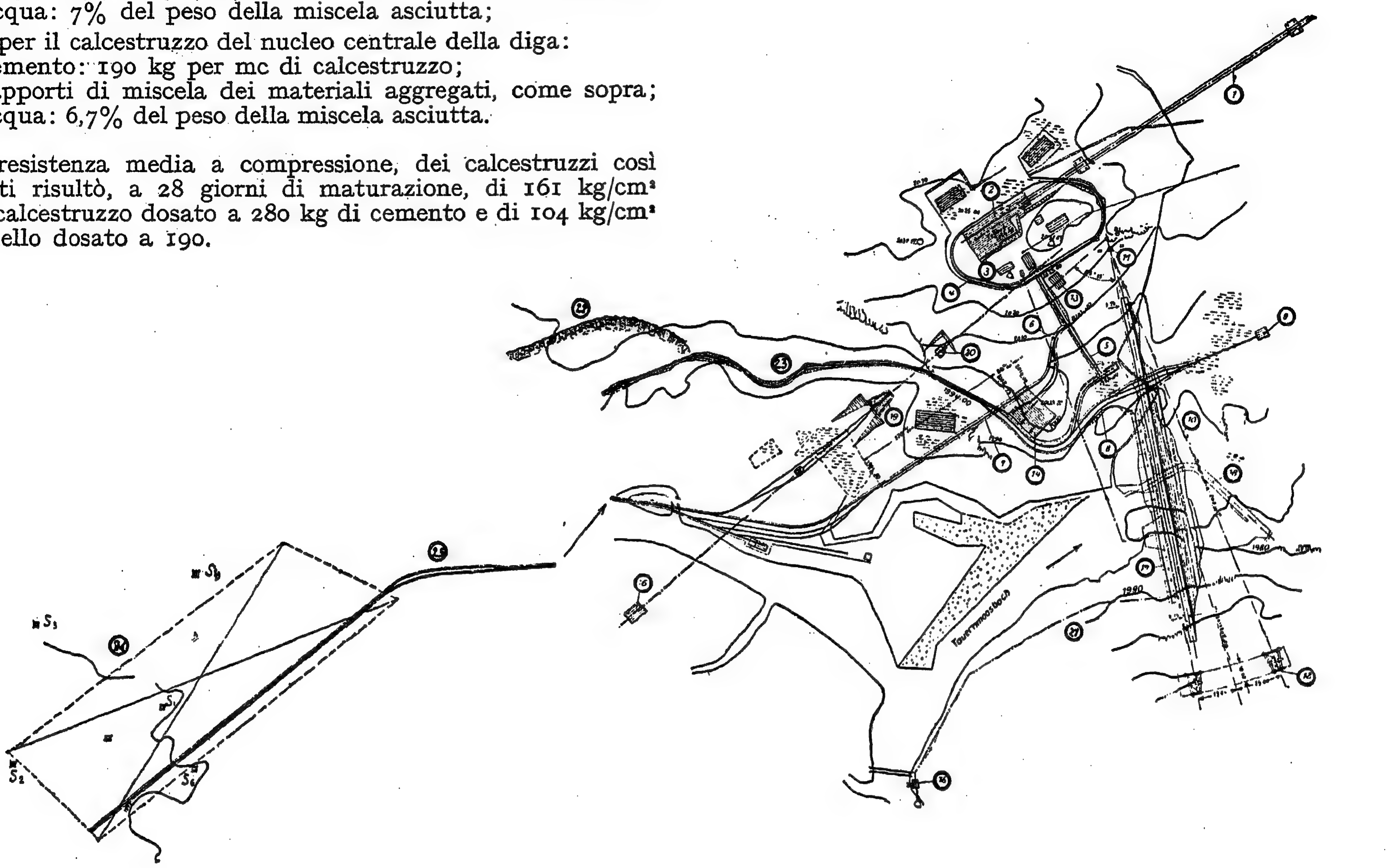


Fig. 4. - Disposizione generale dei cantieri per la costruzione della diga del Tauernmoos.

1. Teleferica (v = 2,25 m/sec).
2, 3. Stazione di scarico magazzini e silos.
4. Binario di distribuzione.
5. Piano inclinato principale (portata di 5 t.).
6. Binario di collegamento con il montacarico per la sabbia e la ghiaia (in arrivo dalle cave).
7. Montacarico per la sabbia e la ghiaia in arrivo (portata: 10 t.).
8. Funicolare per il trasporto del calcestruzzo al piano di caricamento del Blondin.
9. Argano per la funicolare 8.
10, 11, 12. Blondin per il trasporto in opera del calcestruzzo.
13. Cabina di manovra del Blondin.
14. Impianto di produzione del calcestruzzo.
15. Impianto di sollevamento e distribuzione dell'acqua.
16. Argano adibito ai lavori di scavo della galleria (inclinata) di derivazione.
17. Impalcatura di servizio.
18. Canale di deviazione.
19. Griglie dell'opera di presa.
20. Pozzo di manovra dell'opera di presa.
21. Condotta dell'acqua.
22. Cava di pietrame.
23. Decauville per il trasporto del pietrame.
24. Cava per la sabbia e la ghiaia.
25. Binario per il trasporto (al montacarico 7), del materiale detritico di cava.

Durante la costruzione della diga i calcestruzzi impiegati vennero sottoposti a numerose prove, oltre che di resistenza meccanica, anche di impermeabilità e di resistenza all'azione del gelo.

Sarebbe stato certamente interessante conoscere i risultati quantitativi di queste prove e, sopratutto, delle due ultime. Ma l'A. accenna soltanto al risultato, del resto ormai noto, della diminuzione naturale della permeabilità del calcestruzzo col progredire della maturazione di questo.

Cantieri. — Per quanto concerne la disposizione generale dei cantieri rimandiamo alla planimetria della fig. 4.

L'impianto di confezione del calcestruzzo era stato previsto per una produzione normale di 20 mc all'ora.

Le produzioni effettivamente raggiunte furono le seguenti:

media:	18 mc di calcestruzzo all'ora
massima:	469 » » » al giorno (in 2 turni di 10 ore)

Il calcestruzzo venne trasportato in opera mediante un Blondin avente le seguenti caratteristiche:

distanza fra i piloni	245 m
capacità di una benna	4,7 t
n.° dei viaggi possibili	20 all'ora
potenza assorbita	127 HP.

avendo dovuto trasportare le valvole di chiusura lungo la galleria della condotta forzata, non sarebbe stata possibile (o almeno sarebbe stata assai disagevole) la posa in opera di organi commisurati al diametro della condotta unica.

Condotta forzata. — La condotta forzata parte direttamente dal pozzo di manovra dell'opera di presa (quota 1971) ed è sistemata in una galleria interamente scavata nella roccia, avente le seguenti caratteristiche:

Sezione media: mq. 6,60

Lunghezza e pendenza	1° tronco (dall'alto verso il basso)	m 465 (15,21%)
	2° » » » » »	m 549 (31,22%)
	3° » » » » »	m 614 (47,96%)
	4° » » » » »	m 118 (orizzontale)

lunghezza totale = 1746 m.

L'escavazione di questa galleria venne eseguita partendo da tre finestre d'attacco (corrispondenti ai 3 vertici del profilo) e procedendo dal basso verso l'alto con un avanzamento medio giornaliero di 2,76 m (avanzamento massimo raggiunto: m 4,80 al giorno). Il consumo medio di esplosivo fu di 25,6 kg. per ml di galleria. Questa è rivestita soltanto per il 13% circa della sua lunghezza (148 m di rivestimento gunite e 79 m di rivestimento ordinario in calcestruzzo).

La condotta forzata ha diametro decrescente di (100 in 100 mm, mediante interposizione di 6 brevi tronchi conici) da 1800 a 1200 mm. Essa è stata prevista per una portata massima di 8 m³/sec per modo che la massima velocità dell'acqua, nell'ultimo tratto di condotta, arriva a 7,1 m/sec.

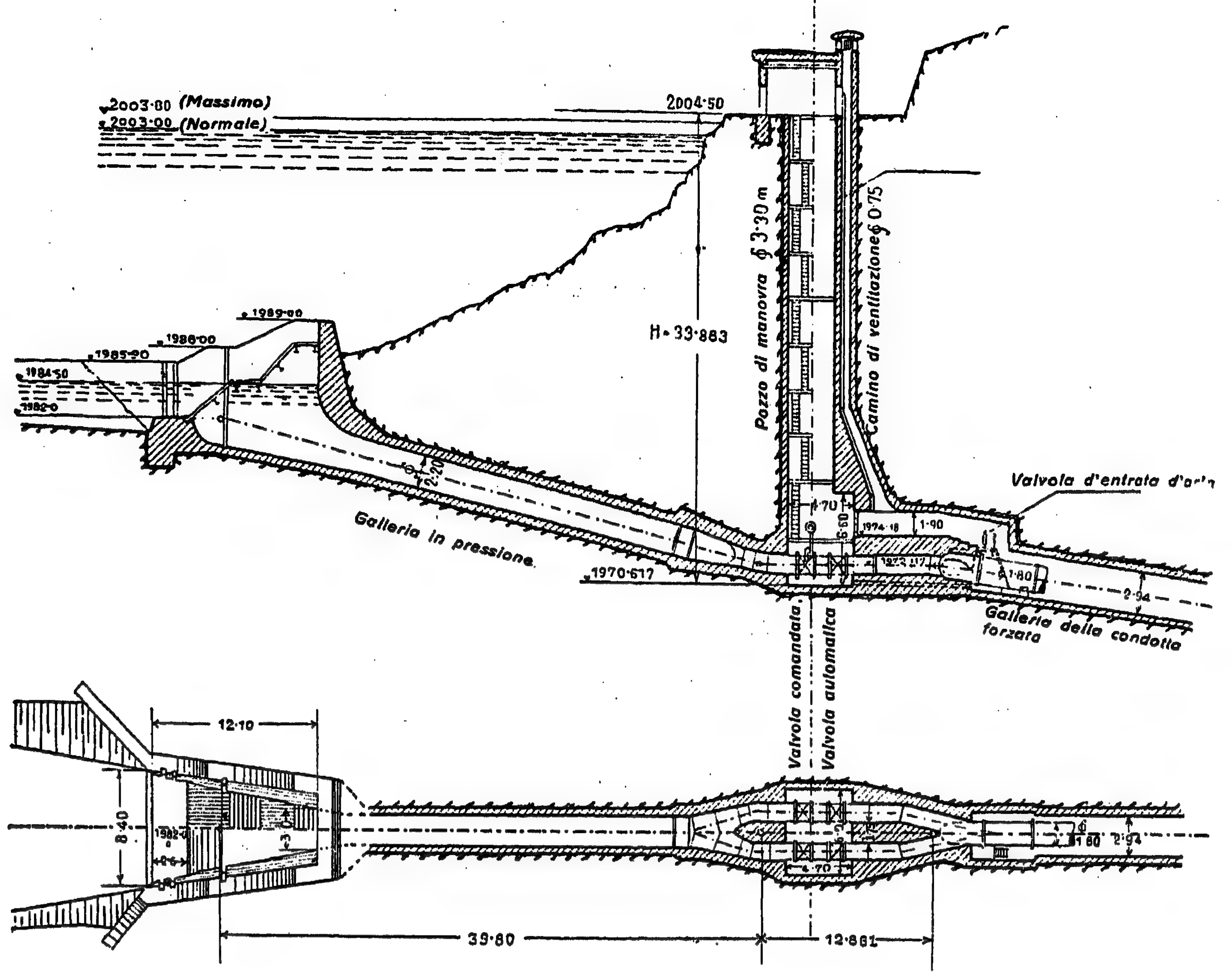


Fig. 5. - Opera di presa del serbatoio del Tauernmoos.

Lo spessore dei tubi varia da 9 a 46 mm. Nel 1° tratto superiore la tubazione è di lamiera chiodata e consta di elementi di 2400 mm di lunghezza preventivamente raggruppati a tre a tre. Gli altri tronchi sono invece costituiti da tubi saldati (a gas d'acqua) della lunghezza di 6500 ÷ 8000 mm. A valle di ogni ancoraggio, come pure fra le due valvole della camera di manovra, la tubazione è munita di giunti di dilatazione. La condotta intera pesa circa 2100 t. Di fianco alla condotta forzata è stata praticata, nella galleria, una scaletta larga 60 cm, la quale permette di ispezionare la condotta stessa e di accedere, con qualunque tempo, al serbatoio.

Prima di iniziare i lavori, venne istituito dai progettisti un esauriente confronto fra la soluzione sopra descritta ed altre possibili soluzioni, già attuate in varî impianti simili a quello in oggetto, onde stabilire, in base a sicuri criteri tecnici ed economici, quale fosse la soluzione migliore per la derivazione diretta sotto pressione dal serbatoio del Tauernmoos.

Tenendo conto delle condizioni peculiari di questo impianto e, in particolare, della rilevante distanza orizzontale che separa la centrale dall'opera di presa, e considerando inoltre le gravi difficoltà che si connettono alla costruzione di un galleria forzata a forte pendenza, con rivestimento elastico — difficoltà pratiche che hanno già dato luogo, in vari casi, a gravi inconvenienti e, qualche volta a dei veri insuccessi — furono successivamente scartate le due soluzioni che, a prima vista, potevano sembrare anche più convenienti: quella cioè di una derivazione con galleria orizzontale di presa, pozzo piezometrico e condotta forzata — in pozzo verticale — e l'altra, di una derivazione con galleria forzata poco inclinata, pozzo piezometrico e galleria forzata fortemente inclinata, con rivestimento di tubi metallici. Si pensò anche ad una derivazione diretta dal serbatoio con una galleria inclinata del 30% circa e rivestita di tubi di ferro; ma i gravi problemi tecnici e costruttivi che si connettevano a tale soluzione (sopratutto per la pendenza relativamente piccola della galleria) determinarono i progettisti ad adottare la soluzione sopra descritta, la quale, pur riuscendo forse più costosa di quella, offriva garanzie e vantaggi ben maggiori, sia dal lato tecnico-costruttivo che da quello dell'esercizio.

Centrale e canale di scarico. — La centrale idroelettrica è attualmente dotata di quattro gruppi da 8000 HP ciascuno; è previsto lo spazio per un quinto gruppo e, nel caso di ulteriore aggiunta d'un sesto gruppo, è previsto il prolungamento dell'edificio dal lato verso monte. Ogni gruppo consta di una ruota Pelton e di un alternatore trifase, ad asse orizzontale, direttamente accoppiati. Oltre ai predetti gruppi, adibiti al servizio ferroviario, sono installati, nella stessa sala macchine, anche due turbine accoppiate ciascuna ad un alternatore trifase e ad una dinamo; una di queste turbine viene alimentata direttamente dalla condotta del Tauernmoos; l'altra è invece alimentata da una condotta forzata che scende da un piccolo lago glaciale (il Grünsee) compreso nel bacino del Weissenbach. Questa ultima condotta alimentava, durante i lavori, la centrale ausiliaria che forniva l'energia ai cantieri.

Annesso alla centrale è l'impianto di trasformazione, costruito in parte all'aperto, il quale comprende, oltre agli interruttori e all'apparecchiatura di misura e di regolazione, cinque trasformatori da 6300/52.000 V.

Ogni turbina scarica l'acqua utilizzata in un breve canale rivestito di pietrame e munito all'estremità a valle di uno stramazzo misuratore. Il canale di scarico collettore, che immette nel Weissenbach, ha una lunghezza di ∿ 100 m ed è pure munito di uno stramazzo e di un misuratore di portata.

Opere ausiliarie. — Per la costruzione dell'impianto sopra descritto si rese necessaria anzitutto la costruzione di nuove strade e mulattiere. Per il trasporto dei materiali, dalla stazione di Uttendorf (la più prossima alla centrale) ad Enzigerboden, venne costruita una strada carrozzabile con carreggiata di 3,50 m e della lunghezza di 10 km, la quale permise di compiere, tra il 1926 e il 1928, il trasporto (da valle a monte) di 50.000 t, con una prestazione giornaliera massima di 161 t e una media mensile (durante l'estate) di 1780 t.

Da Enzigerboden alla diga, sopra un dislivello di 500 m circa, fu dapprima costruita una mulattiera della lunghezza di 5 km la quale consentiva il trasporto di carichi isolati sino a 1,6 t.

In seguito venne costruita, sullo stesso tragitto, una teleferica della lunghezza di 1800 m, capace di trasportare carichi isolati di 2 t con una prestazione oraria di 8 t. La stessa teleferica, mediante apposita diramazione, serviva anche una delle finestre d'attacco della galleria di posa della condotta forzata.

L'energia elettrica occorrente per i cantieri, come si è già accennato, veniva prodotta da un piccolo impianto provvisorio che utilizzava le acque del Grünsee sotto un salto di 230 m circa dando una potenza massima di 750 kW circa. Le macchine di questo impianto vennero più tardi trasportate nella centrale definitiva.

La potenza nominale complessiva delle macchine da costruzione allacciate all'impianto in parola raggiunse i 1250 HP. Oltre a queste ve n'erano alcune, per 135 HP, azionate da motori a scoppio ed altre, per 45 HP, mosse da motori a vapore.

Il numero massimo degli operai impiegati nei diversi cantieri fu di 800.

A. T.

VALORE DELLE FORMULE RELATIVE ALL'INFISSIONE DI PALAFITTE DI CEMENTO ARMATO

Le Génie Civil, 28 dicembre 1929. – Henry Lossier.

L'articolo mette in rilievo la difficoltà di stabilire a priori il carico massimo che si può affidare ad una palafitta. Infatti se si suppone che questo carico si trasmetta dal palo al terreno sottostante in modo da interessare un cono col vertice nella punta stessa della palafitta, immaginando di costipare il terreno con vari pali vicini, i suddetti coni finiscono coll'intersecarsi Si viene in tal modo a sollecitare il terreno sottostante ad un carico unitario che può essere assai più elevato di quello dovuto ad un solo palo. Però in questo ultimo caso bisogna tener conto dell'effetto di costipamento del sottosuolo, costipamento che coll'andare del tempo perde notevolmente di valore. Ad esempio, palafitte collocate in terreni argillosi della Tunisia, sono passate da un carico di infissione di 30 tonnellate a quello

di 10 nello spazio di soli tre mesi. Necessita quindi spesso assicurarsi della loro resistenza una quindicina di giorni dalla infissione per evitare degli apprezzamenti errati.

Un altro fenomeno interessante a questo proposito sta nel fatto che riprendendo il battimento di un palo dopo un certo periodo di riposo, si incontra una resistenza maggiore all'avanzamento e il fatto è certamente dovuto all'assestarsi del terreno lateralmente al palo stesso. Secondo l'A. sarebbe appunto questo limite superiore di resistenza che si dovrebbe considerare come quello effettivamente assegnabile ad una singola palafitta, salvo in quei casi di costruzioni soggette a forti e continue vibrazioni. Inoltre, sempre secondo l'A., le palafitte che si possero rotte durante la infissione bisognerebbe praticamente non considerarle agli effetti della collaborazione per il supporto di un peso, anche se il loro avanzamento avesse richiesto uno sforzo grandissimo.

Per ultimo, l'articolo mette in rilievo la discordanza esistente fra le formule di calcolo delle palafitte ed i dati dell'esperienza. Così, nel caso di pali di circa 30 m. di lunghezze e di m. 0,40 di lato impiantati in una regione tunisina in terreno formato da uno strato di marna argillosa di 21 m di spessore poggiante su un sottostante strato di 10 m. di argilla parzialmente sabbiosa, si è constatato che facendo avvenire l'infissione in un solo tempo e per una profondità di 18-27 m. si aveva un affondamento di 12 ÷ 15 mm per ogni colpo di battipalo del peso di 5 t e della caduta di m. 0,50. Se invece si sospendeva l'infissione a 26 m. per riprenderla in seguito, l'avanzamento si induceva ad 1/30 o 1/4.

Esperienze dirette dell' A. su certi pali dimostrarono che ciascuno di questi poteva sopportare un carico di 90 t, (pari ad un attrito di 2000 Kg/m² per le facce laterali).

Applicando la formula di Bénabenq

$$R = dl\,(m + nl)$$

dove R = il sopracarico che può portare una palafitta
d = peso del terreno per m³
l = l'infissione del palo
m, n = coefficienti dipendenti dalle caratteristiche del terreno e dal suo angolo y di equilibrio

e considerando anche il terreno completamente sciolto, con che $y = 10°$, per $l = 27$ si ha $R = 275$ t. Deducendo da questo valore le 12 t. del peso proprio di un palo $R = 263$ t pari a circa il triplo del valore realmente misurato.

Applicando invece la così detta formula dinamica

$$R' = \frac{M^2\, l}{e\,(M + P)}$$

dove M è il peso del maglio
P quello del palo
l la caduta del maglio
e l'infissione per ciascun colpo
si ricava $R' = 180$ ossia il doppio del valore reale.

Di fronte a tali risultati l'A. consiglia quindi nei casi di grande importanza di ricorrere alla esperienza o ad un sondaggio del sottosuolo.

G.R.M.

---

f)

RISULTATI DI PROVE DI COLLAUDO SU UNA TURBINA A VAPORE DA 14.000 kW

V. D. I., 12 ottobre 1929. – Prof. H. Baer.

L'articolo riferisce i risultati delle prove eseguite su una turbina a vapore con presa sussidiaria che viene usata in una fabbrica di formelle di lignite, per la produzione di energia e contemporaneamente per la creazione del vapore surriscaldato necessario all'essiccamento delle formelle.

La turbina che ha una potenza di 14.000 kW misurata ai morsetti del generatore con cos φ = 0.7, ha una pressione d'ammissione del vapore di 17 atmosfere, con una temperatura iniziale di 350°; la pressione del vapore all'estrazione è di 3.5 atmosfere e la temperatura dell'acqua di raffreddamento all'ingresso di 27°. La Casa costruttrice ha garantito i seguenti valori per il consumo di vapore:

1) Servizio per sola produzione di energia:
   1/1 carico = 14.000 kW: 5.3 kg/kWh
   3/4 » = 10.500 » : 5.6 »
   1/2 » = 7.000 » : 6.45 »

2) Con 50 T/ora di vapore estratto:
   1/1 carico = 14.000 kW: 7.6 kg/kWh
   3/4 » = 10.500 » : 8.7 »

3) Con 70 T/ora di vapore estratto:
   1/1 carico = 14.000 kW: 8.7 kg/kWh
   3/4 » = 10.500 » : 10.1 »

La turbina è a due cilindri; l'estrazione avviene immediatamente prima dell'ingresso del vapore nel cilindro a bassa pressione. La parte ad alta pressione è formata da una corona ad

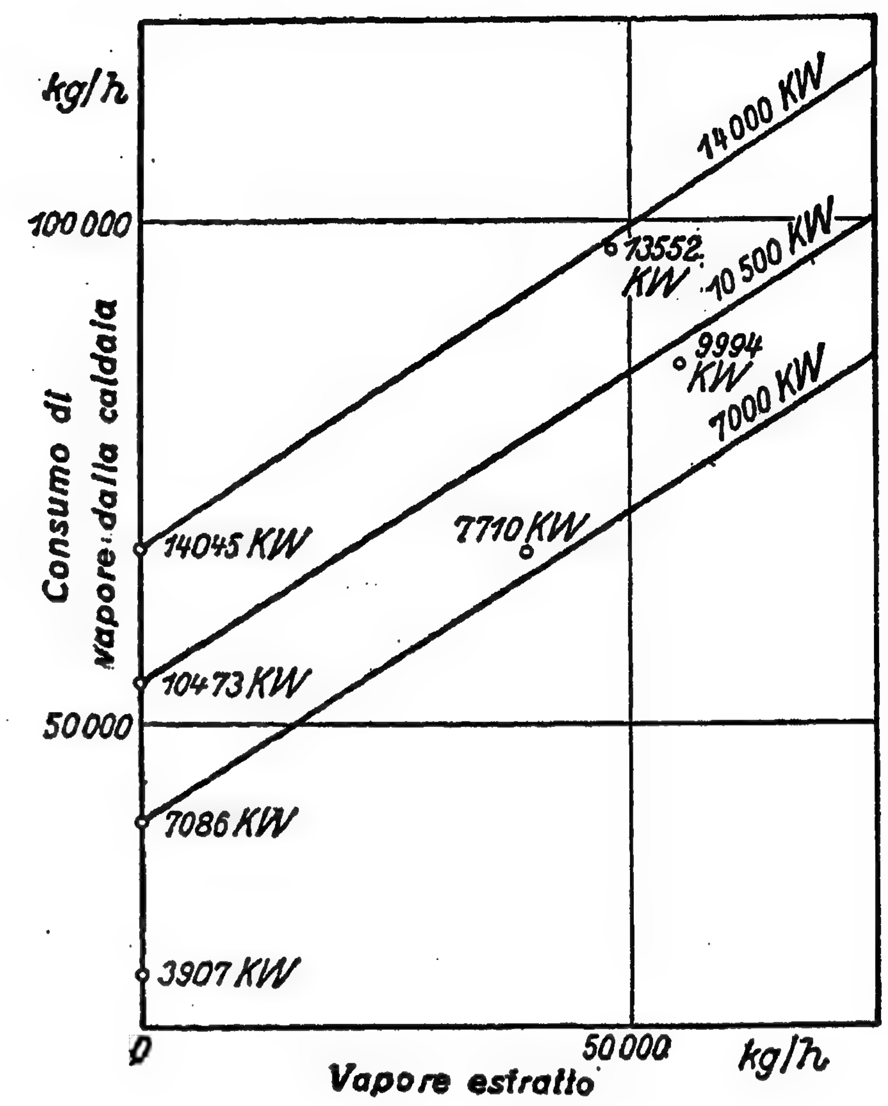


Fig. 1.

azione seguita da 13 corone pure ad azione di diametro alquanto inferiore, mentre la parte a bassa pressione comprende 5 ruote ad azione e 6 a reazione; tutte le ruote lavorano con ammissione

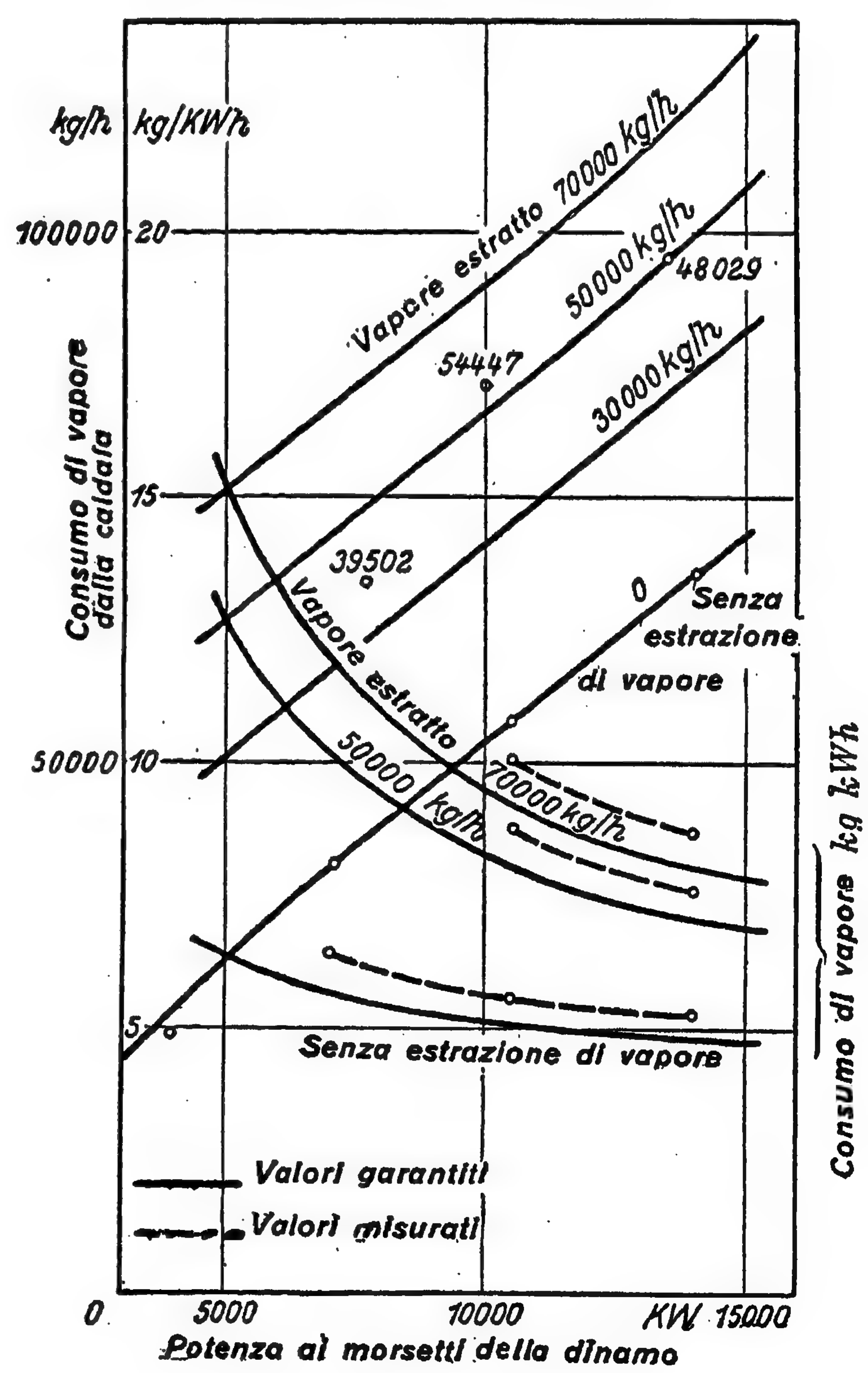


Fig. 2.

totale. Un robusto filtro del vapore impedisce che corpi estranei pervengano alle pale della turbina. I distributori sono riuniti in gruppi, secondo il tipo Ersten Brünner, e posti entro corpi annulari divisi in due parti, che sono incassati a tenuta di vapore in un aggetto della carcassa; questi pezzi ad anello sono

circondati da vapore a una pressione che prima dell'aggetto è pari all'iniziale e dopo l'aggetto pari alla finale del corrispondente gruppo di ruote. Si ottiene così che i distributori con i relativi corpi annulari di sostegno si dilatino al calore in senso assiale e radiale nello stesso modo della ruota.

Il condensatore di tipo Ginabat, e con una superficie di raffreddamento di 1470 m², è disposto anzichè immediatamente sotto la turbina come di solito, lateralmente a questa; con simile disposizione si ha il vantaggio che il condensatore è facilmente accessibile da ogni parte, senza essere costretto fra i pilastri della fondazione in calcestruzzo della turbina, e a sua volta la fondazione può essere costruita indipendentemente dalle dimensioni del condensatore. Le tubazioni possono poi disporsi in modo che la loro sorveglianza venga facilitata, poichè quelle del condensatore sono completamente separate dalle tubazioni di vapore della turbina, che possono venire facilmente allogate nello spazio libero sotto la turbina stessa.

Questa nuova disposizione del condensatore si è dimostrata sin qui soddisfacente. Le pompe d'aria sono comandate a vapore, con un consumo di circa 1000 kg/h di vapore; la pompa di circolazione dell'acqua di raffreddamento può essere comandata sia da un motore a c. a. sia da una turbina a vapore: abitualmente si usa per il comando la corrente elettrica ma se questa si interrompe, si inserisce automaticamente la turbina.

Nei diagrammi 1 e 2 sono raccolti i risultati delle principali prove di collaudo della turbina, relative ai consumi di vapore. Dal diagramma in fig. 2 si vede che i valori del consumo di vapore misurati durante le prove di collaudo risultarono inferiori dell'8% circa a quelli garantiti; ai bassi consumi di vapore corrisponde anche un ottimo rendimento, non solo a pieno carico, ma a carico parziale.

m. a.

---

g) INSTABILITÀ DEI SISTEMI ELETTRICI

Electrical World, 7 dicembre 1929.

In una recente riunione della *N.E.L.A.* sono state discusse le cause e i rimedi dell'instabilità del servizio nei sistemi elettrici; l'articolo riassume le opinioni di quattro autorità in materia.

Nei corti circuiti o altri disturbi che producono una corrente circolante eccessiva, le macchine generatrici vengono in parte scaricate in causa della minor tensione del sistema; in tali condizioni, la loro velocità tende ad aumentare e frequentemente esse escono di sincronismo. Un modo per togliere questo inconveniente è di cercare di mantenere bassa l'intensità della corrente circolante durante il disturbo, ciò che si può ottenere sia con un'opportuna disposizione del sistema, per esempio evitando una concentrazione eccessiva della potenza su una data sbarra, sia con speciali dispositivi. Inoltre bisogna cercare di ridurre la durata di queste correnti di grande intensità: grazie all'inerzia, le macchine sincrone non possono infatti uscire istantaneamente di sincronismo, e se si può ridurre la durata della corrente di corto circuito in modo da rimanere entro il periodo d'inerzia, l'effetto dei disturbi sarà notevolmente ridotto. È perciò consigliabile usare interruttori e relais a grande velocità.

Un altro mezzo sarebbe quello di ridurre la potenza fornita al motore primo in relazione alla riduzione della potenza prodotta dal generatore; per i motori termici, è risultata da prove recenti la possibilità di ridurre l'ammissione del vapore in tempo per impedire l'uscita di sincronismo. In molti casi poi si ha ragione di credere che la perdita del sincronismo non avvenga durante il corto circuito ma alquanto dopo: è allora utile l'uso di un regolatore di tensione di tipo stabilizzatore.

Quando esistono linee di collegamento fra sistemi diversi, la tendenza di questi ad uscire di sincronismo diminuisce notevolmente quando si mantenga la frequenza di ogni sistema, indipendentemente dagli altri, il più vicino possibile alla normale: lo sviluppo raggiunto attualmente dalla regolazione automatica della frequenza permette di sperare nel raggiungimento di questo scopo. Secondo l'articolo, l'opinione è invece divisa sull'utilità del condensatore sincrono come aiuto alla stabilità.

Quando si tratti di turbine idrauliche, un paragone interessante può aiutare a comprenderne il funzionamento nel sistema elettrico. Il generatore si può considerare come un ingranaggio con denti di gomma che colleghi la turbina alla linea o al carico: la durezza di questi denti dipende dal grado di eccitazione. Di solito i denti sono abbastanza forti per resistere a un momento pari da tre a quattro volte quello massimo della turbina senza slittare di un sol dente. Con eccitazione ridotta, sia espressamente per correggere il fattore di potenza sia accidentalmente in seguito a sovratensioni in linea, il margine di stabilità è notevolmente inferiore. Quando questo margine scende al disotto dell'unità i denti di gomma slittano e quasi certamente questo slittamento continuerà finchè la forza motrice è ridotta.

Questo slittamento metaforico avviene soltanto quando la coppia motrice eccede la coppia di sincronismo. La coppia motrice di una turbina idraulica non può essere aumentata oltre la coppia normale a pieno carico senza ridurre la velocità della turbina al disotto della normale: risulta quindi evidente che un gruppo può uscire di sincronismo unicamente in ragione della diminuzione della coppia di sincronismo da parte del generatore. Il regolatore non esercita un'azione diretta sull'instabilità di un gruppo, anzi in realtà i gruppi muniti di regolatore dimostrano più facilmente instabilità; ciò dipende dal fatto che l'instabilità avviene solo a velocità inferiori alla normale e che la reazione del regolatore a tali velocità è di aprire l'ammissione, tendendo a sviluppare maggior potenza e ad aumentare la velocità. Con l'apertura dell'ammissione si sviluppa un momento torcente maggiore sull'albero della turbina e quindi vengono peggiorate le condizioni che producono l'uscita di sincronismo del gruppo.

Al regolatore si possono bensì aggiungere dispositivi che invertano la tendenza di questo ad aprire l'ammissione, ma negli impianti di tipo medio questi dispositivi migliorerebbero di ben poco le condizioni, perchè il tempo d'inattività del regolatore è troppo lungo rispetto alla durata del fenomeno elettrico che provoca l'inconveniente. Negli impianti con condotte forzate molto lunghe l'annullamento o l'inversione dell'azione del regolatore potrebbero addirittura essere dannosi, perchè in tali impianti il primo effetto della chiusura dell'ammissione è di aumentare la potenza in modo sensibile, e questo aumento potrebbe più facilmente creare una condizione di instabilità che non correggerla.

Le ricerche diligenti fatte in questo campo hanno dimostrato che i casi di instabilità non si verificano mai a velocità superiori alla normale, come per esempio nel caso di una improvvisa diminuzione di carico, ma bensì per lo più quando la velocità è inferiore alla normale, l'ammissione completamente aperta e sulla linea si hanno disturbi istantanei o periodici. In queste condizioni, una volta che il gruppo è fuori sincronismo, è necessario chiudere l'ammissione e rifare il parallelo. Se la linea è ancora in tensione, la frequenza è spesso bassa, così che l'azione del regolatore a velocità normale non è sufficiente per permettere di inserire nuovamente il gruppo sulla linea, ma bisogna che la velocità sia notevolmente diminuita.

Dopo quanto si è detto, risulta logica la tendenza moderna di aumentare la stabilità agendo sull'eccitazione dell'alternatore.

In riguardo all'altro elemento dei sistemi elettrici e cioè la linea di trasmissione, si può dire che tutti gli incidenti inevitabili dipendono dalle scariche; da esse provengono pure indirettamente, per la maggior parte, gli incidenti dovuti a guasti negli apparecchi, perchè le sollecitazioni dell'isolante dovute alle scariche possono avere effetto cumulativo e alla lunga dar luogo alla distruzione degli apparecchi.

Man mano che il carico di un sistema si avvicina al limite di equilibrio aumenta la percentuale di interruzioni che risulta da un guasto; reciprocamente, se si potessero evitare i guasti nell'esercizio di sistemi elettrici, sarebbe possibile far servizio assai più vicino al limite statico o di equilibrio di quanto sia ora praticabile, cioè il capitale investito nelle linee di trasmissione per unità di potenza generata e trasmessa potrebbe essere ridotto di molto. La ricerca degli effetti delle scariche sulle linee di trasmissione e lo sviluppo dei mezzi atti a proteggere la linea contro interruzioni dovute a scariche sono pertanto pienamente giustificati dal punto di vista economico.

Secondo quanto è risultato alla riunione accennata della *N.E.L.A.*, considerando il problema del sistema elettrico in generale, l'instabilità è dovuta in gran parte alle interconnessioni e le imprese elettriche minori incontrano di solito maggiori difficoltà delle imprese più grandi con sistemi più compatti. Questa situazione è creata di solito dalla piccola capacità o la grande reattanza dell'interconnessione, che può essere appena sufficiente per supplire all'insufficiente capacità d'impianto del piccolo sistema. Ne segue che il collegamento non riesce a mantenere gli alternatori del sistema minore in sincrosnimso con quelli del maggiore durante un periodo di servizio anormale. I rimedi possono consistere nell'aumentare la capacità di interconnessione, nel diminuire il numero o la durata dei disturbi o nello staccarsi dal sistema maggiore quando in questo si producano disturbi; naturalmente nell'applicare questi rimedi bisogna tener conto anche delle questioni economiche.

Le interconnessioni di sistemi più vasti producono spesso minori inconvenienti dovuti all'instabilità che quelle di piccoli

sistemi, malgrado le capacità collegate siano molto grandi. Per mantenere la stabilità in questi casi, il miglior mezzo è forse di studiare e disporre molto accuratamente i relais e di isolare i guasti nel minor tempo possibile, senza derivare un carico troppo grande sulla linea di collegamento.

In un sistema complesso, comprendente centrali idro e termoelettriche, zone di consumo, linee di trasmissione e di interconnessione con altri gruppi, non è difficile che alcuni tronchi siano insufficienti a trasmettere la potenza necessaria per la stabilità nel caso che qualche condotto di energia sia interrotto sotto forte carico. Per risolvere le difficoltà inerenti alla stabilità di questi sistemi, bisogna prima di tutto studiare il complesso del sistema ed eseguire le costruzioni necessarie per formare un sistema di trasmissione più compatto, che unisca più direttamente i gruppi generatori ai carichi. Le connessioni fra i gruppi devono essere rinforzate e aumentate per provvedere ai casi di guasti; anche l'eccitazione può essere migliorata, se insufficiente, ma il miglioramento dell'eccitazione non potrà sostituire l'insufficiente capacità dei collegamenti.

Gli altri rimedi possibili sono fra i seguenti: riduzione nel numero dei guasti all'isolamento, con che si migliora l'esercizio e si riduce pertanto il numero di inconvenienti che producono l'instabilità; apparecchiatura speciale per la messa a terra del neutro, atta a mitigare i disturbi prodotti da guasti all'isolamento; finalmente individuazione e distacco rapidi degli apparecchi e linee guaste. In quest'ultimo caso però se il distacco di una linea è causa di un collegamento insufficiente, l'instabilità può ancora prodursi.

Questi e simili rimedi devono essere in genere applicati gradualmente nel tempo, per ragioni economiche e finanziarie.

m. a.

---

h) L'ESERCIZIO IN PARALLELO DI TRASFORMATORI A RAPPORTO DI TRASFORMAZIONE DISUGUALE

J. A. I. E. E., novembre 1929. – MABEL MACFERRAN.

Accade frequentemente di dover far marciare in parallelo dei trasformatori le cui caratteristiche non siano adatte ad un tale funzionamento. È ben noto che se le tensioni di corto circuito non sono prossimamente eguali, il carico non si distribuisce tra i trasformatori in proporzione della loro potenza e quindi il carico totale ammissibile è inferiore alla somma delle potenze dei trasformatori. L'A. limitandosi alla considerazione di due soli trasformatori si propopone di determinare analiticamente quale variazione si debba apportare al rapporto di trasformazione di uno dei trasformatori per fare in modo che, per una data differenza tra le impedenze percentuali, nessuno dei trasformatori risulti sovraccaricato nelle peggiori condizioni di carico.

Indichiamo con

E_E la tensione secondaria a vuoto dei trasformatori
V » » » sotto carico
I » corrente »
Z l'impedenza totale dei trasformatori riferita ai secondari.

Distingueremo con gli indici 1 e 2 queste grandezze, a seconda che si riferiscono al 1° o 2° trasformatore.

Sia inoltre

I_L la corrente totale assorbita dal carico
θ_L lo sfasamento nel circuito esterno
φ » » tra la tensione primaria e secondaria
$D = E_1 - E_2$.

Nelle relazioni che andiamo a scrivere useremo il metodo simbolico e quindi E, V, I, Z, I_L e D staranno ad indicare grandezze complesse.

Osserviamo innanzi tutto che essendo le tensioni applicate ai primari dei due trasformatori identiche ed in fase risultano in fase anche le tensioni secondarie a vuoto, se si trascura il piccolo sfasamento dovuto alle correnti di eccitazione. Sotto carico (fig. 1) le tensioni secondarie dovranno essere di necessità eguali ed in fase: ne segue che le tensioni secondarie a vuoto non possono essere fra di loro eguali, ammenochè non siano eguali anche i rapporti di trasformazione.

Dalla figura ricaviamo le seguenti relazioni

$$V_1 = E_1 - I_1 Z_1$$
$$V_2 = E_2 - I_2 Z_2$$
$$V_1 = V_2$$

dalle quali risulta

$$E_1 - E_2 = I_1 Z_1 - I_2 Z_2$$

e poichè abbiamo posto $E_1 - E_2 = D$

segue

$$I_1 Z_1 - I_2 Z_2 = D$$

D'altra parte

$$I_1 + I_2 = I_L \qquad (1)$$

e quindi eliminando I_2 dalla precedente

$$I_1 = \frac{I_L Z_2 + D}{Z_1 + Z_2} \qquad (2)$$

Se si vuole che la corrente si ripartisca secondo un dato rapporto A fra i due trasformatori, la (1) fornisce

$$I_1 = \frac{I_L}{A + 1}$$

Eguagliando questa espressione di I_1 alla (2) e ricavando D si ottiene

$$D = \frac{I_L (Z_1 - A Z_2)}{A + 1} \qquad (3)$$

che è l'espressione cercata, perchè essendo $D = E_1 - E_2$ essa determina la variazione da apportare al rapporto di trasformazione di uno dei due trasformatori per ottenere la ripartizione del carico desiderata.

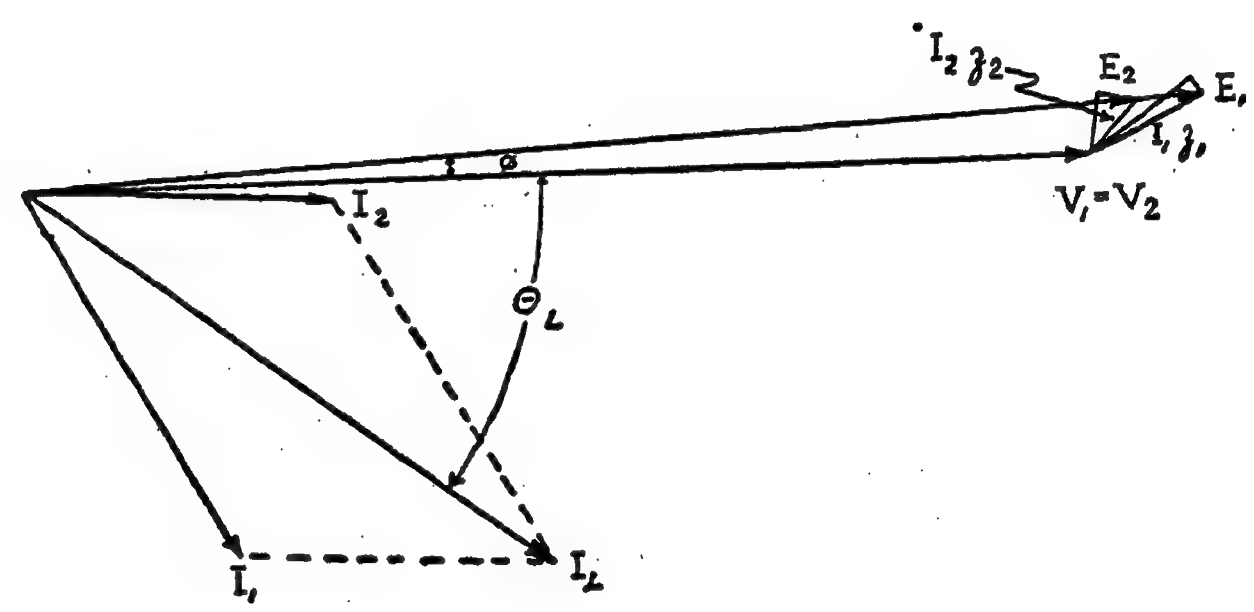


Fig. 1.

Il rapporto A fra i carichi dei due trasformatori è in generale una quantità complessa: opportunamente il modulo verrà scelto eguale al rapporto delle potenze dei trasformatori. L'argomento allora, come è facile vedere non è più arbitrario, poichè l'argomento di D che è l'angolo φ se si assume V come asse di riferimento, deve soddisfare alla condizione che i punti E_1 ed E_2 siano allineati con l'origine. Praticamente l'angolo φ sarà molto prossimo a zero, dell'ordine di un paio di gradi, quindi in prima approssimazione lo si potrà ritenere eguale a zero. L'argomento di A si sceglierà quindi in modo da annullare φ. Volendosi maggiore esattezza si procederà per tentativi: col valore di D determinato come sopra si è detto, si calcoleranno I_1 ed I_2 dalla (2) e dalla (1). Con ciò si hanno tutti gli elementi per ricavare graficamente od analiticamente φ: il valore così trovato si introduce nella (3) e si determinano di nuovo il modulo di D e l'argomento di A in modo che detta equazione resti soddisfatta. Non sarà però in generale necessario ripetere molte volte queste operazioni dato che, come si è già detto, φ è sempre assai piccolo. Si noti ancora che è inutile cercare una grande esattezza dato che il rapporto di trasformazione varia di necessità saltuariamente e si ha in generale a disposizione soltanto un numero limitato di morsetti per effettuare la variazione di detto rapporto.

Altra causa di errore è dovuta alle indeterminatezze del valore da attribuire alle impedenze proprie dei trasformatori. Il costruttore si limita in generale ad indicare soltanto l'impedenza relativa all'avvolgimento completo, mentre è evidente che essa varia a seconda della presa utilizzata. In via di massima può dirsi che quanto più bassa è la tensione corrispondente alla presa utilizzata, tanto minore è l'impedenza dell'avvolgimento provvisto di prese (la diminuzione è però assai lenta) e maggiore l'impedenza dell'altro avvolgimento (l'aumento è assai rapido)

La misura di tali variazioni dipende dal tipo di nucleo, dal tipo di avvolgimento e dalla posizione delle prese. Se quindi non si dispone di dati ricavati sperimentalmente, converrà trascurare le variazioni dell'impedenza.

Un'altra difficoltà consiste nel fissare a priori il carico ed il fattore di potenza in base ai quali conviene calcolare il rapporto di trasformazione più conveniente. La procedura più opportuna consiste nel calcolare D per le condizioni di carico più sfavorevoli, che è possibile prevedere, e verificare poi per varie altre condizioni di carico e valori del fattore di potenza se nessuno dei trasformatori è troppo caricato.

Se D è scelto in modo da dar luogo alla ripartizione più opportuna della corrente quando il carico totale è prossimo alla somma delle potenze dei trasformatori, si trova facilmente che quando il carico diminuisce i vettori di corrente tendono a divaricarsi sempre più, finchè a vuoto essi si trovano in opposizione e costituiscono perciò una pura corrente di circolazione. Per tener quindi conto della predominanza crescente della corrente di circolazione al ridursi del carico, è generalmente consigliabile metter fuori servizio il trasformatore più piccolo non appena il carico totale scende aldisotto della potenza del trasformatore maggiore.

Un'ultima osservazione importante riguarda l'argomento di A. Se dal calcolo risultasse che per trovare un valore conveniente di D, bisogna assegnare ad A un angolo dell'ordine di 90°, è probabile che la soluzione trovata sia di poca utilità pratica: benchè le correnti si ripartiscano nel rapporto delle potenze, ciascuna di esse tuttavia dovrà avere un valore talmente elevato (affinchè la loro somma vettoriale risulti sempre eguale a I_L malgrado la grandezza dell'angolo fra di loro compreso) che i trasformatori risulteranno con ogni probabilità sovraccaricati.

Se quindi non si riesce a trovare per A un angolo che dia risultati soddisfacenti, si dovrà tentare di variare il modulo di A. Naturalmente non ha senso adottare per tale modulo valori molto diversi dal rapporto delle potenze dei trasformatori, ammenochè la potenza complessiva dei trasformatori non sia molto superiore al carico massimo prevedibile.

Concludendo, la formula (2) permette di calcolare per ogni carico totale determinato avente un noto fattore di potenza, qual'è la corrente che circola in ciascuno dei trasformatori quando questi hanno impedenza e rapporto di trasformazione diversi.

La formula (3) può essere utilizzata in casi di emergenza quando occorra far marciare in parallelo dei trasformatori aventi impedenze percentuali diverse. La formula permette di calcolare la eventuale variazione da apportare al rapporto di trasformazione del trasformatore ad impedenza minore per evitare che esso venga sovraccaricato quando il carico totale si approssima alla somma delle potenze dei due trasformatori.
Si è visto che se il rapporto di trasformazione di uno dei trasformatori viene modificato in modo da ottenere una ripartizione corretta del carico, quando questo ha il valore massimo, il rendimento tende a peggiorare rapidamente al diminuire del carico. È quindi giustificato ricorrere al cambiamento del rapporto di trasformazione nel solo caso che il mantenere la continuità del servizio sia d'importanza prevalente e quindi sia lecito non tener conto per il periodo di tempo in questione del rendimento.

Nell'applicare le formule si tenga sempre presente che tutte le grandezze che compaiono in esse sono vettoriali. L'argomento di D nell'equazione (2) non è noto: esso però potrà ritenersi senza errore sensibile eguale a zero. Anche qui se si desidera una maggiore esattezza, si potrà procedere per approssimazioni successive. Per la determinazione in base alle caratteristiche note del trasformatore dei termini reale ed immaginario che entrano nell'espressione simbolica dell'impedenza propria Z si osservi quanto segue: Il modulo di Z, espresso in Ohm risulta moltiplicando il rapporto della tensione secondaria alla corrente di pieno carico per la tensione di corto circuito (espressa in percentuale) divisa per 100. La resistenza r in Ohm è data dal rapporto fra l'energia dissipata nel trasformatore a pieno carico, la quale risulta senz'altro dal rendimento, ed il quadrato della corrente di pieno carico. L'induttanza l vale quindi

$$l = \sqrt{Z^2 - r^2}$$

e l'espressione simbolica di Z, riferita all'avvolgimento secondario

$$Z = r + j\,l$$

Finora ci siamo limitati a considerare il caso di trasformatori monofasi: l'estensione delle formule trovate a tre trasformatori monofasi collegati in trifase o ad un trasformatore trifase è ovvia. Qualora i concatenamenti secondari non fossero eguali conviene sostituire alla connessione a triangolo una concessione fittizia a stella avente la stessa impedenza percentuale.

L'A. applica le formule trovate al caso di due gruppi di tre trasformatori monofasi, aventi rispettivamente i rapporti di trasformazione 19050 - 18200 - 17300/11500 Volt e 33000 - 30800 - 28600/7000 - 6800 - 6600 - 6200 Volt e le potenze di 3000 e 1500 kVA e determina concatenamento e prese ausiliarie per ottenere una ripartizione del carico proporzionale alle potenze, quando il carico totale è di 4000 kVA col fattore di potenza 0,75. Perchè i due trasformatori possano marciare in parallelo bisogna che il primo sia connesso a stella sul primario ed a triangolo sul secondario col rapporto 18200 . 1,73/11500 Volt, il secondo a triangolo sul primario ed a stella sul secondario col rapporto 33000/6600 . 1,73 Volt.

M.

SULLA MISURA DELLE CORRENTI DI TERRA

Elektrotechnische Zeitschrift, 24 ottobre 1929. GEORG ROSEN.

L'articolo ricorda anzitutto tre metodi comunemente usati per tali misure e precisamente:

1° Il metodo che si serve di una conduttura interrata, tra due punti della quale si determina la caduta di tensione. Conoscendo la sezione del tubo si può avere una idea della corrente che lo percorre. Ripetendo tale operazione in un altro punto della stessa tubazione e riscontrando ivi una corrente differente dal caso precedente, si può ammettere che tale differenza sia dovuta al fatto che una parte di questa corrente vaghi nel suolo.

2° Un altro metodo consiste nel captare le correnti disperse a mezzo di due elettrodi interrati (fig. 1) avendo cura di evitare che questi si polarizzino;

3° Un terzo sistema (quello di Mc. Collums) parte dal concetto di ammettere che la quantità di elettricità che viene dispersa da un tubo interrato sia costante in tutte le direzioni, sicchè basta in tal caso eseguire le misure radialmente ed in una direzione sola. A tale scopo si scava un pozzetto fino al tubo e si immerge un elettrodo munito di quattro appendici a contatto colla parete verticale del pozzetto stesso (fig. 2).



Fig. 1. - Misura delle correnti di terra a mezzo di elettrodi interrati.

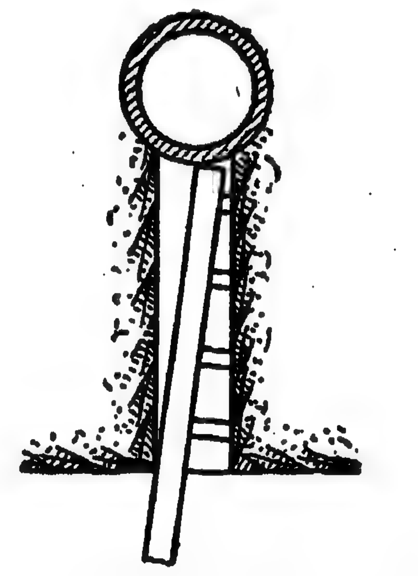


Fig. 2. - Metodo Mc Collums.

Si lancia una corrente attraverso i due contatti estremi e si determina in tale modo la resistenza elettrica approssimata del terreno. Leggendo contemporaneamente la caduta di tensione fra i contatti intermedi si ha anche una idea dell'andamento dei potenziali e con questi dati si può determinare il valore delle correnti disperse.

L'A. suggerisce un nuovo sistema che ha il pregio di non necessitare alcuno scavo nel terreno e quindi di non disturbare le condizioni ambiente. Si tratta di valutare le correnti vaganti nel suolo in una data direzione a mezzo di una bussola torsio metrica che misuri il campo magnetico che ne deriva (fig. 3).

Per rendere le letture indipendenti dall'azione di eventuali altri campi magnetici esistenti che potessero falsare i risultati, si comincia col mettere lo strumento con l'asse ff' nella direzione in cui si vuole eseguire la misura. Indi si interrompe il circuito che dà origine alle correnti disperse da misurarsi. Allora la deviazione dell'ago, che è dovuta all'azione perturbatrice di campi esterni, può essere ridotta a zero manovrando il bottone c solidale al nastro di bronzo fosforoso b che porta l'ago calamitato. Ciò posto, si chiude il circuito che interessa

e si misura la nuova deviazione che è senz'altro proporzionale alla corrente dispersa nel suolo. La taratura dell'apparecchio viene eseguita una volta per tutte in funzione della distanza dell'apparecchio dal presumibile percorso della corrente di terra (fig. 4).

Qualora si tratti di misure da eseguirsi là dove esistono delle rotaie con al di sopra di esse una elettroconduttura, bisogna tener conto pure dell'azione del campo perturbatore così generato. Perciò, in un punto del sistema ove si possa essere

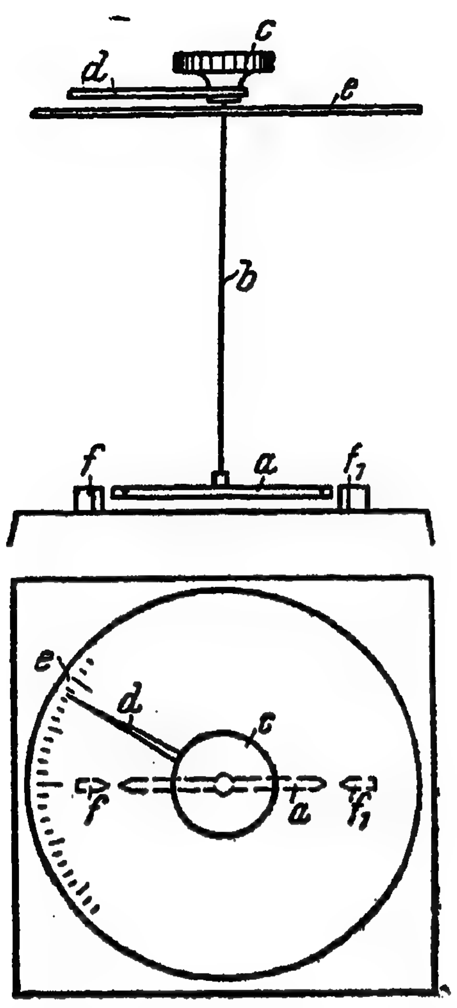


Fig. 3. - Schema della bussola a torsione.

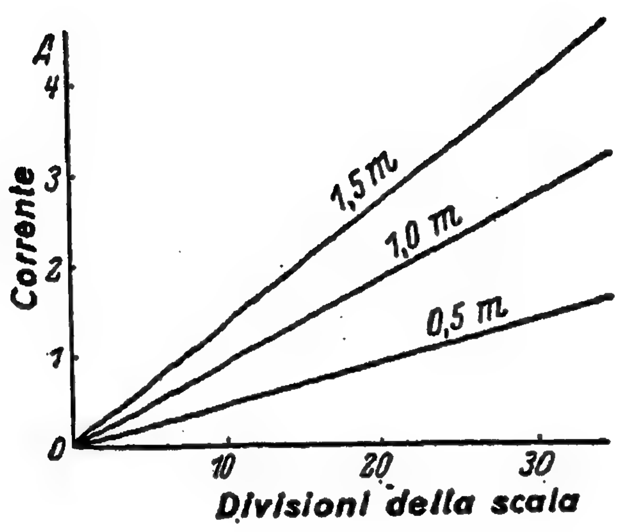


Fig. 4. - Diagramma di taratura.

sicuri che non esistono tubi interrati nel suolo (e creando eventualmente un tratto di linea appositamente laddove ciò risultasse impossibile), si piazza lo strumento coll'asse *ff'* parallelo alla linea stessa. Indi si interrompe la corrente del sistema e si mette a zero l'indice; poi, chiuso il circuito dell'elettroconduttura col ritorno attraverso le rotaie a mezzo di una opportuna resistenza, si misurano le perturbazioni rilevabili in un piano perpendicolare al sistema delle rotaie stesse e a differenti distanze da queste (fig. 5). Le deviazioni dell'ago vanno

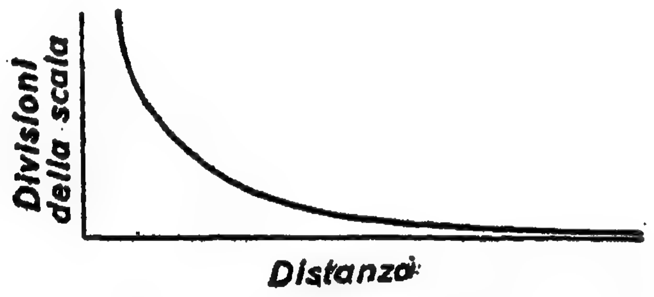


Fig. 5. - Diagramma delle perturbazioni.

moltiplicate per il coseno dell'angolo compreso fra la direzione delle rotaie e quella secondo cui vogliamo misurare la corrente dispersa. Indi, in base al diagramma così trovato, le eventuali deviazioni da quest'ultimo che si riscontrassero in quella località ove interessa eseguire delle indagini, mettono in evidenza la natura delle correnti disperse nel sottosuolo. Quest'ultimo tipo di ricerche si presta specie per linee elettroferroviarie e tramviarie ove però sia possibile fare avvenire delle interruzioni a volontà. Basta a tale scopo armare un carro ferroviario con un sistema di resistenze atte a disperdere una certa corrente voluta dalla linea primaria alle rotaie ed eseguire le misure in un punto qualsiasi compreso fra questo carro e la sorgente di energia.

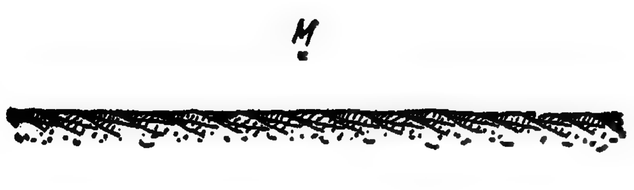


Fig. 6. - Flusso suddiviso della corrente.

Una delle difficoltà delle misure sta però nella determinazione della profondità a cui avviene il flusso della corrente dispersa. Se l'apparecchio si trova in *M* (fig. 6) e se si immaginano le correnti disperse aventi una direzione perpendicolare al foglio, qualora queste stesse correnti anzichè essere tutte raccolte in *a* fossero sparse in un fascio di elementi *a*, *b*, *c* supposto la distanza $a\,c = 2\ a\,M$ si constata che l'elemento di corrente in *c* dà una deviazione che è l'8% di quella di *a*. Quindi i due elementi simmetrici *c* daranno una deviazione del 16%. Poichè però nessuna misura del genere è sensibile ad una precisione del 16%, si potranno senz'altro trascurare gli elementi di corrente al di là di *c*. (È poi opinione dell'A. che le correnti di terra non affiorino ma che la loro direzione penetri con andamento inclinato nel sottosuolo).

La fig. 7 dà un risultato sperimentalmente ottenuto con questo metodo per conto delle tramvie di Stoccolma, derivando dal filo di contatto alle rotaie una corrente di 240 A. La curva

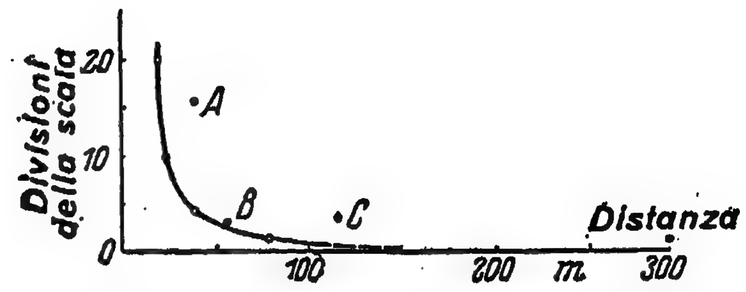


Fig. 7. - Dati sperimentali.

tracciata dà il diagramma delle perturbazioni dovute al circuito filo conduttore-rotaia ed i punti *A*, *B*, *C*, le deviazioni misurate effettivamente. Le differenze tra le ordinate di questi e quelle corrispondenti della curva delle perturbazioni sono proporzionali alle correnti disperse.

G.R.M.

CONDENSATORI SINCRONI IN SERIE (1

J. A. I. E. E., dicembre 1929. – THEODORE H. MORGAN.

È noto che la caduta induttiva è la principale fra le ragioni che limitano le potenzialità di un elettrodotto: da un lato essa diminuisce la stabilità della linea per lo sfasamento tra le tensioni alle estremità cui dà luogo, dall'altro la tensione in arrivo varia fortemente col carico. Il metodo oggi quasi generalmente seguito per attenuare questi inconvenienti consiste nell'inserire in derivazione sulla linea, in prossimità del carico ed eventualmente anche in punti intermedi, dei condensatori rotanti. Il diagramma vettoriale fig. 1 ne chiarisce schematicamente la funzione. E_R ed I_R sono rispettivamente la tensione in arrivo e la corrente assorbita dal carico, I_C in anticipo di 90° rispetto

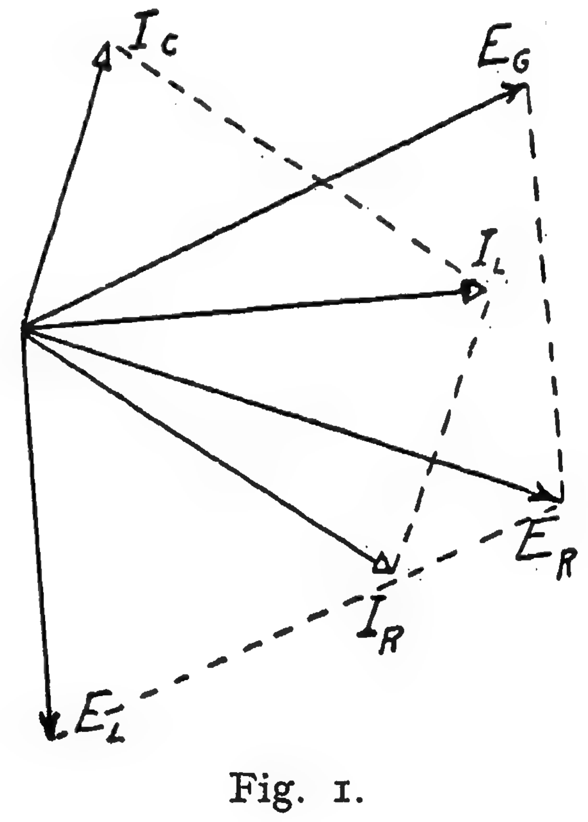


Fig. 1.

ad E_R è la corrente assorbita dal condensatore, I_L la corrente risultante, E_L in ritardo di 90° su I_L la caduta induttiva in linea, E_G, risultante di E_R ed E_L, la tensione all'origine. Si prescinde qui sia dalla capacità che dalla caduta ohmica. Risulta evidente che il condensatore sincrono in derivazione agisce solo mediatamente sulla caduta induttiva. In questi ultimi anni sono stati fatti dei tentativi per compensare direttamente tale caduta mediante condensatori statici inseriti sulla linea. Dal diagramma vettoriale fig. 2 si comprende come un tale sistema sia preferibile: la caduta di tensione E_C provocata dal condensatore è di grandezza eguale e segno opposto alla caduta induttiva E_L. E_G ed E_R sono tra loro in fase e quindi non hanno più luogo di essere preoccupazioni per la stabilità, per quanto riguarda l'influenza su di essa esercitata dalle caratteristiche

della linea. L'uso dei condensatori statici presenta però praticamente delle difficoltà, anche prescindendo dalla questione del costo: prime fra queste la necessità di escluderli dal circuito in caso di corti circuiti ed i disturbi che si verificano per la loro successiva reinserzione.

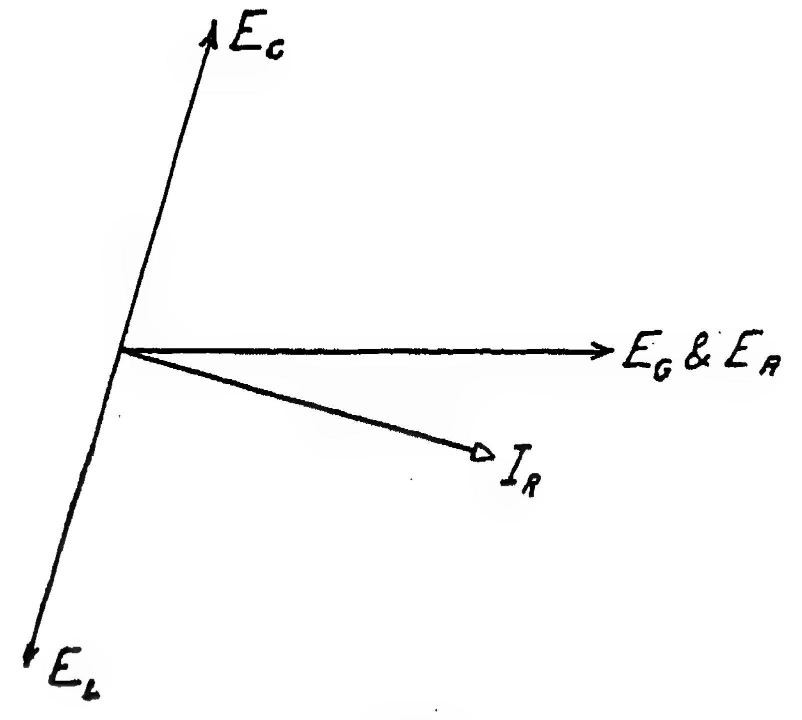


Fig. 2.

L'A. ha studiato e proposto un sistema, che pur presentando tutti i vantaggi offerti dai condensatori statici per quanto riguarda il *livellamento* dell'elettrodotto, è scevro dagli inconvenienti cui questi danno luogo. Tale sistema, riprodotto schematicamente nella fig. 3, si riduce in ultima analisi all'inserzione di una macchina sincrona (che chiameremo *compensatore*) in serie anzichè in derivazione sulla linea.

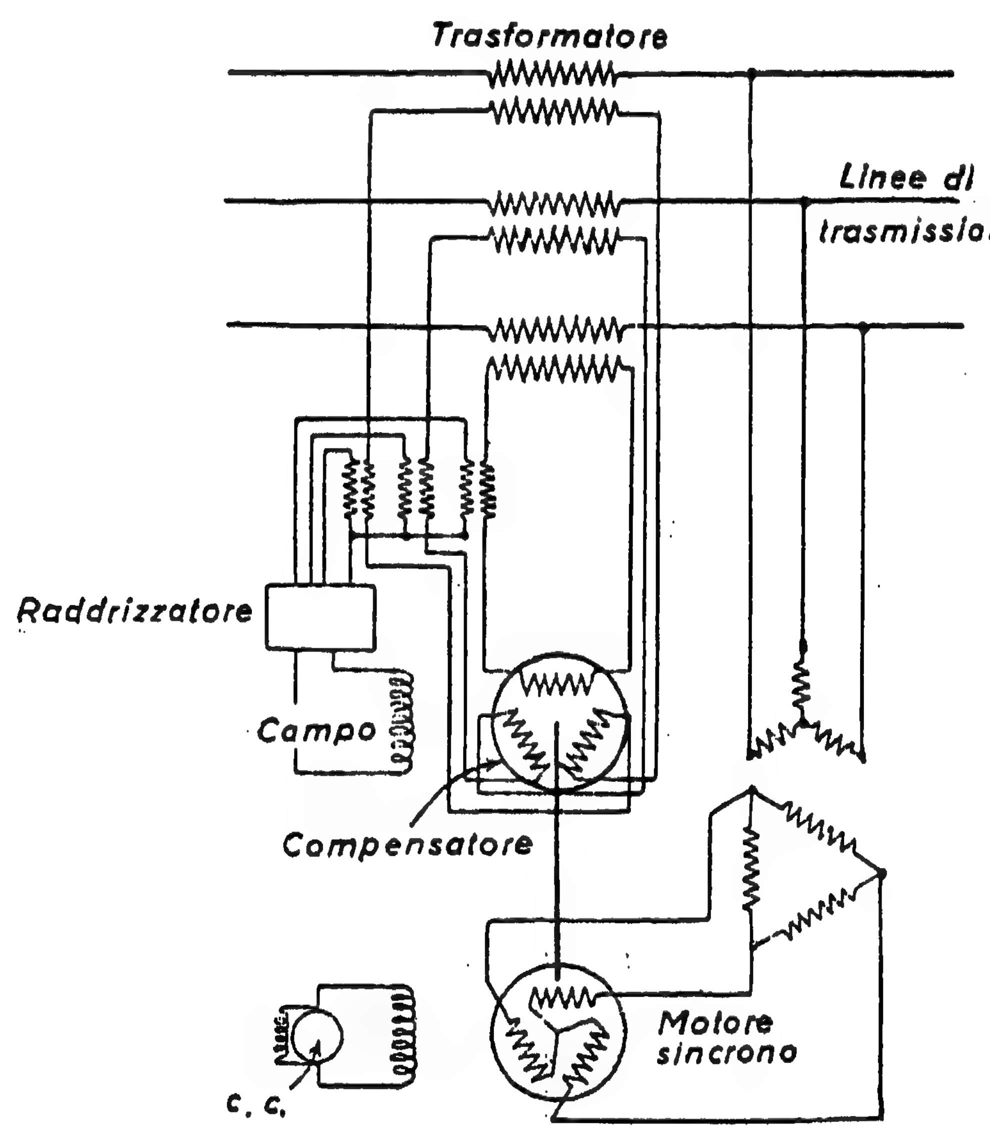


Fig. 3.

Il compensatore è comandato da un motore sincrono inserito attraverso un trasformatore in parallelo sulla linea. La tensione generata dal compensatore deve essere proporzionale alla corrente di linea: se il suo circuito magnetico è poco saturo, ciò può ottenersi facendo la corrente di eccitazione proporzionale alla corrente di linea. La figura indica come questo sia stato realizzato, mediante tre trasformatori di corrente ed un raddrizzatore polifase a vapore di mercurio o di altro tipo. Tenendo bassa l'induzione nel nucleo di detti trasformatori può farsi in modo che quando si verificano bruschi cambiamenti di carico sulla linea questi diano luogo a variazioni istantanee della tensione di eccitazione, aumentando in tal guisa la sensibilità del compensatore.

La tensione generata deve avere uno sfasamento di 90° rispetto alla corrente: onde far sì che ciò avvenga qualunque sia il fattore di potenza in linea, occorre che la posizione relativa degli statori del sincrono di comando e del compensatore possa venir variata durante il funzionamento. Poichè la potenza generata dal compensatore deve essere sempre zero, basterà disporre le cose in modo che lo statore mobile assuma automaticamente la posizione che rende nulla la potenza generata.

Se la tensione di linea è relativamente bassa l'avvolgimento di ciascuna fase può essere inserito direttamente in serie sulla linea. L'uso dei trasformatori è invece indispensabile per elettrodotti ad alta tensione. Essi funzioneranno contemporaneamente da trasformatori di corrente e di tensione ed inoltre serviranno ad isolare la macchina dall'alta tensione.

Come si è già detto, poichè corrente e tensione nelle spire del compensatore sono in quadratura, la potenza generata è nulla. Tuttavia la macchina funzionerà in condizioni di equilibrio instabile: in altre parole ogni spostamento dello statore e del rotore dalla posizione normale dà luogo ad una coppia che tende ad aumentare tale spostamento fino a che esso ha raggiunto 90°. In questa posizione, che è quella di funzionamento stabile, tensione e corrente sono in opposizione. Se quindi si vuole che la macchina tenda a restare nella sua posizione normale, bisognerà fare in modo che la coppia sviluppata dal sincrono di comando per piccoli spostamenti superi quella assorbita dal compensatore. In condizioni normali il carico di detto sincrono è costituito unicamente dalle perdite del gruppo delle due macchine.

È da osservare infine che l'induttanza delle linee presenta agli effetti dell'esercizio il vantaggio di limitare le correnti di corto circuito: questa caratteristica non viene sensibilmente alterata dal dispositivo proposto, senza che perciò occorra escluderlo dal circuito nel caso di guasti (cosa che invece deve farsi per i condensatori statici) poichè la saturazione del circuito magnetico provocata da correnti di forte intensità limita automaticamente la sua capacità di compensazione. Dopo l'eliminazione del guasto l'effetto compensatore si ristabilisce gradualmente senza dar luogo a disturbi.

M.

VERIFICHE SUI TRASFORMATORI DOPO LA LORO INSTALLAZIONE

Electrical World, 30 novembre 1929. – W. K. Danvers.

L'articoletto ricorda quali sono le prove e verifiche che sarebbe opportuno eseguire sui trasformatori dopo che questi sono stati installati e prima che siano collegati al resto dell'impianto e messi in servizio.

Prima di tutto bisogna ispezionare accuratamente il trasformatore dal punto di vista meccanico, per il caso che durante il trasporto o la messa in opera si sia verificato qualche guasto. Le tubazioni e tutte le parti per le quali si adopera di solito la saldatura elettrica devono essere esaminate accuratamente, perchè una leggera pressione da parte della fune di un argano o uno sfregamento contro un altro oggetto producono spesso l'apertura di un collegamento, con conseguente stillicidio di olio, e il punto guasto è difficile da determinare e da riparare una volta che il trasformatore è in esercizio. Così pure conviene verificare che siano a posto tutti i rubinetti, le valvole, i collegamenti col filtro, i termometri ecc.; bisogna poi prendere un campione d'olio per fare la prova dielettrica.

Dopo che son stati messi a posto i passanti, è opportuno misurare col megohmetro la resistenza d'isolamento del trasformatore, oppure fare una prova con tensione doppia di quella normale di ogni avvolgimento; di solito si adopera il megohmetro, perchè la tensione doppia richiesta non si può sempre avere a disposizione. Le misure col megohmetro (*megger*) vanno fatte fra l'avvolgimento a bassa tensione e la terra, e fra i due avvolgimenti; in generale, il risultato della prova può ritenersi soddisfacente per un trasformatore di potenza media quando la sua resistenza a freddo risulta di 3 megaohm per ogni 1000 V di alta tensione indicata. Nel fare le prove col «megger» o con qualunque altra fonte di alto potenziale, è sempre consigliabile collegare fra loro i morsetti ad alta tensione come pure quelli a bassa tensione. Se le prove di isolamento hanno dato valori sensibilmente inferiori a quelli sopra indicati, sarà poi necessario essiccare gli avvolgimenti prima che il trasformatore entri in servizio.

Per essiccare i trasformatori, il metodo migliore è probabilmente quello di mettere in corto circuito uno degli avvolgimenti e di dare all'altro una tensione sufficiente per far circolare una corrente pari a circa il 25% di quella a pieno carico; si ottiene così nel trasformatore una temperatura di 80°÷90° C, al disopra della quale non conviene spingersi. Durante l'essiccamento il trasformatore deve essere senz'olio e senza coperchio, per favorire la ventilazione; sarebbe anche opportuno eseguire ogni tanto la prova col «megger» e costruire una curva portando i valori ottenuti come ordinate, e i tempi come ascisse, per verificare il progredire dell'essiccamento.

Occorrerebbe poi controllare i collegamenti interni del trasformatore e verificare il rapporto di trasformazione dando all'avvolgimento primario una tensione sufficiente perchè si abbia sul secondario un valore leggibile.

Finite le prove elettriche, si stringono le flange e i bulloni, si porta l'olio al livello giusto e il trasformatore è pronto ad entrare in servizio.

m. a.

---

n) ALCUNE PROVE SPECIALI SU ISOLATORI A 220 kV

Journal of the A.I.E.E., dicembre 1929. – R. J. C. Wood.

Per decidere sul tipo di isolatori da installare in una sottostazione all'aperto a 220 kV da costruirsi a Long Beach vicino a Los Angeles, la Southern California Edison Co. ha costruito nel 1926, una stazione sperimentale a Redondo, sulla spiaggia del mare, località appositamente scelta perchè molto soggetta alle nebbie e agli spruzzi d'acqua marina e dove si erano già verificati numerosi inconvenienti all'isolamento delle linee a 66 e 16 kV.

I telai che sorreggono le catene in prova sono installati in modo che gli spruzzi dei marosi vi pervengono direttamente e il deposito salino è così forte che nelle ore calde del giorno si sono potuti osservare piccoli cristalli di sale sparsi su tutta la superficie della porcellana; alla notte invece il deposito di umidità è spesso tale che gl'isolatori gocciolano. Si ha inoltre deposito di polvere e di fuliggine in quantità non indifferente.

A scopo di confronto furono messi in prova contemporaneamente parecchi tipi di isolatori, sia a sospensione che del tipo rigido per sottostazione: le principali dimensioni e caratteristiche dei tipi provati sono raccolte nella tabella: la « resistenza superficiale » indicata nella quinta colonna della stessa non è misurata, ma calcolata come la resistenza superficiale dalla cappa al perno di un elemento, supponendo che la superficie libera della porcellana sia uniformemente rivestita con uno strato di materiale conduttore, in modo che la scarica lambisca contemporaneamente tutta la superficie dell'isolatore in modo uniforme.

Costanti fisiche degli isolatori.

Tipo	Diametro mm.	Altezza mm.	Distanza utile mm.	Resistenza superficiale	Resistenza per mm. di distanza utile	Resistenza per mm. di altezza
A	254	146	273	0.651	23.8×10^{-4}	44.5×10^{-4}
B	229	165	508	1.062	20.9×10^{-4}	64.3×10^{-4}
C	229	165	464	0.955	10.6×10^{-4}	58×10^{-4}
D	254	136	280	—	—	—
E	432	368	838	1.163	13.9×10^{-4}	31.6×10^{-4}
F	280	146	419	0.811	19.4×10^{-4}	55.5×10^{-4}
G	254	146	333	0.715	21.4×10^{-4}	49×10^{-4}
H	254	146	394	0.837	21.3×10^{-4}	57.3×10^{-4}
I	432	368	838	1.163	13.9×10^{-4}	31.6×10^{-4}
K	356	168	419	0.848	20.2×10^{-4}	50.6×10^{-4}
L	356	168	483	0.908	18.8×10^{-4}	54.2×10^{-4}
M	356	203	419	0.848	20.2×10^{-4}	41.8×10^{-4}
N	356	203	483	0.908	18.8×10^{-4}	44.7×10^{-4}

Gli isolatori in prova vennero mantenuti sotto tensione notte e giorno: producendosi un arco su una catena, i relais provocavano l'apertura dell'interruttore principale, e allora l'elettricista di turno richiudeva subito l'interruttore; se per tre volte di seguito l'arco persisteva, si lasciava l'interruttore aperto fino al giorno seguente. Le scariche sugli isolatori si produssero quasi sempre nelle ore notturne, essendo allora maggiori la nebbia o la rugiada.

La durata complessiva delle prove è stata di due anni e mezzo; si è cercato di stabilire un confronto fra i vari tipi cambiando il numero di elementi inseriti per catena col metterne alcuni in corto circuito per mezzo di un filo metallico o rispettivamente aggiungendone, e lavando con un getto d'acqua gli isolatori che avevano subito delle scariche superficiali.

I risultati raccolti hanno permesso di arrivare ad alcune conclusioni interessanti. Si è visto così che gli isolatori possono essere confrontati, per quanto riguarda la loro attitudine a sopportare gli archi o scariche elettriche in condizioni di nebbia o sotto gli spruzzi dei marosi, in base alla loro resistenza superficiale come sopra definita; in altre parole, tale resistenza è un indice abbastanza preciso del comportamento degli isolatori in condizioni simili a quelle verificatesi a Redondo.

Quanto alla forma dei vari tipi, è risultato che essa non ha alcun effetto sul loro comportamento nelle condizioni particolari accennate, all'infuori del fatto che una data forma può permettere una resistenza superficiale maggiore di un'altra e che quindi, per fornire la resistenza totale occorrente può bastare un numero di elementi minore nel primo caso che nel secondo. Per fissare questo numero, non si può però basarsi unicamente sul concetto della resistenza superficiale; infatti non si potrà mai scendere al disotto dei limiti di sicurezza imposta dalle condizioni di esercizio normali, a secco o sotto pioggia. Sarà quindi prudente nel fissare il numero di elementi per catena, soddisfare anzitutto le condizioni imposte dall'esercizio normale della linea, e quindi scegliere il tipo adatto e, ove occorra, aumentare il numero degli elementi in modo da ottenere la resistenza superficiale necessaria per le condizioni della località (eventuale nebbia o spruzzi marini).

L'effetto di una variazione della resistenza superficiale non si fa però sentire se la variazione non è di una certa entità: infatti ponendo a confronto due catene, di cui una abbia una resistenza inferiore all'altra, gli archi sopra questa seconda catena non saranno normalmente più numerosi che sulla prima, se la differenza fra le due resistenze non sia almeno del 20%.

Per condizioni analoghe a quelle delle prove, è risultata efficace, come era da aspettarsi, la pulitura degli isolatori sotto tensione con getti d'acqua, il che permette di adoperare un numero di elementi minore di quanto sarebbe altrimenti consigliabile. Lo scopo principale delle prove, e cioè di determinare il tipo e il numero di isolatori da adoperare per il suaccennato costruendo impianto a 220 kV, è stato perfettamente raggiunto.

m. a.

UN AUTOCONDENSATORE (o

The Electrical Review, 29 novembre 1929 – A. Mortimer Codd.

L'A. ha voluto costruire un condensatore capace di fornire, per una data tensione di carica, parecchie tensioni diverse e ha chiamato auto-condensatore tale apparecchio, per una certa analogia con l'auto-trasformatore.

L'auto-condensatore è in fondo costituito da due o più condensatori in serie: se in un condensatore formato dalle armature A e B si interpone una terza armatura C (fig. 1), applicando

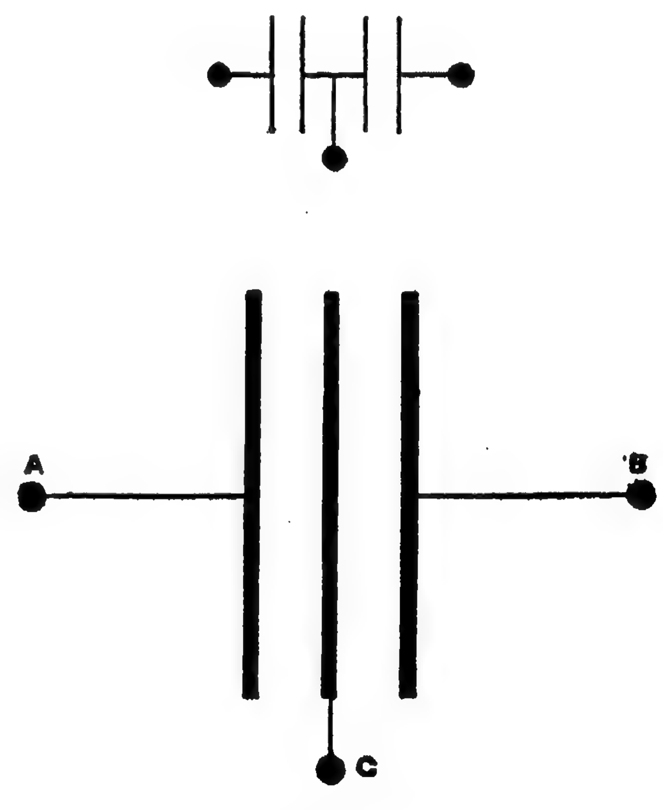


Fig. 1.

fra A e B una certa tensione si può ottenere fra A C o B C una tensione uguale a metà della principale. Analogamente, se l'armatura intermedia C è posta a distanze disuguali dalle armature principali, per es. in modo che la distanza fra B e C sia uguale a due volte quella fra A e C, la tensione che si ricava fra B e C sarà due volte quella fra A e C.

Con varie combinazioni, è evidente che dall'auto-condensatore si può ricavare qualunque tensione o corrente: però a differenza di quanto avviene nell'autotrasformatore, non si può ricavare dall'apparecchio una tensione o una corrente maggiore di quelle applicate; inoltre la corrente fra A e B è limitata dalla capacità del condensatore più piccolo della serie.

Nell'esempio della fig. 1 si vede che non si possono usare contemporaneamente le due prese di corrente fra C e A e fra C e B senza pericolo di mettere parzialmente in corto circuito

A e *B*. Questo inconveniente si può eliminare usando una seconda armatura intermedia *D*, disposta come indicato in fig. 2. In questo caso le tensioni fra *D* e *A*, *D* e *B*, *C* e *A*, *C* e *B* sono tutte eguali, ma spostando le armature intermedie verso l'una o l'altra delle principali, si possono ottenere tensioni varie secondo il bisogno; variando l'area di *C* e *D* si varia poi la corrente fornita. Si intende che l'applicazione può essere estesa inserendo, invece di due, più armature intermedie.

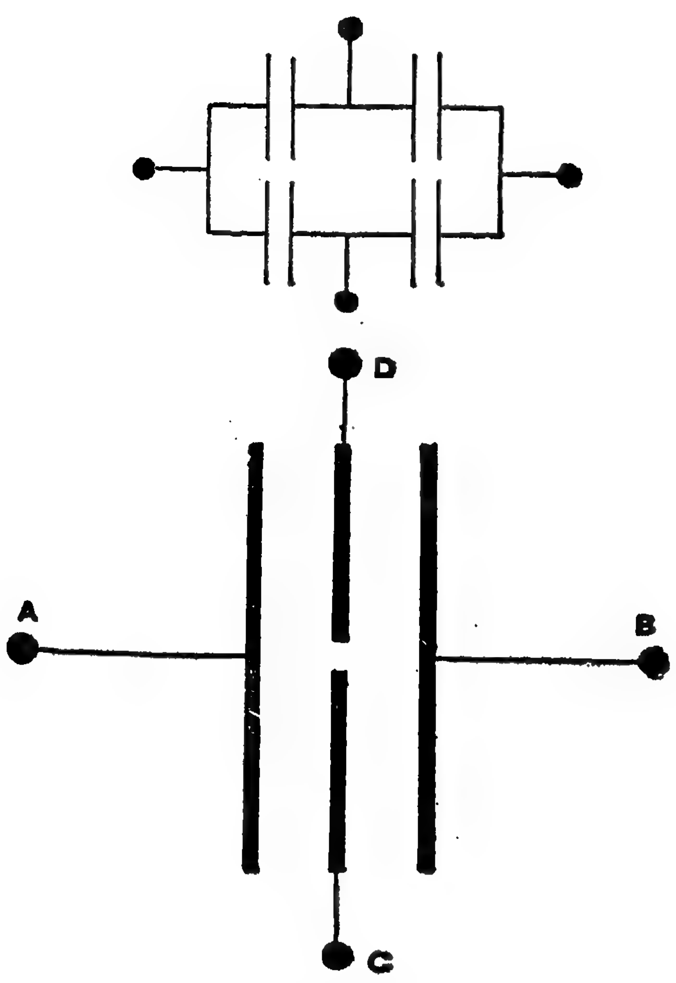


Fig. 2.

Il vantaggio dell'autocondensatore rispetto a più condensatori in serie che potrebbero fornire le stesse correnti e tensioni consiste unicamente nel fatto di poter avere con un solo apparecchio un numero considerevole di combinazioni, effettuando anche un'economia notevole di materiale.

m. a.

---

p) NORME PER L'IMPIEGO DELL'ELETTRICITÀ NELLE MINIERE BELGHE, FRANCESI E TEDESCHE

Engineering, 6 settembre 1929.

In questo articolo sono citati i risultati di una inchiesta che un incaricato dell'United States Bureau of Mines ha fatto in alcuni stati Europei circa le norme adottate per l'impiego dell'energia elettrica nelle miniere.

Nel Belgio, ove per altro tale impiego è assai limitato, le miniere sono classificate in due tipi: quelle non gassose e quelle gassose. Le miniere gassose si suddividono poi in « debolmente gassose », in « gassose » propriamente dette ed in miniere soggette ad improvvise eruzioni di gas. Quelle non gassose che contengono dal 15 al 22% di materiale volatile con sospensioni di pulviscolo di carbone si aggregano alla categoria delle miniere debolmente gassose, mentre quelle che superano il 22% di materiale volatile con sospensione di pulviscolo di carbone sono classificate nella categoria di quelle gassose propriamente dette. Nelle miniere ove sono permesse le lampade a fiamma libera è ammesso l'uso di motori elettrici e di accessori del tipo corrente. purchè questi siano debitamente protetti; invece nelle miniere gassose sono prescritte delle norme speciali e in quelle soggette ad improvvise eruzioni di gas ogni equipaggiamento elettrico è interdetto.

Le protezioni per gli apparecchi elettrici da impiegarsi nelle miniere gassose sono di tre tipi: anzitutto è definito un tipo a chiusura ermetica in cui la cassa è atta a resistere ad una pressione interna di 7,8 atm. oppure 5,9 atm. a seconda che il suo volume è maggiore o minore di 0,00195 m³. Un secondo tipo è quello chiuso, ma con aperture protette, in cui il complesso della cassa di protezione è atto a resistere allo scoppio di una miscela gassosa contenente il 10% di metano. Le aperture devono essere protette con strati di metallo non ossidabile di dimensione non inferiore a circa 5 cm e di spessore di almeno 0,5 mm, distanziati fra di loro da spessori pure di 0,5 mm. Inoltre le varie parti della cassa di protezione possono assere o avvitate (almeno 2 filetti) oppure bullonate (facendo la tenuta tra superfici lavorate della larghezza di almeno 25 mm, con distanza minima tra il foro del bullone ed il bordo di 10 mm) o infine il collegamento può avvenire per incastro tra superfici lavorate con una profondità di penetrazione del maschio di almeno 10 mm e con un gioco di non più di 0,25 mm. Sono escluse le guarnizioni di amianto e gomma e i fori dei bulloni o delle viti non devono essere passanti. Leve e tasti devono scorrere entro guarnizioni metalliche a tenuta della lunghezza di almeno 25 mm e gli ingrassatori non devono creare una discontinuità nella protezione. La tenuta fra l'albero di un motore e il rivestimento protettivo, quando essa è del tipo a collare, deve avere una lunghezza di almeno 50 mm con un gioco massimo di 0,5 mm. Sono pure ammesse speciali tenute a labirinto. Esistono poi norme particolari per l'attacco delle teste di cavo mentre non è detto nulla a riguardo delle messe a terra. Si noti che nelle miniere belghe viene in prevalenza adottata la corrente alternata e che è assai scarso l'impiego di locomotive a trolley ed in genere di locomotive elettriche.

In Francia invece le norme del 1911 vietano l'impiego di corrente elettrica in miniere cosidette gassose, mentre ne ammettono l'impiego nelle altre dividendo gli impianti elettrici in due categorie. Alla prima appartengono quelli a corrente alternata fino a 150 V e a corrente continua fino a 600 V e alla seconda gli impianti a voltaggio maggiore.

Per questi ultimi si prescrive una rigorosa messa a terra delle parti metalliche non percorse da corrente. Inoltre gli apparecchi devono essere protetti da una gabbia pure isolata che impedisca di toccare contemporaneamente una parte sotto carico con una messa a terra. Anche pannelli ed interruttori vanno protetti con uno schermo e dove esistono degli apparecchi non protetti, sul retro dei pannelli stessi è fatto obbligo di lasciare un passaggio accessibile di almeno m $0{,}83 \times 1{,}67$ chiuso da una porta munita di chiave. (Linee telefoniche e telegrafiche sono considerate come appartenenti al tipo di seconda categoria). Si noti però incidentalmente come il direttore del Comitato Centrale delle miniere di carbone in Francia affermasse che la sicurezza così raggiunta non fosse che assai relativa.

In Germania le norme governative del 1926 prescrivono tre tipi di protezione delle parti che possono sviluppare scintille. Il primo tipo consiste nell'allogarle in comparti stagni tali da resistere ad una pressione di 8,4 atm. se il volume interno supera 1 litro o una pressione di 3,1 atm in caso contrario. Anche qui non devono aversi nè fori nè bulloni passanti. Il secondo tipo consiste nel racchiuderle in protezioni di lamiera metallica delle dimensioni di almeno 50 mm per 0,5 mm di spessore.

L'ultimo tipo consiste nell'annegare sotto olio le parti che potessero scintillare.

Inoltre contatti a spina e valvole di sicurezza devono potersi manovrare solo a interruttore aperto e quest'ultimo deve essere pure schermato. Le norme tedesche permettono inoltre l'mpiego di locomotive a trolley nelle miniere e si avvicinano assai a quelle generalmente in uso negli Stati Uniti.

G.R.M.

È POSSIBILE RIDURRE IL COSTO DI PRODUZIONE DELL'ENERGIA TERMO-ELETTRICA? (q

Electrical World, 28 settembre 1929. – L. W. W. Morrow.

L'A. ha sottoposto sull'argomento 16 domande ad una serie di tecnici aventi particolare competenza in materia. Riportiamo le singole domande ed in sintesi le risposte ricevute.

1ª *domanda:* Sarà possibile ridurre nei prossimi anni sensibilmente il costo d'mpianto delle centrali?

Risposte: Le opinioni in merito sono divise. La possibilità di una riduzione di costi dipende: *a*) per quanto riguarda le singole centrali, dai risultati pratici che avranno certe installazioni semisperimentali, oggi in esercizio; *b*) per quanto riguarda le reti, dalle esigenze future del servizio e dallo sviluppo dei sistemi di trasmissione e distribuzione. Ad es., per ottenere la massima sicurezza di esercizio, una linea di trasmissione deve disporre di sorgenti di energia situate ogni 30-80 km. Altro esempio è dato dai nuovi sistemi di distribuzione a maglia e dalla cosidetta « sincronizzazione al carico » per le grandi metropoli. È ragionevole però attendersi nei prossimi cinque anni una riduzione del 5-10 % nei costi d'impianto.

2ª *domanda :* Vi è convenienza economica a « riabilitare » vecchie centrali in luogo di costruirne delle nuove?

Risposte : Queste sono molto divergenti fra di loro ed implicano, com'è naturale, una serie di riserve. Risulta comunque che in generale sarà opportuna esaminare la possibilità di rimodernare centrali la cui costruzione non rimonti ad oltre 10 o 15 anni. Una discreta percentuale di queste potrà essere rimodernata economicamente, in particolare se il loro costo originale è stato già in buona parte ammortizzato e se sono situate in posizione opportuna rispetto al baricentro del carico.

3ª *domanda :* Vi è convenienza economica nella sovrapposizione di un impianto ad alta pressione ad altro preesistente a bassa pressione?

Risposte: È dubbio se il sistema verrà applicato ad un numero rilevante fra le centrali in esercizio a bassa pressione. Esso è ancora allo stato sperimentale dal punto di vista economico e soggetto a perfezionamenti da quello tecnico. Il suo campo di applicazione sembra alquanto ristretto.

4ª *domanda :* Vi è convenienza a progettare le nuove centrali per la pressione di 85 atm. e la temperatura di 425°?

Risposte : La maggioranza fra queste ritiene che l'alta pressione abbia a trovare numerose applicazioni. Le opinioni in merito si basano su analisi fatte « sulla carta » perchè mancano ancora dati di esercizio sufficientemente accurati. Comunque fra non molto la questione sarà risolta in modo decisivo, dato che parecchie centrali ad alta pressione sono in avanzata costruzione: si calcola che dal 10 al 15% della potenza che verrà installata nei prossimi due o tre anni sarà prodotta da motrici ad alta pressione. Vi è però una forte corrente di tecnici la quale ritiene che una pressione compresa fra 30 e 40 atm. con una temperatura tra 425 e 480° sia nell'esercizio più economica e pratica che le altissime pressioni.

5ª *domanda :* È più conveniente economicamente progettare fin dall'inizio una centrale di grandi dimensioni e completarla via via secondo le necessità oppure costruire la centrale in modo che soddisfi solo alla richiesta immediata e far fronte alle espansioni future con la costruzione di altre centrali complete, nel luogo e nel momento più opportuni?

Risposte : Anche qui le opinioni non sono concordi. Il punto però su cui tutte sono d'accordo è che quando si progetta una centrale in vista di ampliamenti futuri, occorre fare le cose in modo che resti la massima libertà nella scelta delle modalità di tali ampliamenti.

6ª *domanda :* La pressione e la temperatura di massima convenienza economica, sono esse compatibili con la sicurezza e continuità dell'esercizio ?

Risposte : Queste naturalmente dipendono dai limiti ritenuti economicamente più convenienti. Tuttavia con un'accurata costruzione non è a credere che coll'aumentare della pressione e della temperatura la sicurezza debba diminuire: l'influenza sulla continuità dell'esercizio può invece esser materia di discussione.

7ª *domanda :* È possibile ridurre il macchinario e l'apparecchiatura di riserva nei sistemi di impianti con molte interconnessioni?

Risposte : Queste sono unanimi nel ritenere che con le interconnessioni debba accompagnarsi una maggiore semplicità degli impianti ed una riduzione nell'entità delle riserve. La soluzione migliore deve venire però suggerita caso per caso più dalle esigenze dell'esercizio che da considerazioni economiche.

8ª *domanda :* Nella costruzione di grandi centrali havvi convenienza economica nell'adozione di caldaie a forte produzione ?

Risposte : Molti tecnici oggi sono favorevoli al sistema « unitario »: una caldaia per una turbina. Le caldaie possono oggi venir costruite con tutta sicurezza per fortissime produzioni. L'adozione di tali unità porta una forte riduzione nel costo capitale per kW; altrettanto non può dirsi per l'esercizio e la manutenzione. È certo che nelle condizioni attuali degli impianti la continuità del servizio non giustifica produzioni unitarie delle caldaie eccessivamente elevate.

9ª *domanda :* Cos'è che offre le migliori opportunità di economie nell'erezione di una nuova centrale: il progetto, la costruzione o l'esercizio?

Risposte : Economie sensibili nei costi delle centrali potranno ottenersi soltanto attraverso radicali mutamenti nel progetto. Per quanto riguarda la parte costruttiva e l'esercizio non vi è gran che da migliorare. Nello stato attuale però di normalizzazione del macchinario, dell'apparecchiatura e della parte edile non è possibile realizzare in generale grandi economie.

10ª *domanda :* In quale direzione sono da attendersi le massime economie nel progetto di centrali termoelettriche?

Risposte : L'adozione di potenti unità generatrici, di caldaie a forte produzione, alte temperature, impianti all'aperto, schemi semplici ecc. sono criteri che guidano oggi il progettista ed hanno favorito lo sviluppo attuale. «Si può affermare che i costo di una determinata centrale dipende: *a*) dalla bontà del progetto; *b*) dall'abilità negli acquisti; *c*) dalla accurata costruzione del macchinario e dell'apparecchiatura; *d*) dall'efficienza dell'organizzazione nel montaggio dell'impianto.

11ª *domanda :* È in generale consigliabile, dal punto di vista del costo, far uso del minor numero possibile di unità, della massima potenza e della tensione più elevata, che il mercato può offrire?

Risposte : La maggioranza degli interpellati è favorevole alle grandi unità. Una buona regola economica ancor oggi valida è che nessuna centrale dovrebbe avere meno di due e più di cinque unità. Non vi è dubbio che le grandi unità hanno in molti casi dimostrato di essere anche le più convenienti economicamente.

12ª *domanda :* Sussiste la possibilità pratica ed economica di applicare i tipi di caldaie Benson, Loeffler e simili in centrali di grande potenza?

Risposte : Questi tipi sono ancora allo stato sperimentale e non può quindi ancora dirsi se siano adatti per sistemi importanti di reti. Comunque le esperienze finora fatte sembrano soddisfacenti e promettono di far realizzare forti economie.

13ª *domanda :* Nei grandi sistemi di reti è più conveniente far portare la base del carico dalla centrale di costruzione più recente oppure far funzionare ogni centrale nelle condizioni più prossime al carico economicamente più conveniente?

Risposte : Anche quì vi è forte divario tra le opinioni dei singoli. Una generalizzazione non è possibile. La decisione resta determinata dalle esigenze dell'esercizio e dal minimo costo complessivo dell'energia prodotta.

14ª *domanda :* È conveniente economicamente una maggiore automatizzazione per ridurre i costi di mano d'opera ed aumentare la bontà del servizio?

Risposte : L'automatizzazione degli impianti ha già raggiunto il suo massimo: questa almeno è l'opinione dei più. L'automatizzazione è giustificata solamente in quanto migliora la continuità del servizio o diminuisce i costi. Se la presenza di mano d'opera è per qualsiasi motivo necessaria, lo scopo dell'automatizzazione viene in buona parte a cessare.

15ª *domanda :* La tendenza attuale per il servizio di vaste zone è piuttosto verso l'accentramento della produzione entro supercentrali o verso la decentralizzazione in centrali di potenza ridotta?

Risposte : La qualità del servizio deve andare sempre perfezionandosi, mentre la possibilità di eliminare le interruzioni sulle linee di trasmissione può dirsi allo « statu quo ». Eguale soluzione viene quindi imposta sia da considerazioni economiche che dalle esigenze del servizio: una rete determinata darà un servizio migliore con parecchie centrali in posizione opportuna che con un'unica grande centrale. Ed anche il costo dell'energia distribuita riuscirà in questo modo minore. Tutto ciò presuppone naturalmente che il carico abbia concentrazioni determinate, distribuite in località convenientemente situate.

16ª *domanda :* È ben speso il denaro impiegato negli abbellimenti architettonici e nel prevedere ampio spazio per le manovre in centrale?

Risposte : I tecnici non sono inclini a commenti sull'architettura, ma insistono sull'importanza di riservare ampio spazio per il servizio. Troppo spesso la comodità e la sicurezza del personale sono state sacrificate per qualche inutile ornamento. Tuttavia si è gradualmente formato uno stile americano nella costruzione esterna delle centrali, che è un magnifico esempio di architettura razionale. Esso è tipicamente americano come l'architettura dei grattacielo, ed è assai superiore a quello delle centrali termiche estere.

M.

r) COME SI È INCORAGGIATO A BASILEA IL CONSUMO DI ENERGIA NOTTURNA

Elektrizitäts-Verwertung, dicembre 1929. – M. STIEFEL.

Trattasi di una conferenza data l'8 settembre 1929 dal direttore del Servizio elettrico di Basilea che riassumiamo ritenendo che quello che è stato detto può interessare anche noi in un momento in cui alla propaganda, allo studio di appropriate tariffe e alla ricerca di applicazioni utili e convenienti per le Società e per gli utenti, si dedicano maggiore attenzione ed attività.

In principio sono riassunte le variazioni dall'anno 1908 al 1928 subite dai fattori che caratterizzano l'utilizzazione dell'energia; noi li riportiamo in tabella per essere più brevi.

Anno	Consumo annuo per abitante per applicazioni domestiche e piccola forza motrice kWh	Consumo totale annuo per abitante kWh	Num. abitanti di Basilea	Richiesta totale d'energ. kWh	Punta del carico durante l'anno kW	Durata di utilizzazione della punta annuale h
1908	27	48	130.000	$7,8 \times 10^6$	3.380	2300
1928	175	700	152.600	130×10^6	25.000	5180

La utilizzazione della punta annuale è molto elevata e ciò è dovuto essenzialmente alla diffusissima utilizzazione dell'energia notturna, sopratutto con gli scalda-acqua per usi domestici. Nell'anno 1929 erano installati 8500 scalda-acqua elettrici, con una capacità complessiva di circa 1.160.000 litri: così ogni abitante disponeva giornalmente di circa litri 7,5 d'acqua calda a circa 90°, ma il consumo non superava i 4 litri per abitante.

Per rendersi conto dello sviluppo accennato bisogna quasi fare della storia e ritornare al 1912, quando Basilea inaugurò l'impianto senza serbatoio di Augst sul Reno e dovette preoccuparsi subito di collocare l'energia disponibile di notte. Non ebbe tempo di farlo completamente che sopraggiunse la guerra: i consumi e di conseguenza le utilizzazioni si abbassarono e bisogna aspettare fino al 1917 per vedere una ripresa dei consumi: questa era dovuta unicamente all'installazione di molte lampade, di cucine e di altri apparecchi elettrici di riscaldamento, in seguito alla sospensione della fornitura del gas per illuminazione e alla sua limitazione per gli usi domestici; d'altra parte anche i consumi per luce per l'industria venivano ridotti e di conseguenza si riduceva la punta ed aumentava sensibilmente l'utilizzazione delle centrali.

La durata di utilizzazione aumentò ulteriormente raggiungendo il massimo di 5320 h nel 1918 (v. fig. 1) che non si verificò più negli anni successivi, e ciò avvenne in seguito alle disposizioni delle Autorità, che intendevano far sentire il meno possibile alla popolazione il disagio conseguente alla mancanza di combustibile di ogni sorta. Non si ebbero però molte forniture per cucine, perchè la Società elettrica non era in grado di fornire di giorno tutta l'energia di cui queste avevano bisogno, nè poteva procurarsi altrove l'energia che le mancava; potè invece la Società approfittare delle circostanze per fermare l'attenzione de' suoi utenti sui vantaggi del riscaldamento elettrico dell'acqua ottenuto con apparecchi ad accumulazione che conservano calda l'acqua per i bisogni della giornata, dopo averla riscaldata di notte. A questo modo la Società riusciva ad utilizzare l'energia notturna, di cui ne aveva disponibile una grande quantità, e ad utilizzare la rete che di notte era poco carica; ciò le permise altresì di applicare una tariffa piuttosto bassa per questa utile applicazione.

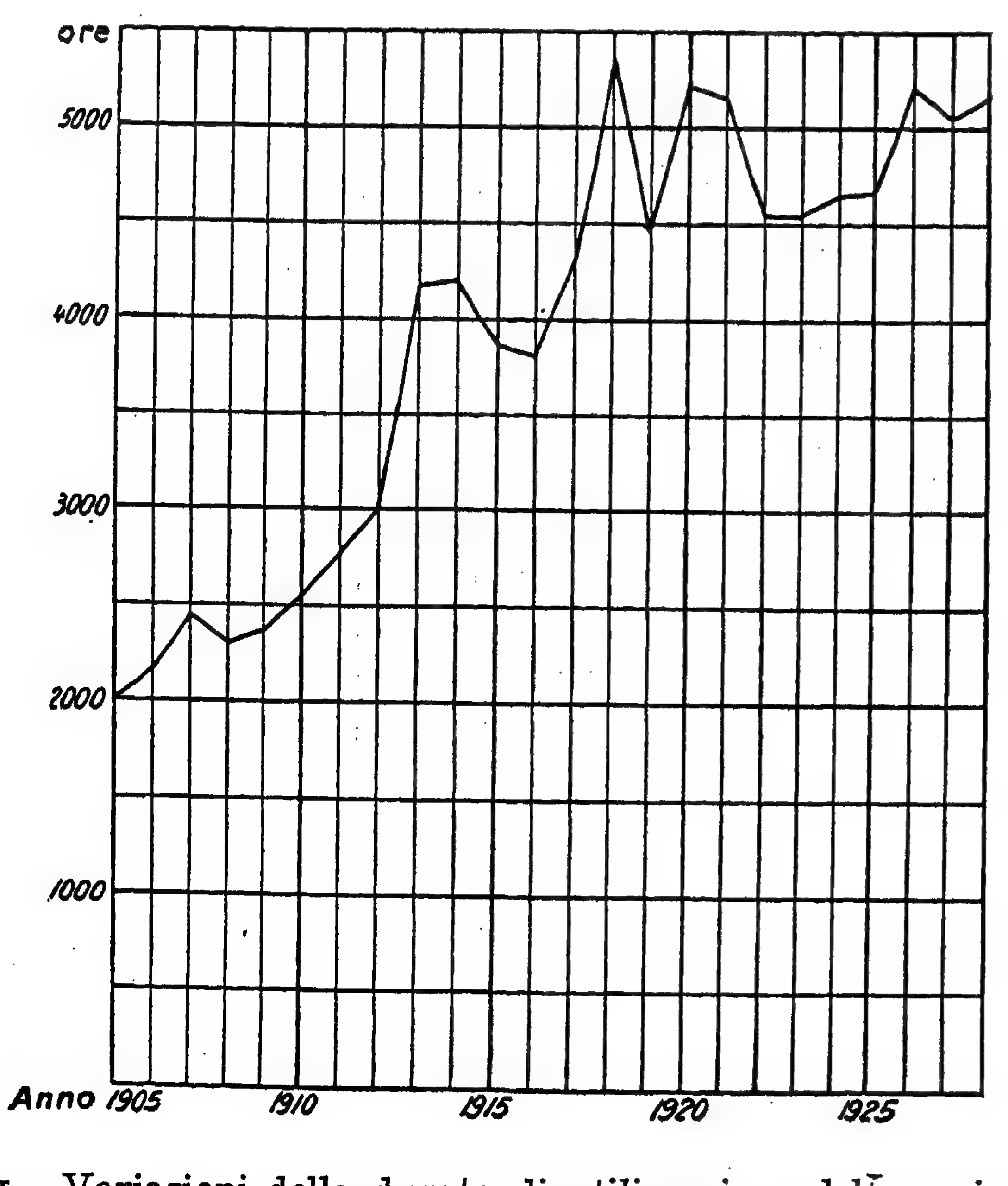


Fig. 1. - Variazioni della durata di utilizzazione del massimo carico annuale nelle centrali elettriche di Basilea.

È da osservare che la Società si era preoccupata anche prima della guerra di utilizzare l'energia notturna e a titolo di prova aveva installato alcuni scalda-acqua ad accumulazione e ne aveva curato poi anche direttamente il perfezionamento. Il rendimento de' primi apparecchi non era molto elevato e perciò, anche con una tariffa per il kWh di energia elettrica uguale ad un terzo del prezzo del mc di gas, l'applicazione non ebbe all'inizio un grande successo. Modesto successo si ebbe pure in seguito nel 1915, riducendo la tariffa dell'energia elettrica del 40 %, il che dimostrava che non era più una questione economica di spesa di esercizio la causa della limitata diffusione degli scalda-acqua elettrici ad accumulazione. La richiesta di energia per gli scalda-acqua si iniziò nel 1917 in seguito a penuria di combustibile, aumentò rapidamente nel 1918, essendosi resa più acuta la deficienza sopradetta, e continuò a crescere meno negli anni successivi, con una progressione però costante. Un elemento favorevole che ha veramente accelerato la diffusione degli scalda-acqua è stato la produzione di ottimi apparecchi da parte di una fabbrica di Basilea e la correntezza che la stessa ha dimostrato cogli utenti della Società distributrice: la casa costruttrice aveva intrapreso la fabbricazione di scalda-acqua elettrici ad accumulazione prima che ne venisse la richiesta da parte degli utenti e, quando questa venne, essa potè offrire un ottimo apparecchio; era inoltre pronta a riparare ogni difetto eventualmente presentato da' suoi apparecchi e potè così procurarsi una vasta clientela.

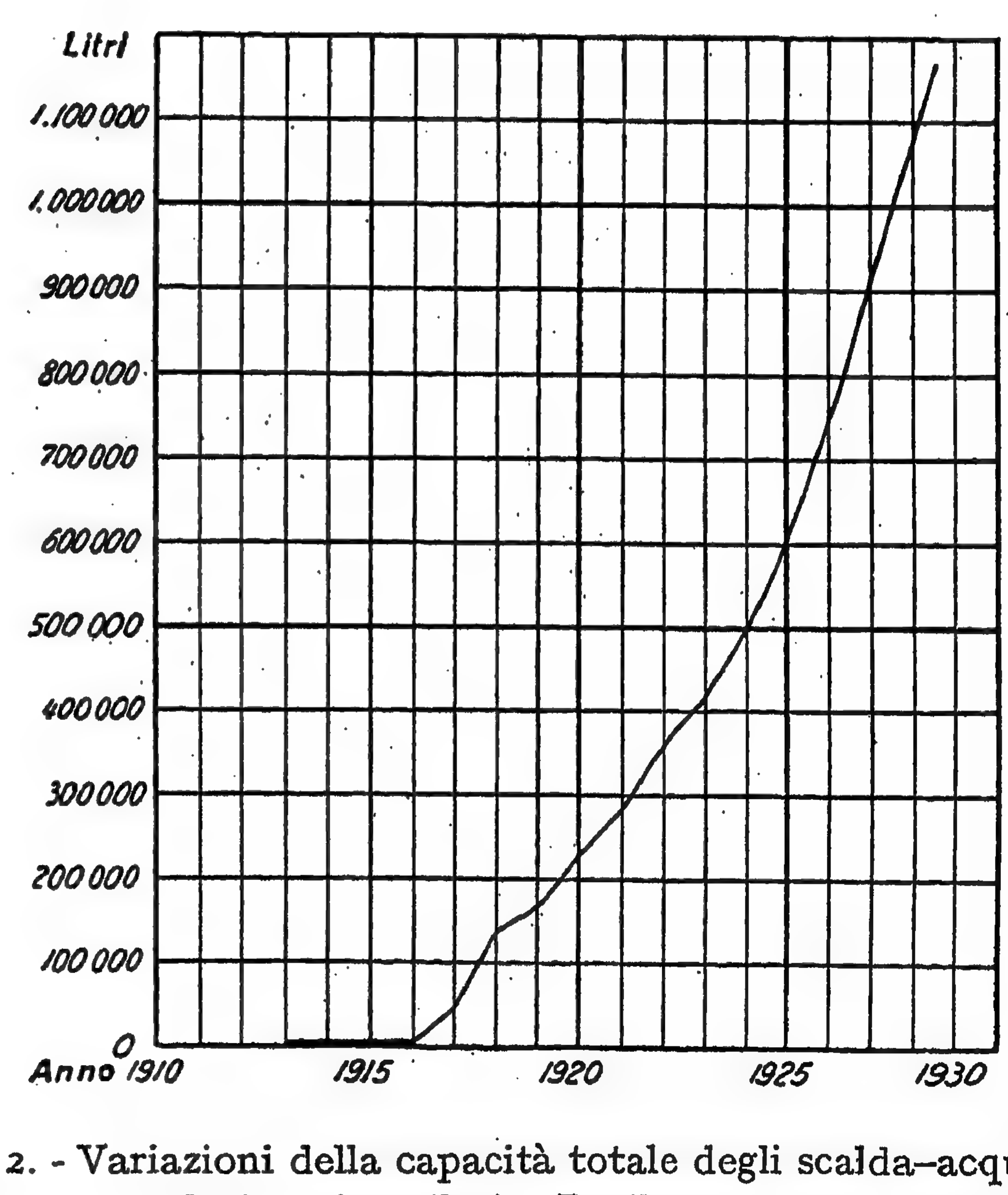


Fig. 2. - Variazioni della capacità totale degli scalda–acqua ad accumulazione installati a Basilea dal 1916 in poi.

Gli aumenti della tariffa per l'energia elettrica, che si ebbero successivamente, non ebbero nessuna influenza sulla diffusione dello scalda-acqua: lo sviluppo della capacità totale degli apparecchi installati andò sempre crescendo, come risulta dal diagramma della fig. 2, e fu invece la Società che dovette preoccuparsi della nuova condizione di cose e pensare a rendere facile e rapida la riduzione o addirittura la sospensione della fornitura di energia per scalda-acqua, in caso di siccità. Per questo scopo la Società incoraggiò e favorì l'installazione di pochi apparecchi di grande capacità piuttosto che di molti di piccola capacità. Soltanto in seguito alla conclusione di un contratto di acquisto di energia da un'altra Società, trovandosi ancora con una disponibilità di energia notturna, incoraggiò l'installazione anche di piccoli apparecchi da 30 e da 50 litri e stabilì

per questi una tariffa a forfait di circa 100 Fr. svizzeri per kW-anno. Questa tariffa è ancora in vigore, sebbene non abbia avuto il successo previsto; ma la Società per favorire la diffusione di questi apparecchi di piccola capacità e per aiutare gli installatori, ha messo in vigore il pagamento a rate trimestrali, per 6 anni, del costo complessivo dell'apparecchio e di tutte le spese per la sua installazione. A questo modo gli apparecchi di piccola capacità (vedi fig. 3) hanno pure avuto una larga diffusione.

Nell'anno 1929 la tariffa per scalda-acqua è stata variata, invece di un prezzo unico si è aumentato questo di un centesimo svizzero per l'inverno e lo si è diminuito di altrettanto per l'estate; tutto ciò è stato fatto allo scopo di aumentare i consumi dell'estate e limitare quelli dell'inverno.

La limitazione dell'orario di inserzione degli scalda-acqua è fatta con interruttori orari; per gli apparecchi che utilizzano l'energia nel pomeriggio del sabato e nella domenica, l'interruttore orario ha un quadrante speciale e il contatore

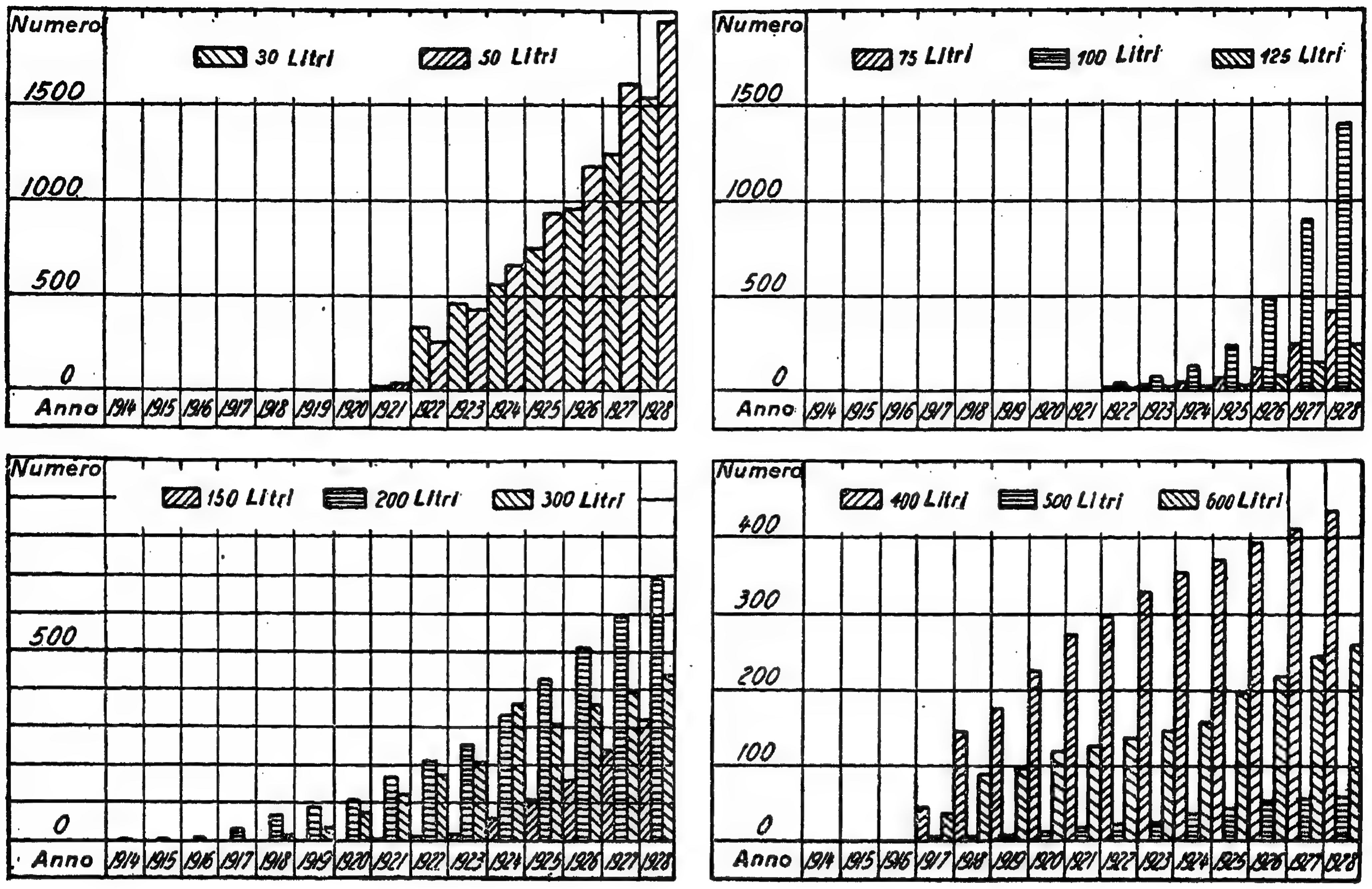


Fig. 3. - Variazioni del numero di scalda-acqua ad accumulazione installati a Basilea dal 1914 al 1928.

Sempre allo scopo di migliorare l'utilizzazione de' propri impianti, la Società ha cercato di utilizzare anche le grandi quantità di energia disponibili nel pomeriggio del sabato e nella domenica, cedendole ad una tariffa metà della normale praticata segna separatamente l'energia consumata durante la settimana e quella, a tariffa metà, consumata nel sabato e nella domenica.

Contemporaneamente alla fornitura di energia notturna per

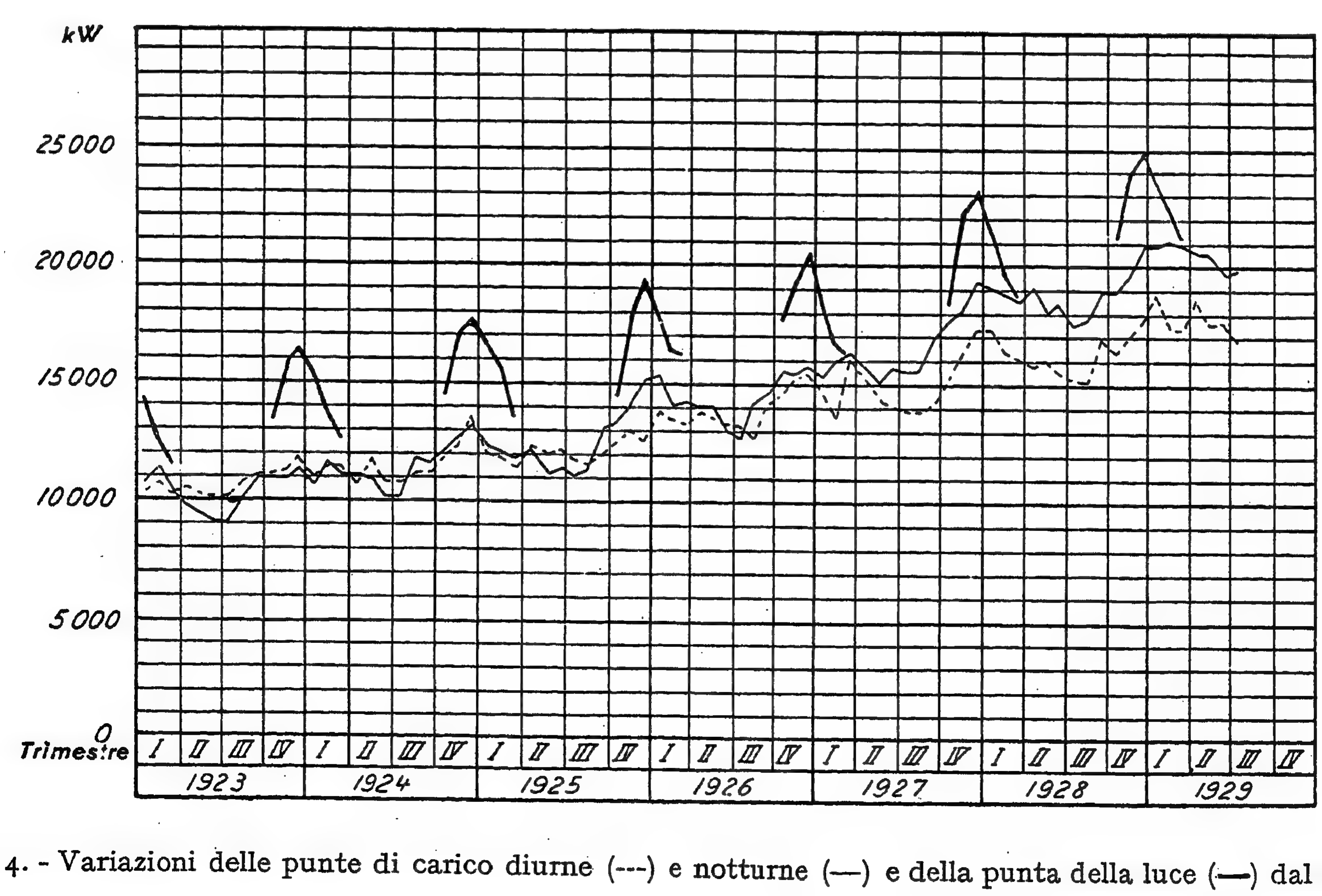


Fig. 4. - Variazioni delle punte di carico diurne (---) e notturne (—) e della punta della luce (—) dal 1923 al 1929.

per l'energia fornita di notte nel resto della settimana e permettendo all'utente di triplicare persino la sua richiesta di potenza. Ciò permette tuttora l'uso di scalda-acqua di piccola capacità che al sabato e alla domenica possono in poche riprese fornire l'acqua necessaria per diversi bagni, utilizzando l'energia ad una tariffa molto bassa.

scalda-acqua ad accumulazione, la Società aveva offerto a' suoi utenti, alla stessa tariffa, energia notturna per fornelli ad accumulazione; ma lo sviluppo rapido preso dagli scalda-acqua convinse la Società ad essere più prudente nell'accettare forniture per fornelli, per cui il loro numero e la loro potenza crebbero lentissimamente (alla fine del 1928 erano 716 con una

potenza di 2400 kW). Nel 1929 poi la Società ha chiesto per le stufe ad accumulazione la stessa tariffa a forfait applicata agli scalda-acqua da 30 e 50 litri, da pagare però anticipatamente, ma non c'è stata grande richiesta di energia. Tra gli apparecchi che utilizzano di notte l'energia elettrica, c'è ancora il forno da pane, ma anche questo, nonostante la tariffa bassa, non ha avuto grande diffusione: alla fine del 1928 vi erano in Basilea soltanto 34 forni elettrici con una potenza complessiva di 1100 kW.

Risulta da quanto detto che il contributo al consumo dell'energia notturna è stato dato a Basilea quasi esclusivamente dagli scalda-acqua, che nel 1928 hanno consumato $21,8 \times 10^6$ kWh con una potenza che si è calcolata di kW 11.800 e con una utilizzazione del $(60 \div 65)\%$ riferita al massimo consumo possibile.

Di fronte a questo sviluppo rapido di applicazioni che utilizzano l'energia notturna, si può anche pensare ad un aumento del carico della notte fino a superare quello diurno. Dalla fig. 4 si rileva come già dal 1924 il carico notturno rilevato alle ore 2 risultasse superiore a quello diurno misurato alle ore 10; oggi il carico notturno raggiunge il 115% del carico diurno. Però dalla stessa fig. 4 e dalla fig. 5, risulta anche che il carico notturno è ancora inferiore alla punta del carico luce di circa 4000 kW.

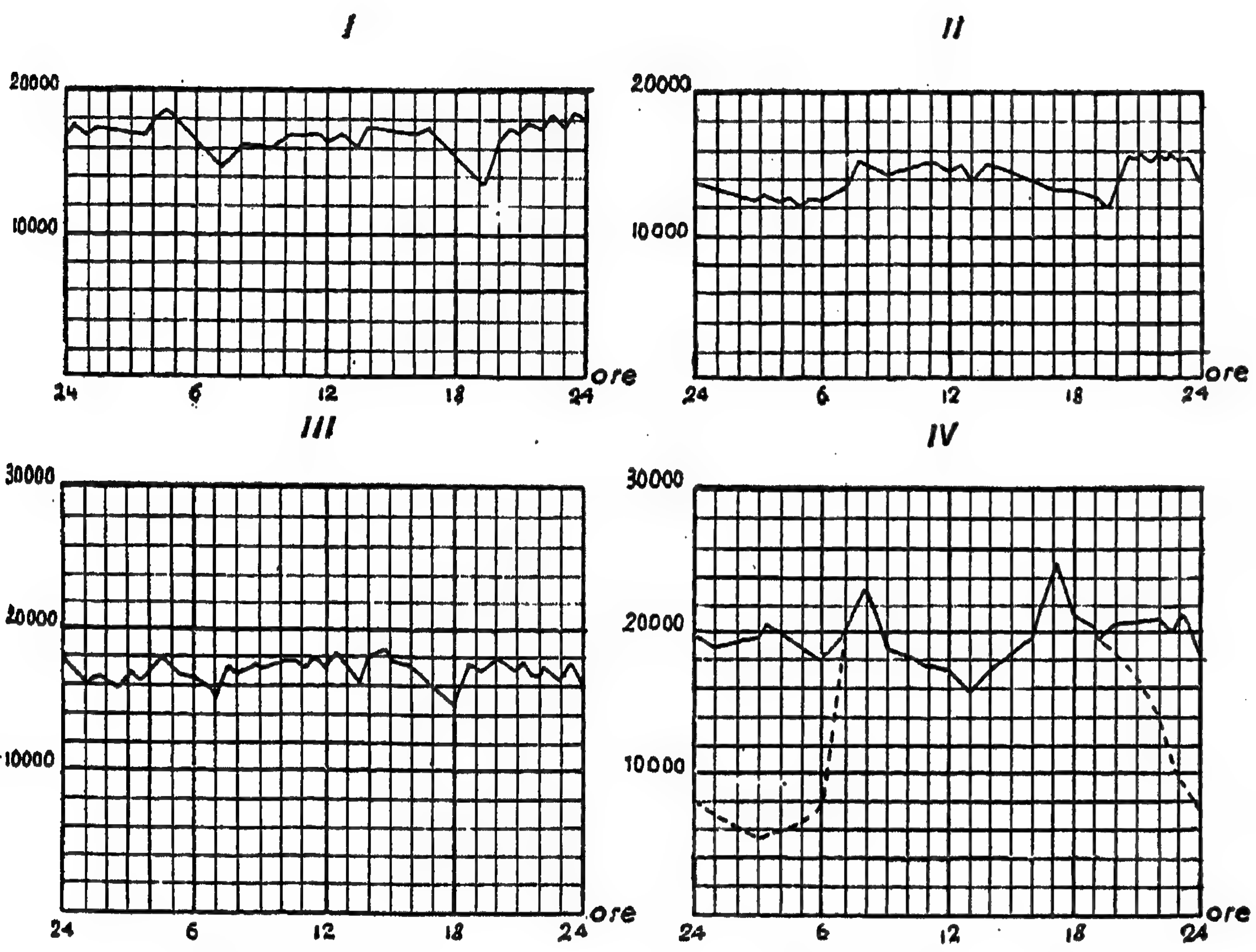


Fig. 5. - Diagrammi di carico giornalieri delle centrali elettriche di Basilea nel 1928:

I. Diagramma giornaliero medio di Aprile.
II. Diagramma del giorno di minimo carico.
III. Diagramma giornaliero medio di Settembre.
IV. Diagramma del giorno di massimo carico.

I primi impianti di scalda-acqua erano provvisti di apparecchi di grande capacità, oggi prendono grande sviluppo gli apparecchi da 30, 50 e 75 litri, che sono installati di solito nei quartieri operai: questo fatto determina una ripartizione regolare del carico sulle diverse reti di distribuzione. La Società ha poi pensato a conservarsi la facoltà di stabilire la potenza degli scalda-acqua, in modo che una parte funziona per tutta la notte ed una parte soltanto per metà della notte; questo permette di regolare il diagramma di carico notturno rendendolo per quanto possibile costante. I primi due diagrammi della fig. 5, che si riferiscono ad un giorno medio di primavera e ad uno di autunno, sono addirittura diagrammi ideali; il quarto diagramma fa vedere infine quale parte del carico notturno viene utilizzato dagli apparecchi ad accumulazione e da' forni da pane. Il vantaggio offerto dagli scalda-acqua di poter regolare il diagramma di carico delle centrali, mantenendolo press'a poco costante, porta ad una utilizzazione così elevata che permette alla Società di stabilire tariffe piuttosto basse per le applicazioni termiche; queste tariffe permettono quasi sempre di mantenere la concorrenza con altri sistemi di riscaldamento.

Nuove tariffe sono state studiate per le applicazioni termiche nella piccola industria e per la cucina e con esse la Società, dando sviluppo ad applicazioni che richiederanno notevoli quantità di energia, cerca di conservare con le sue nuove disponibilità, le condizioni di utilizzazione che ha attualmente.

f. j.

Pubblicazioni

DI TUTTE LE PUBBLICAZIONI INVIATE ALLA RIVISTA IN DOPPIO ESEMPLARE VERRÀ FATTO UN CENNO BIBLIOGRAFICO.

MINISTERO DEI LAVORI PUPPLICI - SERVIZIO IDROGRAFICO: *La produzione di energia elettrica in Italia nel* 1928. Pubbl. n. 11 del S. I. Fasc. 4 (Roma - Provveditorato dello Stato - Libreria 1929. A. VII. Prezzo L. 15).

La statistica della produzione di energia elettrica iniziata fin dal 1920 dal Servizio Idrografico è una preziosa miniera di dati per quanti s'interessano di questa fonte di energia che ha tanta importanza per l'economia nazionale.

La relazione compilata come sempre dal Chiarissimo Prof. Giulio De Marchi sviluppa i concetti seguiti nell'elaborazione dei dati.

Essa fornisce la situazione degli impianti per produzione di energia elettrica alla fine del 1928 e il loro sviluppo dal 1920 al 1928.

La statistica si riferisce a 1070 Centrali aventi una potenza installata di 3.556.000 kW, della quale 2.910.000 kW negli impianti idroelettrici e 646.000 kW negli impianti termoelettrici.

La produzione di energia effettuata nel 1928 dalle Centrali considerate in questa statistica fu di kWh 8929 milioni dei quali 8694 milioni negli impianti idroelettrici e 235 milioni prodotti dagli impianti termoelettrici.

L'analisi della produzione, gli scambi di energia tra regione e regione, il funzionamento delle riserve idrauliche, l'impiego dell'energia, argomenti del massimo interesse, sono trattati con ampiezza e chiarezza di sintesi.

Diversi prospetti statistici arricchiscono e completano questo utilissimo volume, e, insieme coi numerosi grafici, danno sinteticamente un'idea precisa dello stato attuale della produzione di energia elettrica in Italia.

***

EDMOND MARCOTTE: *Les matériaux des Constructions civiles et des Travaux publics.* - Tome II: « Les Liants ». — (Gauthier, Villars et C.ie, Paris, 1929).

In questo II° volume del suo trattato sui materiali da costruzione (il I° riguardava le pietre naturali ed artificiali da costruzione) il Marcotte si occupa dei materiali agglomeranti (calci, *cementi*, bitumi, ecc.). La maggior parte del libro è dedicata ai cementi e in essa l'A. tratta diffusamente e con chiarezza dei metodi di fabbricazione, dei requisiti, delle prove e dei modi di impiego di questo importantissimo materiale.

Più concisa e sommaria è la trattazione che riguarda gli altri materiali leganti.

Un breve capitolo preliminare, ricco tuttavia di dati utili ed interessanti, è dedicato allo studio delle sabbie e delle malte.

Il libro è redatto in forma piana secondo uno schema molto razionale ed è corredato di dati sicuri e assai utili che l'A. ha tratto in buona parte dalla propria esperienza personale, valendosi dei risultati di numerosissime prove e ricerche che ha avuto occasione di compiere nel Laboratorio prove dell'« Ecole nationale des Ponts et Chaussées » ch'egli dirige.

È da augurarsi che l'opera del Marcotte venga completata al più presto possibile, almeno nelle sue parti essenziali, con la sollecita pubblicazione del terzo volume relativo ai calcestruzzi, il quale, dal lato pratico, costituirà certamente la parte più preziosa del pregevole trattato.

***

WERNER SKIRL: *Wechselstrom-Leistungsmessungen.* - (Edit. Julius Springer, Berlino, 1930).

Questo libro che appare nella sua terza edizione, si occupa in forma piana e facilmente accessibile, di quanto può interessare per la misura delle correnti alternate.

L'A., specie nei numerosi esempi che illustrano il testo, basa il suo studio su quello degli apparecchi di misura di una sola Ditta, giustificandosi coll'asserire che gli strumenti forniti dalle altre case costruttrici differiscono tra di loro più nella

forma che nella sostanza. Ad ogni modo il libro non ha pretese scientifiche, ma vuole essere una esposizione chiara ed utile per chi si occupa praticamente dell'argomento in questione.

Il testo si inizia con uno studio generale sulla causa degli errori degli apparecchi di misura, cui fa seguito un accenno all'uso delle relative tabelle di correzione. Indi l'A. riassume la descrizione dei vari tipi di misuratori di potenza, trattandoli separatamente sia dal punto di vista costruttivo che da quello elettrico per quanto concerne il loro differente schema interno e dà poi il modo di determinarne le singole costanti di misura. In questo capitolo vengono trattati separatamente i misuratori di potenza attiva da quelli di potenza reattiva ed il testo è completato con tabelle e dati sperimentali.

Fa seguito uno studio dei vari tipi di istrumenti di misura di corrente, di tensione, del fattore di potenza, di frequenza nonchè un breve cenno sugli apparecchi per la determinazione del senso di rotazione dei campi rotanti.

L'A. passa quindi ad esaminare i vari tipi di riduttori di corrente e di tensione facendo precedere questo studio da una esposizione sommaria della teoria delle misure elettriche indirette, degli errori e delle correzioni relative.

Segue poi un indirizzo generale sul concetto informatore che deve guidare l'operatore, dando a tale proposito alcune regole pratiche per la esecuzione materiale delle varie operazioni. In un capitolo successivo vengono trattati in modo più dettagliato i vari sistemi di misura relativi ai circuiti monofasi, nonchè quelli della potenza attiva e reattiva e del fattore di potenza medio dei circuiti trifasi. A questo capitolo fa seguito una serie di schemi riguardanti i vari collegamenti pratici da adottarsi a seconda dei singoli metodi ed apparecchi impiegati.

Per ultimo l'A. si occupa brevemente della determinazione delle perdite a vuoto in un cavo elettrico, ed in modo più esteso della taratura degli apparecchi di misura, specie per quanto concerne quella dei contatori.

NOTIZIARIO

a)

GLI IMPIANTI DI BRUSIO

Riferendoci al notiziario comparso sotto questo titolo nel numero di dicembre 1929 della Rivista (pag. 1289), va chiarito che l'impianto di Poschiavino è della Società Lombarda per Distribuzione di Energia Elettrica e non della Società Forze Motrici di Brusio, come potrebbe sembrare dal testo. Il periodo di 25 anni accennato nel notiziario stesso è quello della fondazione della Società Forze Motrici di Brusio, e non quello di esercizio degli impianti, alcuni dei quali sono entrati in servizio recentemente.

b)

DIMINUZIONE NELLA COSTRUZIONE DI NUOVI IMPIANTI IDROELETTRICI AGLI STATI UNITI

Secondo una recente statistica della *N. E. L. A.* vi è stata nel 1929 agli Stati Uniti una sensibile diminuzione nella costruzione di nuovi impianti idroelettrici. La potenza totale del nuovo macchinario installato non eccede probabilmente i 250.000 kW, contro i 619,000 kW che furono installati nel 1928.

Per contro è stato sensibile l'aumento nelle costruzioni di impianti termoelettrici. Uno di questi, posto vicino a Chicago, contiene il gruppo turbogeneratore più grande che sia stato finora messo in esercizio: questo gruppo, della potenza di 208.000 kW, rappresenta da solo il 20% dell'aumento avutosi durante il 1929 nella potenza del macchinario installato.

c)

EFFETTI DI UNA TEMPESTA DI NEVE SU LINEE ELETTRICHE

Le tempeste che infuriarono agli Stati Uniti dal 16 al 31 dicembre scorso nella regione dei laghi e negli Stati di New York e New England provocarono l'interruzione del servizio in numerosissime linee di trasmissione e distribuzione e circuiti telefonici. I danni più gravi furono causati dai sovraccarichi di neve ghiacciata, che produssero la rottura di conduttori e sostegni e la caduta di rami spezzati sulle linee.

Per rimettere in efficienza gli impianti si dovette lottare con difficoltà formidabili, e solo a Natale si potè riprendere il servizio in molte località.

L'impianto di Grand Island subì il rovesciamento di nove grandi torri successive, poichè spesso la rottura di un sostegno provocò quella degli adiacenti; così in una linea telefonica in New York caddero ben 50 pali in fila. Anche i pali tubolari d'acciaio si rovesciarono in gran numero. I sostegni d'amarraggio resistettero per lo più alla rottura dei conduttori; non così quelli di sospensione.

I PIU' GRANDI INTERRUTTORI IN OLIO (d

I più grandi interruttori in olio che finora esistano sono forse quelli che una grande casa americana ha costruito recentemente per la Public Service Electric and Gas Company di Newark, N. J.

Gli interruttori sono destinati a un impianto di grande potenza a 220 kV e sono garantiti per una capacità di rottura di 3.000.000 di kVA; la corrente normale è di 600 A.

LA PARTECIPAZIONE ITALIANA ALL'INDUSTRIA ELETTRICA IN GRECIA (e

Un prestito di Lst. 180.000 (pari a circa 17 milioni di lire italiane) è stato accordato dalla Compagnia Italo-Belga C.I.B.E. presieduta dal Conte Volpi, e dalla Banca Nazionale di Grecia alla « Compagnie Hellenique d'Electricité ». Quest'ultima ha una importante partecipazione nella Compagnia Inglese che ha praticamente il monopolio dell'energia elettrica distribuita ad Atene e che viene prodotta nella centrale termica costruita nel porto del Pireo. Questa centrale, modernamente attrezzata, ha una potenza di 45.000 kW.

La « Compagnie Hellenique » possiede anche gli impianti di distribuzione di Calamata e dintorni, Tripolis, Argas, Nanplia, Lontraki nel Peloponneso, Giannina nell'Epiro, Calcis, Edipso nell'Eubea, Argostili e Zante nell'Jonio.

In questi centri i consumi sono stati finora modesti, ma essi sono destinati ad un rapido incremento, trattandosi di centri abitati di una certa importanza. Inoltre all'incremento dei consumi contribuirà anche il diffondersi dell'impiego dell'energia elettrica come forza motrice, che oggi in Grecia è appena agli inizi.

La C.I.B.E. partecipa al Consiglio di Amministrazione della « Compagnie Hellenique » con due consiglieri italiani e collaborerà, con personale italiano, all'amministrazione e alla direzione tecnica della Società.

Sen. Prof. O. M. Corbino, *Direttore* — Arti Grafiche E. CALAMANDREI & C. - MILANO — Ettore Cesari, *Redattore-Capo Responsabile*
Fotoincisioni della « Zincografica » - Milano.

L'ENERGIA ELETTRICA

SOMMARIO del N. 2 del 1930

(da pag. 91 a pag. 182)

MILANO
Febbraio 1930 - Anno VIII

Fascicolo II
Volume VII

L'Energia Elettrica

UFFICIALE PER GLI ATTI DELL'UNIONE NAZIONALE FASCISTA INDUSTRIE ELETTRICHE (UNFIEL)
E DELLA FEDERAZIONE NAZIONALE FASCISTA GRUPPI REGIONALI IMPRESE ELETTRICHE (FENAGRIEL)

Direttore: SENATORE PROF. O. M. CORBINO

F. RASETTI

ISTITUTO DI FISICA DELLA R. UNIVERSITÀ DI ROMA

La nuova teoria elettronica dei metalli

I. INTRODUZIONE.

Negli ultimi decenni del secolo scorso sorse e si affermò saldamente tra i fisici la convinzione che il trasporto della elettricità nei conduttori metallici fosse operato da particelle cariche non legate alla particolare natura chimica del corpo. Ciò era suggerito dal fatto che il passaggio della corrente elettrica nei metalli non dà luogo al trasporto di materia che si osserva nei conduttori elettrolitici.

Al principio del secolo presente, scopertosi l'elettrone come costituente unico ed universale della elettricità negativa, identico nella massa e nella carica elettrica qualunque sia la materia di cui esso fa parte, apparve naturale identificarlo senz'altro come il portatore della elettricità attraverso ai metalli; i quali si chiamarono appunto *conduttori elettronici*.

A sostegno di questa concezione stanno i fenomeni termoionici e fotoelettrici. È ben noto che un metallo qualsiasi portato ad una temperatura sufficientemente elevata, oppure illuminato con luce di conveniente lunghezza d'onda, emette degli elettroni. La quantità che se ne può estrarre è illimitata, purchè essi vengano riforniti nel metallo mediante un conduttore percorso da corrente.

Dovremo allora immaginarci un metallo come un insieme di atomi, ordinati nello spazio in struttura regolare, costituendo quello che si chiama un *reticolo cristallino* (tutti i metalli hanno una struttura macro– o micro–cristallina, quindi parleremo sempre di un cristallo); e una nuvola di elettroni, non vincolati ad un particolare atomo, ma circolanti in moti irregolari da una parte all'altra del metallo, come le molecole di un gas contenuto in un recipiente. Le pareti del recipiente, in questo caso, sono le pareti che limitano il metallo, dalle quali l'elettrone normalmente non può uscire, perchè non possiede l'energia sufficiente a superare il salto di potenziale elettrico che ha sede nella superficie stessa.

Abbiamo parlato di reticolo di atomi, ma avremmo dovuto più esattamente parlare di reticolo di *ioni*, in quanto che, se il pezzo di metallo che consideriamo è elettricamente neutro, e vi sono nell'interno degli *elettroni liberi*, gli atomi dovranno essere, tutti o almeno in parte, ionizzati, in modo da avere perduto complessivamente tali elettroni.

Gli ioni positivi saranno suscettibili di oscillazioni intorno alle loro posizioni di equilibrio. Tali oscillazioni saranno tanto più ampie quanto più alta è la temperatura, e la loro energia costituirà parte della energia termica del corpo.

Queste sono le idee generali sulla natura dei metalli, sopra le quali negli ultimi anni del secolo scorso vari fisici teorici, quali Riecke, Drude e Lorentz, si accinsero a costruire una teoria completa delle proprietà elettriche e termiche dei conduttori elettronici. Si ottenne un certo successo nelle prime applicazioni, ma allorchè la teoria fu sviluppata in tutte le sue conseguenze, apparvero divergenze insanabili tra i risultati dei calcoli e le esperienze. Il calcolo teorico della costante di Wiedemann e Franz, il rapporto costante tra la conducibilità termica ed elettrica, dette un valore eguale a circa metà di quello osservato sperimentalmente per una grande quantità di metalli. Non si riuscì a spiegare con ipotesi ragionevoli sopra la dipendenza della densità di elettroni liberi dalla temperatura i fenomeni termoelettrici. Il paramagnetismo indipendente dalla temperatura, di alcuni metalli, e il ferromagnetismo in generale, restarono come fenomeni di origine completamente misteriosa.

Ma oltre a tutti i fatti accennati, quello che screditò completamente la teoria elettronica dei metalli fu l'assenza, constatata sperimentalmente, di un *calore specifico degli elettroni liberi*. Per spiegare la conducibilità elettrica, i fenomeni termoelettrici, ecc., occorre supporre che il numero degli elettroni liberi sia dell'ordine di grandezza di uno per ogni atomo. Il calore specifico del corpo sarà la somma di quello del reticolo cristallino e di quello degli elettroni liberi; ciò che equivale a dire, che se si somministra al metallo una certa quantità di energia sotto forma di calore, parte ne verrà impiegata nell'aumentare l'ampiezza delle oscillazioni degli ioni, e parte nel rendere più rapidi i moti termici del gas di elettroni. Ora, il calore specifico di un solido (riferito al grammo-atomo) senza tener conto degli elettroni liberi si trova teoricamente essere uguale a $3\,R$, dove R è la costante dei gas. Ciò è verificato per la maggior parte dei metalli e si suole esprimere con la legge di Dulong e Petit. Ma il gas elettronico dovrebbe avere un calore specifico (a volume costante) per grammo-molecola uguale a $3\,R/2$, come ogni gas monoatomico, e quindi, nell'ipotesi che vi sia un elet-

trone libero per ogni atomo, il calore specifico del metallo dovrebbe essere $3\ R + 3\ R/2 = 9\ R/2$, in completo contrasto con l'esperienza.

Nel 1913 cominciò quella grande rivoluzione nelle concezioni della fisica che prese il nome di teoria dei quanti. L'attenzione dei fisici teorici di tutto il mondo venne concentrata sui problemi della struttura dell'atomo, e la teoria dei metalli venne messa in disparte. Intanto, nel laboratorio di Kamerlingh Onnes a Leida si scopriva il nuovo e stupefacente fenomeno della *sopraconduzione*: un nuovo e più arduo enigma da risolvere per chi volesse riprendere le teorie di Drude-Lorentz sui conduttori elettronici.

Con le concezioni quantistiche, che raggiungevano nel 1926-27 l'assetto completo della nuova meccanica di Heisenberg e di Schrödinger, tutti i fenomeni dell'atomo o molecola isolati, o costituenti gli individui di un gas, di un liquido o di un cristallo isolante, venivano sostanzialmente spiegati. Tale vastità di applicazione delle nuove teorie le faceva supporre feconde di resultati anche nel campo dei fenomeni di conduzione elettronica; e infatti, dal 1927 al 1929, veniva finalmente costruita una teoria soddisfacente del comportamento degli elettroni nei metalli, principalmente per opera di Pauli, Fermi e Sommerfeld.

Si stabiliva così che la concezione del metallo come un gas di elettroni che riempie un reticolo cristallino di ioni non è in contraddizione con l'esperienza, purchè agli elettroni si applichino le leggi quantistiche, anzichè quelle della meccanica classica. Queste leggi provocano modificazioni profonde nel modo di interazione fra le particelle individuali in un'assemblea di atomi o di elettroni. Ne risultano quindi nuove leggi *statistiche* e, in particolare, una nuova *teoria cinetica dei gas*.

2. La statistica classica.

Sarà qui opportuno richiamare i principi fondamentali della teoria statistica classica di Maxwell-Boltzmann del gas perfetto monoatomico. In questa teoria si suppone il gas costituito da N particelle materiali puntiformi (cioè si trascura in prima approssimazione il volume occupato dalle particelle), di massa m, non esercitanti tra di loro alcuna forza, e vincolate soltanto a essere contenute entro a un certo volume V; e si assegna il valore dell'energia totale W, che sarà tutta energia cinetica, non avendosi energia potenziale. Prendiamo un sistema di assi cartesiani ortogonali, e siano ξ, η, ζ le componenti della velocità di una molecola. Possiamo rappresentare questa terna di valori come un punto in uno spazio, detto spazio delle velocità, in cui siano prese per coordinate ξ, η, ζ. Il punto si chiamerà il *punto rappresentativo* della molecola all'istante considerato. La sua posizione determina la velocità della molecola in grandezza e direzione. Ripetiamo questo procedimento per tutte le N molecole del gas. Se si tratta di un grammo-molecola, N sarà eguale al numero di Avogadro, $6{,}06 \times 10^{23}$; avremo allora, nello spazio delle velocità altrettanti punti rappresentativi.

La densità dei punti rappresentativi varierà da un luogo all'altro nello spazio delle velocità, e il problema fondamentale della teoria statistica sarà quello di trovare quale sia la *distribuzione di densità* che corrisponde allo stato del gas in equilibrio termico a una certa temperatura. Si fa allora l'ipotesi naturale che lo stato di equilibrio termico corrisponda alla distribuzione che si può realizzare nel massimo numero di modi, o, come anche si dice, alla distribuzione più probabile.

Se si fa il calcolo per un gas perfetto monoatomico, assegnato il volume V, l'energia W e il numero delle molecole N, si trova che la densità f nello spazio delle velocità, che corrisponde alla distribuzione più probabile, è data, nel punto di coordinate ξ, η, ζ, da:

$$f = \frac{N\ m^{3/2}}{(2\ \pi\ k\ T)^{3/2}}\ e^{-\frac{m\,(\xi^2 + \eta^2 + \zeta^2)}{2\ k\ T}} \qquad (1)$$

Questa è la celebre legge di distribuzione di Maxwell. Segue dalla (1) che il gas soddisfa all'*equazione di stato* che lega la pressione p, il volume V e la temperatura assoluta T:

$$p\ V = k\,N\,T$$

e quindi la costante k che figura nella formula — detta la costante di Boltzmann — si identifica come il rapporto fra la costante dei gas riferita al grammo-molecola R, e il numero di Avogadro N.

L'energia del gas risulta essere:

$$W = \frac{3}{2}\ k\ N\ T \qquad (2)$$

e quindi il calore specifico a volume costante c:

$$c = \frac{d\,W}{d\,T} = \frac{3}{2}\ k\ N = \frac{3}{2}\ R \qquad (3)$$

La statistica classica ci dà dunque il risultato, espresso dalla (2), che ad ogni grado di libertà del sistema compete l'energia cinetica media $k\ T/2$, ciò che si suol chiamare il *principio dell'equipartizione dell'energia*. Il nostro gas ha $3\ N$ gradi di libertà, quindi un'energia cinetica $3\ k\ N\ T/2$.

Tutto ciò, applicato ai gas ordinari, dà risultati in accordo con l'esperienza; ma abbiamo già accennato come sia inconciliabile con le proprietà dei metalli l'attribuire al gas elettronico una energia $3\ k\ N\ T/2$. Dovremo pertanto modificare la teoria in modo sostanziale.

3. Il principio di Pauli e la statistica di Fermi.

La teoria dei quanti, feconda di infinite applicazioni nei fenomeni che riguardano la struttura degli atomi o delle molecole, ha insegnato che le particelle elementari che compongono i corpi, anzichè seguire le leggi della meccanica classica, si possono trovare esclusivamente in certi stati determinati, chiamati *stati quantici*. Questa nozione della quantizzazione dei sistemi è così familiare a chiunque si occupi di fisica moderna, che non occorre spendere molte parole per illustrarne il significato. Una conseguenza generale della quantizzazione è che lo stato del sistema viene ad essere descritto con l'assegnare i valori di un certo numero di variabili, dette *numeri quantici*, le quali però, a differenza delle coordinate di un sistema nella meccanica classica, non variano con continuità, ma assumono soltanto valori interi. L'*energia del sistema* viene ad essere funzione dei numeri quantici, e quindi suscettibile soltanto di valori discreti, o quantizzati. Basterà ricordare gli esempi notissimi dell'atomo di idrogeno e dell'oscillatore armonico.

La nuova meccanica quantistica assegna delle regole generali, mediante le quali, a parte difficoltà matematiche, si può effettuare la quantizzazione di un sistema qualunque.

Già nei primi anni dello sviluppo della teoria dei quanti, si pensò a quantizzare anche i moti termici delle molecole di un gas. Vediamo più da vicino questo caso, che ci interessa particolarmente.

Sia una molecola puntiforme, mobile entro un cubo di lato a, e prendiamo assi coordinati paralleli agli spigoli. La molecola non sia soggetta a forze, di modo che essa si muove di moto uniforme, finchè non urta contro una delle pareti, dove possiamo supporre che essa rimbalzi elasticamente.

Le regole di quantizzazione dànno facilmente per le tre componenti della velocità ξ, η, ζ, le condizioni:

$$\xi = \pm \frac{n_1\,h}{2\,m\,a}; \quad \eta = \pm \frac{n_2\,h}{2\,m\,a}; \quad \zeta = \pm \frac{n_3\,h}{2\,m\,a} \qquad (4)$$

dove h è la costante di Planck, misura delle discontinuità di tutti i fenomeni elementari, e n_1, n_2, n_3, sono tre numeri interi positivi. Ne segue per l'energia

(5) $$W(n_1, n_2, n_3) = \frac{m}{2}(\xi^2 + \eta^2 + \zeta^2) = \frac{h^2}{8\,m\,a^2}(n_1^2 + n_2^2 + n_3^2)$$

Si trova dunque, al solito, che l'energia W non è suscettibile di assumere qualsiasi valore, ma soltanto certi valori discreti — in numero triplicemente infinito — che si ottengono prendendo per n_1, n_2, n_3, tre numeri interi qualunque. Però, affinchè questa quantizzazione porti delle conseguenze apprezzabili, occorre che il volume a disposizione della molecola (dato da $V = a^3$) sia estremamente piccolo. Se invece il lato del cubo è dell'ordine di grandezza che si presenta nelle nostre esperienze di fisica ordinarie, i valori delle componenti della velocità e dell'energia, pur essendo discontinui, risultano così fitti, da produrre lo stesso effetto che si avrebbe se qualsiasi valore fosse possibile. Ne segue che, se mettiamo nel cubo non più una sola molecola, ma N molecole, troviamo sensibilmente la stessa distribuzione nello spazio delle velocità, e quindi tutti gli stessi risultati della teoria statistica classica.

Per rendere conto delle proprietà del gas di elettroni occorre introdurre nella teoria statistica, oltre alla quantizzazione, un nuovo concetto, e precisamente il *principio di esclusione* di Pauli. Ciò è stato fatto dal Fermi, da cui appunto la nuova statistica ha preso il nome.

Pauli dimostrò come, per spiegare la struttura del sistema periodico degli elementi e molte proprietà spettroscopiche degli atomi con più di un elettrone, fosse necessario aggiungere alle regole di quantizzazione il seguente principio di esclusione: *in un atomo non vi può essere più di un elettrone in ciascuno stato quantico.*

Fermi postulò la validità di questo principio anche per le molecole di un gas. Vediamo subito alcune conseguenze importantissime. Riferiamoci alle molecole quantizzate entro un cubo. Il principio di Pauli dice che non vi può essere più di una molecola avente una determinata terna di valori dei numeri quantici n_1, n_2, n_3.

Una prima conseguenza evidente è l'esistenza di un'energia cinetica e di una pressione anche allo zero assoluto.

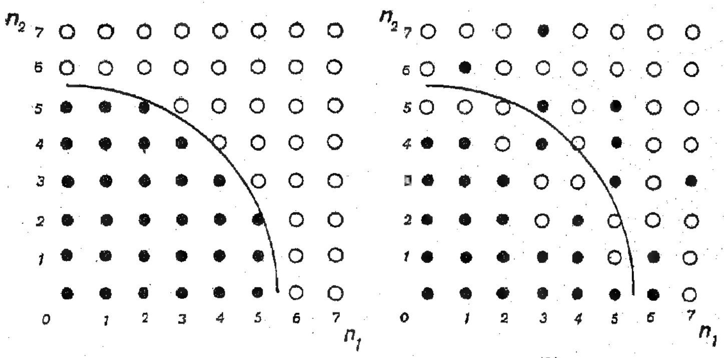
Infatti, lo zero assoluto è definito come quella temperatura in cui l'energia del sistema ha il valore più basso possibile. Nella statistica classica, ciò corrispondeva evidentemente al trovarsi tutte le molecole nello stato di quiete, o, nel linguaggio della teoria dei quanti, a $n_1 = n_2 = n_3 = 0$ per tutte le molecole, il che dà $W = 0$.

Se introduciamo il principio di Pauli, segue il fatto stupefacente che non può esservi, al più, che una molecola con $n_1 = n_2 = n_3 = 0$. Se consideriamo le $6{,}06 \times 10^{23}$ molecole che costituiscono un grammo molecola, solo una, anche allo zero assoluto, può trovarsi nello stato di quiete. Tutte le altre dovranno possedere una certa energia, e quindi eserciteranno anche una pressione sulle pareti.

Allo zero assoluto, una molecola avrà $n_1 = n_2 = n_3 = 0$. Quelle di minore energia saranno poi le tre, per le quali due dei numeri quantici sono eguali a zero e l'altro è eguale a uno; e così di seguito. Se le molecole sono molte, le ultime, per così dire, sono costrette ad assumere energie molto grandi perchè tutti i posti di energia minore sono già occupati.

Il gas non obbedisce più al principio dell'equipartizione dell'energia, nè alla equazione di stato $p\,V = k\,N\,T$; questo insieme di fenomeni si suol chiamare la *degenerazione* del gas perfetto.

Allo zero assoluto, secondo la statistica classica, tutte le molecole sarebbero concentrate nello stesso stato quantico, e precisamente nell'origine dello spazio delle velocità, ossia avrebbero velocità nulla. Nella statistica di Fermi bisogna considerare che gli stati possibili per le molecole sono quelli soddisfacenti alle equazioni (4), i quali, se assumiamo come unità di lunghezza $h/2\,m\,a$, sono rappresentati dai punti aventi valori interi delle coordinate. In ciascuno di questi punti potrà trovarsi al più una molecola. L'energia di una molecola, espressa dalla (5), risulta proporzionale al quadrato della distanza del punto rappresentativo dall'origine. Ne segue che allo zero assoluto, cioè nello stato di minima energia possibile, i punti rappresentativi riempiranno con densità uniforme l'ottante positivo (1) di una sfera, fuori della quale non si troveranno più molecole. Ciò è rappresentato, in due dimensioni per comodità del disegno, nella fig. 1*a*. A temperature superiori allo zero assoluto, alcune molecole lasceranno delle posizioni interne alla sfera, e occuperanno posizioni di energia maggiore (fig. 1*b*).



(*a*) (*b*)

Fig. 1. - Distribuzione dei punti rappresentativi nello spazio delle velocità: (*a*) allo zero assoluto; (*b*) a temperatura più elevata. I cerchi pieni rappresentano posizioni occupate da molecole.

A temperature molto elevate, infine, i punti rappresentativi delle molecole formeranno una nube grande e poco densa, di modo che anche vicino all'origine, gran parte delle posizioni possibili saranno vacanti. Allora, anche se non valesse il principio di Pauli, accadrebbe raramente a più molecole di trovarsi nello stesso posto. In questo caso dunque, il principio di Pauli non apporta modificazioni apprezzabili alla distribuzione classica.

Possiamo concludere: la statistica di Fermi, al limite per temperature elevate deve dare gli stessi risultati di quella classica; o, in altre parole, la degenerazione del gas deve sparire ad alta temperatura.

Possiamo dire che si avrà una forte degenerazione quando, almeno in alcune regioni dello spazio delle velocità, la distribuzione di Maxwell darebbe una densità molto più grande di quella compatibile col principio di Pauli.

Esprimiamo questa condizione in formule.

La densità massima, nella distribuzione maxwelliana, si ha nell'origine, ed è data da:

$$f_0 = \frac{N\ m^{3/2}}{(2\,\pi\,k\,T)^{3/2}}$$

Nella statistica di Fermi, la densità massima f_{max} corrisponde all'essere tutti i posti occupati e quindi, considerando che si ha un posto per unità di volume (2) se si prende come unità di lunghezza nello spazio delle velocità $h/2\,m\,a$, si trova

$$f_{max} = a^3\,m^3/h^3 = V\,m^3/h^3$$

Si avrà forte degenerazione quando $f_0 >> f_{max}$, o anche

(6) $$\frac{N\ h^3}{(2\,\pi\,m\,k\,T)^{3/2}\,V} >> 1$$

Condizioni per la validità della statistica classica sono dunque: alta temperatura, massa grande, densità N/V (numero di molecole per unità di volume) piccola. Tutte queste condi-

(1) Ciò dipende dall'essere i numeri quantici sempre positivi. Se rappresentassimo le molecole per mezzo delle componenti della velocità si riempirebbe l'intera sfera.

(2) La densità f_{max} va divisa per 8 perchè qui, a differenza della distribuzione di Maxwell, abbiamo rappresentato le molecole nell'ottante positivo della sfera.

zioni sono verificate a sufficienza per i gas ordinari. Le condizioni opposte, favorevoli a una forte degenerazione, sono quelle che prevalgono per il gas di elettroni nell'interno di un metallo a tutte le temperature accessibili a causa della piccolezza della massa e della grande densità.

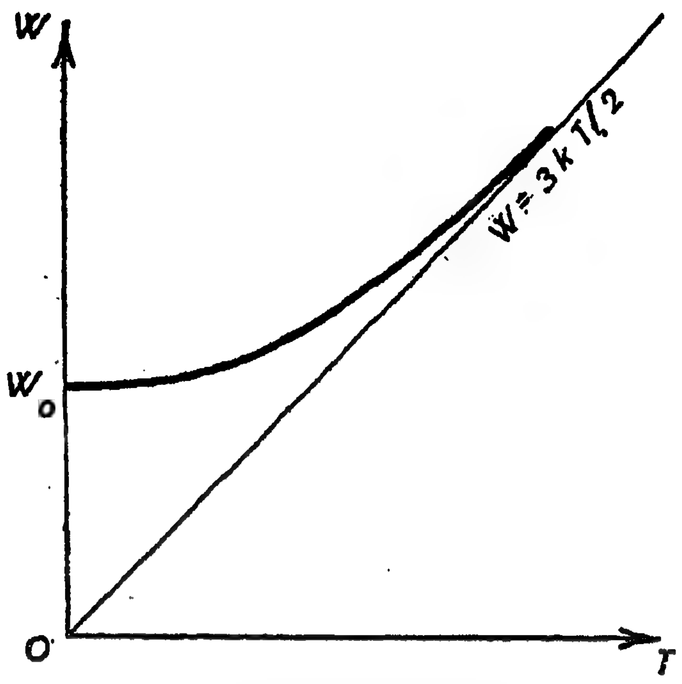


Fig. 2. - Energia cinetica media nel gas degenere.

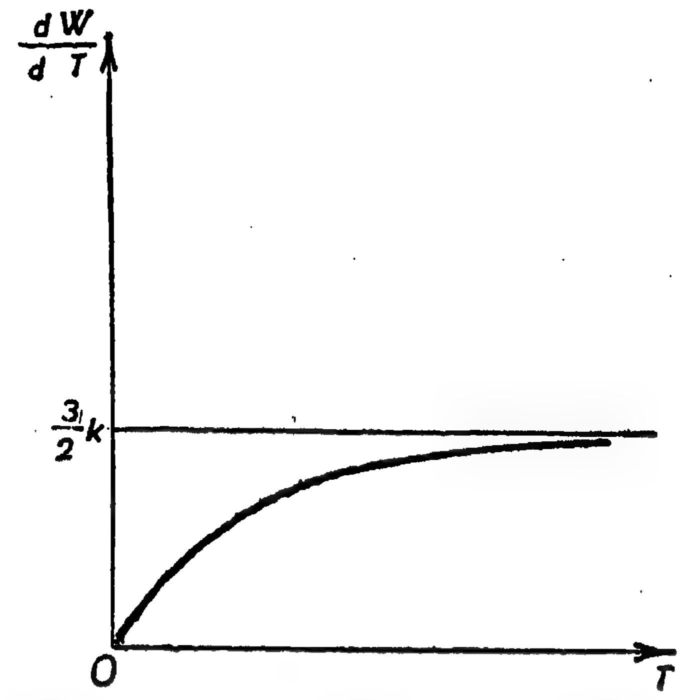


Fig. 3. - Calore specifico nel gas degenere.

La fig. 2 rappresenta l'energia cinetica media in funzione della temperatura assoluta. Si ha un'energia W_0 allo zero assoluto; la curva dapprima si conserva quasi orizzontale, poi sale e tende asintoticamente al valore classico $3\,k\,T/2$ rappresentato in figura da una retta.

La fig. 3 rappresenta la curva del calore specifico $c = dW/dT$. Esso è nullo allo zero assoluto, e tende al valore $3\,k/2$ col crescere di T.

La distribuzione delle velocità, cioè la densità f dei punti rappresentativi nello spazio delle velocità, nella statistica di Fermi è rappresentata, allo zero assoluto, da una costante f_{max} fino ad una certa velocità massima v_{max}, oltre alla quale

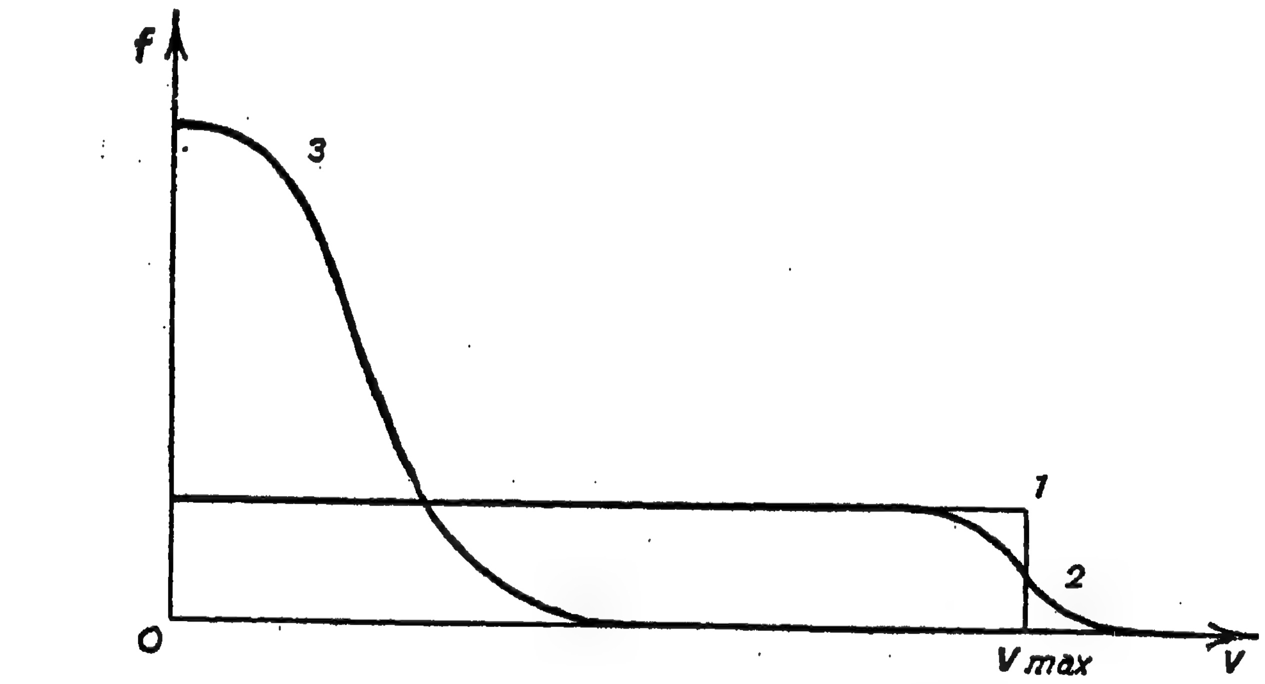


Fig. 4. - Distribuzioni delle velocità; 3, classica; 1, 2, di Fermi.

non si hanno più molecole. Nella fig. 4 le curve 1, 2 rappresentano f, rispettivamente allo zero assoluto e a temperatura un poco più elevata. La curva 3 rappresenta la distribuzione classica di Maxwell.

Possiamo calcolare v_{max} con questa considerazione. Allo zero assoluto le molecole riempiranno nello spazio delle velocità l'ottante positivo di una sfera di raggio R tale, che vi sia posto per tutte. Prendendo al solito per unità $h/2\,ma$, il numero dei posti entro alla sfera sarà uguale a 1/8 del suo volume, cioè:

$$\frac{1}{8} \cdot \frac{4}{3}\,\pi\,R^3 = N$$

ed essendo

$$R = \frac{2\,m\,a}{h}\,v_{max}$$

si trova

$$v_{max} = \frac{h}{m}\sqrt[3]{\frac{3\,N}{4\,\pi\,V}}$$

4. La teoria di Sommerfeld del gas elettronico.

Abbiamo ora tutti gli elementi per applicare la teoria di Fermi della degenerazione del gas perfetto ai conduttori elettronici.

Per convincersi che il gas di elettroni in un metallo si trova nello stato di completa degenerazione, basta considerare un esempio concreto qualunque, per es. l'argento. La temperatura sia di 0° C, cioè 273° K, e facciamo l'ipotesi che vi sia un elettrone libero per atomo, ciò che è molto verosimile per un metallo monovalente.

La densità degli elettroni liberi sarà allora:

$$n = N/V = 5{,}9 \times 10^{22}$$

e le costanti avranno i valori (in unità C.G.S.):

$$k = 1{,}37 \;.\; 10^{-16}$$
$$h = 6{,}55 \;.\; 10^{-27}$$
$$m = 9{,}0 \;.\; 10^{-28}$$

da cui si trova

$$\frac{n\,h^3}{(2\,\pi\,m\,k\,T)^{3/2}} = 4800 >> 1$$

Ciò significa che, se non valesse il principio di Pauli, gli elettroni nello spazio delle velocità sarebbero 4800 volte più densi di quanto non siano effettivamente. L'energia sarà circa indipendente dalla temperatura, e il calore specifico nullo. Il gas di elettroni in un metallo, a tutte le temperature accessibili, si comporterà press'a poco come allo zero assoluto.

Ciò premesso, veniamo alla trattazione delle varie proprietà dei conduttori elettronici.

a) Calore specifico.

La nuova teoria spiega immediatamente l'assenza di un calore specifico degli elettroni liberi. Ciò si deve al fatto che il gas elettronico, per la piccolezza della massa e la densità grandissima, è nello stato di completa degenerazione (fig. 3).

Il calore specifico del corpo sarà tutto dovuto alla variazione dell'energia termica del reticolo cristallino degli ioni, la quale a temperature ordinarie ha il valore $3\,k\,N\,T$. (A bassissima temperatura anche il calore specifico del reticolo cristallino tende a zero, ma ciò dipende da altre cause che non hanno nulla a che fare con la degenerazione del gas di elettroni).

b) Effetto termoionico.

L'interpretazione dei fenomeni termoionici è la seguente Alla superficie che limita un metallo, esiste una certa differenza di potenziale V_0, la quale impedisce agli elettroni di uscire dal metallo stesso. Col crescere della temperatura, cresce la velocità media dei moti termici e può darsi che qualche elettrone urti la parete con una energia maggiore di $e\,V_0 = W_0$, in modo da attraversarla.

Nella teoria classica, sviluppata da Richardson, ci si serviva della distribuzione di Maxwell. Calcolando quanti elettroni urtano la superficie con energia sufficiente per superare il salto di potenziale V_0, si trova per l'intensità della corrente di saturazione termoionica una formula del tipo

$$i = A\,T^2\,e^{-W_0/k\,T}$$

Si usava generalmente questa formula per determinare V_0 dai valori sperimentali di i.

Con la distribuzione di Fermi si trova una formula simile

$$i = B\,T^2\,e^{-(W_0 - W_m)/kT}$$

dove la differenza essenziale consiste nel fatto che al posto di W_0 figura la differenza tra W_0 e W_m, quest'ultima quantità stando a rappresentare l'energia corrispondente alla velocità massima v_{max} nella distribuzione di Fermi allo zero assoluto. Sarà allora:

$$W_m = \frac{m}{2}\,v^2_{max} = e\,V_m$$

dove l'ultima espressione, seguendo l'uso comune, esprime l'energia in volt moltiplicati per la carica elettronica.

Quello che si osserva sperimentalmente non è dunque il vero *potenziale di estrazione* V_0, ma $V_0 - V_m$.

Dalla formula (7) si trova, per esempio, per l'argento:

$$v_{max} = 1{,}4 \times 10^8 \frac{cm}{sec}$$

o anche

$$V_m = 5{,}6 \text{ volt}$$

Il salto di potenziale alla superficie è dunque, per l'argento di 5,6 volt, più grande di quanto si deducesse applicando al gas di elettroni la distribuzione maxwelliana.

Notiamo che in base alla relazione classica

$$\overline{W} = \frac{m}{2} \overline{v^2} = 3\,k\,T/2$$

si avrebbe una velocità media corrispondente a 5, 6 volt soltanto alla temperatura assoluta:

$$T = \frac{m}{3\,k} \overline{v^2} = \frac{2\,e}{3\,k} \overline{V} = 44000^\circ \text{ K.}$$

mentre alla temperatura di 0° C., cioè 273° K.

$$\overline{V} = 0{,}016 \text{ volt.}$$

Malgrado questa profonda differenza di interpretazione, i fenomeni termoionici in se stessi non permettono di decidere fra la vecchia teoria e la nuova. Per far ciò occorrerebbe poter determinare V_0 per altra via. Un metodo, sebbene per ora impreciso, sembra essersi trovato nelle esperienze sulla diffrazione degli elettroni nei cristalli (Davisson e Germer). Da questi esperimenti risultano infatti dei potenziali V_0 molto più grandi di quanto non si credesse prima della teoria di Sommerfeld.

c) Paramagnetismo e Ferromagnetismo.

Molti metalli sono paramagnetici e fra questi i metalli alcalini. In questo caso particolare si sa dalla spettroscopia che gli ioni sono privi di momento magnetico, quindi diamagnetici. Tutto il paramagnetismo di un metallo alcalino deve provenire dagli elettroni liberi.

Che il gas di elettroni sia paramagnetico non è sorprendente, sapendosi da una grande varietà di fenomeni spettroscopici (molteplicità spettrali, effetto Zeeman, ecc.) che l'elettrone si comporta come un corpo carico di elettricità girante intorno a sè stesso (*elettrone rotante*), avente una quantità di moto areale $h/4\pi$, e un momento magnetico (col solito significato dei simboli)

$$\mu_0 = \frac{e\,h}{4\,\pi\,m\,c} = 9{,}17 \times 10^{-21} \frac{erg}{gauss}.$$

Dai fenomeni spettroscopici si deduce anche che in presenza di un campo magnetico esterno l'elettrone si orienta col proprio momento o parallelo o antiparallelo alla direzione della forza magnetica. Per tener conto di questo fatto, occorrerà aggiungere ai numeri quantici che definiscono la posizione dell'elettrone — per esempio n_1, n_2, n_3 nelle considerazioni svolte nel paragrafo precedente — un altro numero quantico, suscettibile di due soli valori, per es. $+1$ e -1, il quale stabilisce se il momento dell'elettrone è orientato in un certo senso, oppure nel senso opposto. Tenendo conto di questa doppia possibilità di orientazione, il numero dei posti disponibili nello spazio delle velocità in base al principio di Pauli risulta raddoppiato, e perciò nelle formule come (6) e (7) occorrerebbe introdurre ancora il fattore 2; il che non cambia sostanzialmente quanto abbiamo detto fin qui.

La teoria del paramagnetismo si fa al modo seguente. Se non ci fosse l'agitazione termica, tutte le particelle (atomi, molecole o elettroni) si disporrebbero nello stato di energia minima e cioè con i loro momenti paralleli al campo, precisamente come l'ago della bussola si orienta verso il nord.

L'agitazione termica tenderà invece a orientare le particelle indifferentemente in un senso o nell'altro. Il risultato è che si ha, per effetto del campo, un certo eccesso di particelle col momento parallelo su quelle col momento antiparallelo. Col crescere della temperatura le due quantità tendono a uguagliarsi.

Se si sviluppano i calcoli, nella statistica classica si trova una suscettività magnetica inversamente proporzionale alla temperatura assoluta, ciò che è verificato sperimentalmente per i gas ordinari. Invece la suscettibilità dei metalli alcalini — per i quali si sa che tutto il paramagnetismo proviene dagli elettroni liberi — si trova essere indipendente dalla temperatura.

Questo fenomeno si spiega con la degenerazione del gas di elettroni. Infatti, se si fa la teoria del paramagnetismo servendosi della distribuzione di Fermi anzichè di quella di Maxwell, si trova una suscettibilità, in prima approssimazione, costante.

Non solo: ma anche i valori numerici calcolati per i metalli alcalini risultano in ottimo accordo con i dati sperimentali.

Recentemente Heisenberg è riuscito a spiegare anche il fenomeno del ferromagnetismo. Non possiamo entrare nei dettagli di questa teoria, che è assai complicata. Basterà accennare al fatto che il ferromagnetismo risulta dovuto a certe «forze di risonanza» fra gli elettroni di atomi vicini, le quali non hanno alcun analogo nella teoria classica e sono un effetto tipico della meccanica quantistica. Si può dire, in un certo senso, che queste forze abbiano origine nel fatto che gli elettroni sono costretti a obbedire al principio di Pauli, di modo che la spiegazione del ferromagnetismo è basata sopra gli stessi concetti che conducono a stabilire la teoria della degenerazione.

d) Conducibilità elettrica e termica.

Il meccanismo della conduzione elettrica in un metallo si suppone essere il seguente. In assenza di un campo elettrico, i moti termici degli elettroni avvengono con eguale probabilità in tutte le direzioni, quindi in media non si ha trasporto di elettricità. Quando invece si stabilisce un campo elettrico si ha una certa prevalenza dei moti in un senso in confronto a quelli nel senso opposto, e ne risulta un passaggio di corrente. L'intensità della corrente risulta proporzionale alla differenza di potenziale applicata, ciò che permette di definire la *conducibilità elettrica* σ.

È facile vedere che anche le correnti più intense che si possono far passare in un metallo corrispondono a un orientamento estremamente piccolo dei moti termici degli elettroni. Prendiamo, al solito, i dati per l'argento. La velocità media $\overline{v}$ degli elettroni (che si trova essere 3/4 della velocità massima) è:

$$\overline{v} = 1{,}05 \times 10^8 \frac{cm}{sec}$$

Se, per ipotesi, tutti gli elettroni si muovessero in uno stesso senso, avremmo una intensità di corrente, in un conduttore della sezione di 1 cm^2 (in unità elettrostatiche):

$$i = n\,e\,\overline{v} = 3{,}1 \times 10^{21} \quad \text{U.E.S.}$$

ciò che equivale a circa 1000 miliardi di ampère!

Perchè invece il conduttore sia percorso dalla corrente di un ampère occorre che la velocità degli elettroni sia

$$v = \frac{3 \times 10^9}{n\,e} = 1{,}1 \times 10^{-4} \frac{cm}{sec}$$

cioè circa un millesimo di millimetro per secondo. Ne concludiamo che basta un orientamento straordinariamente piccolo dei moti termici irregolari degli elettroni per dare in un conduttore metallico qualsiasi intensità di corrente praticamente raggiungibile.

A questo punto viene naturale domandarsi, perchè gli elettroni assumano velocità così piccole sotto l'azione del campo elettrico, mentre si sa che, se il moto avvenisse indisturbato, sotto la differenza di potenziale V la velocità acquistata v sa-

rebbe data da $\sqrt{2\,e\,V/m}$, ciò che dà $v = 5{,}9 \times 10^7$ cm/sec per un volt.

La spiegazione sta nell'ammettere che gli elettroni possano muoversi indisturbati soltanto per un intervallo di tempo brevissimo alla fine del quale urtano contro un atomo e rimbalzano in un'altra direzione. Ciò impedisce loro di accumulare l'effetto dell'accelerazione del campo elettrico per un tempo sufficiente ad acquistare una velocità considerevole.

La velocità media acquistata dagli elettroni, e quindi la conducibilità del metallo, saranno dunque tanto più piccole, quanto più frequenti sono gli urti, cioè quanto più piccolo è il cosiddetto *cammino libero medio* λ.

La teoria statistica del gas degenere porta infatti alla formula seguente per la conducibilità elettrica

$$\sigma = \frac{4\,\pi}{3}\left(\frac{3\,n}{4\,\pi}\right)^{2/3}\frac{e^2\,\lambda}{h} \tag{8}$$

Sulle stesse basi si può fare un calcolo della *conducibilità termica* τ, e si trova

$$\tau = \frac{4\,\pi^3}{9}\;\frac{\lambda\,k^2\,T}{h}\left(\frac{3\,n}{4\,\pi}\right)^{2/3} \tag{9}$$

Le formule (8) e (9) contengono ancora il cammino libero medio λ, che non è noto per altra via, e pertanto non si prestano a un confronto con l'esperienza. Ma se si fa il rapporto τ/σ (costante di Wiedemann e Franz) si trova il valore:

$$\frac{\tau}{\sigma} = \frac{\pi^2}{3}\left(\frac{k}{e}\right)^2 T$$

dove, oltre alla temperatura, non entrano altro che le costanti universali k ed e.

Per $T = 291^0$ K, si trova:

$$\frac{\tau}{\sigma} = 7{,}1 \times 10^{10}$$

in esatta coincidenza con la media dei valori osservati per diversi metalli. Dalla teoria classica risultava invece, alla stessa temperatura, $\tau/\sigma = 4{,}2 \times 10^{10}$, che è un valore troppo piccolo.

Quanto alla conducibilità elettrica σ, il fenomeno di cui la teoria deve rendere conto è sostanzialmente la variazione con la temperatura.

Ora, nella (8) la temperatura non figura esplicitamente, così che dobbiamo supporre che essa sia contenuta in λ, cioè che il cammino libero medio sia funzione della temperatura. Questa ipotesi, che sarebbe sembrata assai strana fino a qualche anno fa, è resa invece plausibile alla luce delle recentissime idee sulla natura ondulatoria della materia, ed in particolare degli elettroni (1).

Si sa che il moto degli elettroni si può rappresentare come la propagazione delle cosiddette onde di De Broglie. Ad un fascio di elettroni che si muovono di moto rettilineo uniforme corrisponde la propagazione di un treno di onde piane, e gli urti degli elettroni contro gli atomi, o ioni, vengono rappresentati come una diffrazione di queste onde. Ora, in un reticolo cristallino perfetto non si ha diffusione irregolare delle onde; questa comincia ad apparire allorchè vi sono delle irregolarità nell'ordinamento degli ioni, e cioè quando i moti termici cominciano a spostare gli ioni dalle loro posizioni di equilibrio. Ne consegue una diffusione delle onde di De Broglie crescente con la temperatura, ciò che nel linguaggio corpuscolare si traduce in una diminuzione del cammino libero medio, come si osserva effettivamente.

e) Applicazioni diverse.

La *sopraconduttività* dei metalli in vicinanza dello zero assoluto, del tutto incomprensibile con le concezioni classiche, è stata spiegata recentemente da Houston. Il fatto che la diffusione delle onde di De Broglie dipende dalla regolarità del reticolo cristallino, dà una conducibilità circa inversamente proporzionale alla temperatura assoluta, ciò che non è sufficiente a spiegare l'improvviso annullarsi della resistenza che si osserva sperimentalmente.

Houston ha spiegato il fatto con questa considerazione. Quando un elettrone urta contro un atomo e assume un nuovo valore della velocità, cambia di stato quantico. Ora, perchè ciò possa avvenire, occorre che lo stato quantico che l'elettrone sta per assumere non sia già occupato da un altro elettrone, a causa del principio di Pauli. In vicinanza dello zero assoluto, tutti gli stati quantici sono già occupati, di modo che l'elettrone è costretto a rimanere nello stato quantico iniziale, o in altre parole a proseguire indisturbato nel suo movimento. Ciò produce un cammino libero medio molto grande, e di conseguenza la sopraconduttività.

La teoria classica dell'*effetto Volta*, o potenziale di contatto, richiedeva ipotesi inverosimili sopra il numero di elettroni liberi presenti nei vari metalli. Con la nuova teoria si ottengono valori del potenziale di contatto del giusto ordine di grandezza ammettendo l'esistenza di un elettrone libero per atomo.

Lo stesso si può dire della *f. e. m. termoelettrica* e dell'*effetto Peltier*. Anche qui la teoria classica richiedeva densità assurde di elettroni liberi, e, ciò che è peggio, del tutto diverse da quelle che servivano a spiegare l'effetto Volta.

Per ottenere valori del giusto ordine di grandezza del coefficiente dell'*effetto Thomson*, la teoria classica richiedeva una variazione del numero di elettroni liberi con la temperatura del tutto inverosimile. La nuova teoria invece dà valori prossimi a quelli osservati con la semplice ipotesi del numero di elettroni liberi costante.

Per l'*effetto fotoelettrico* valgono le stesse considerazioni che abbiamo svolte a proposito del fenomeno termoionico. Anche qui, ciò che si determina sperimentalmente non va interpretato come energia di estrazione degli elettroni, ma come differenza fra questa energia e l'energia massima di agitazione termica, la quale, come abbiamo visto, assume valori corrispondenti ad alcuni volt.

5. Conclusioni.

Riassumendo i resultati di questa esposizione, possiamo dire che il concetto di un conduttore metallico come reticolo cristallino di ioni riempito del gas elettronico rende conto, almeno nelle linee generali, di tutti i fenomeni osservati. Occorre però ammettere che il gas obbedisca a leggi completamente diverse da quelle a cui soddisfano i gas ordinari, in particolare, che l'energia sia press'a poco indipendente dalla temperatura.

Tutto ciò segue naturalmente se si vincolano gli elettroni a soddisfare al principio di Pauli. Si trova allora che il gas di elettroni è completamente degenere a tutte le temperature accessibili, a causa della piccolezza della massa elettronica e della grande densità.

Il comportamento del gas degenere spiega senz'altro una serie di fenomeni dei conduttori elettronici, quali l'effetto termoionico, i fenomeni termoelettrici, l'assenza del calore specifico degli elettroni liberi. Per render conto di un'altra categoria di fenomeni, della quale sono esempi tipici la conducibilità elettrica e termica, occorre considerare anche l'interazione degli elettroni con gli atomi, la quale porta a stabilire l'esistenza di un cammino libero medio. A questo punto, la trattazione, più o meno classica, degli elettroni come particelle puntiformi, sia pure vincolate dal principio di Pauli, deve far luogo ai metodi nuovi della meccanica quantistica. Essi permettono di calcolare le conseguenze della duplice natura, corpuscolare e ondulatoria, della materia.

F. Rasetti.

(1) V. per questo l'articolo del Prof. Fermi nel numero di gennaio di questa Rivista.

ING. LUIGI GHERARDELLI
DELL' UFFICIO IDROGRAFICO DEL PO (SEZIONE DI TORINO)

Contributo alla teoria delle dighe a volta

PREMESSA.

Nel presente studio verranno svolte alcune considerazioni teoriche sul calcolo di una diga ad arco. E precisamente si cercherà di determinare le equazioni di equilibrio, per il solo effetto del carico idrostatico, nell'ipotesi che la diga sia *sottile*, ossia tale che si possa trascurare il rapporto fra lo spessore e il raggio di curvatura della diga rispetto all'unità, e nell'ipotesi che gli spostamenti verticali dei punti della superficie media della diga siano nulli. Tale ipotesi in verità è gratuita, tuttavia essa è accettata correntemente come ipotesi semplificativa: accenneremo ad ogni modo a quali incertezze essa dà luogo.

Il procedimento che, in tali ipotesi, seguiremo condurrà alla determinazione delle equazioni di equilibrio anche nel caso che lo spessore della diga sia variabile, semprechè rimanga assai piccolo di fronte al raggio di curvatura. Si trarranno infine alcune conclusioni su qualche punto che finora non è stato messo in particolare rilievo, specialmente riguardo all'attendibilità ed al significato da attribuirsi a certi metodi di calcolo attualmente in uso.

ANALISI TEORICA.

Consideriamo dunque una diga a volta, monolitica, il cui paramento a monte sia cilindrico, a generatrici verticali e a pianta circolare. Sullo spessore h della diga faremo l'ipotesi che sia molto piccolo di fronte al raggio della diga, e che su ogni sezione orizzontale sia costante, variando, eventualmente, solo in funzione della profondità. Supporremo valida la legge della conservazione delle sezioni piane: cioè che gli elementi rettilinei normali alla superficie media della diga si mantengano rettilinei e normali alla detta superficie media anche dopo la deformazione. Detto ρ_i il raggio di intradosso, ρ_e quello di estradosso, la superficie media sarà la superficie di rotazione la cui sezione meridiana avrà per equazione

$$\rho = \frac{1}{2}(\rho_e + \rho_i) = \rho_e - \frac{1}{2}h$$

Se lo spessore h è costante allora anche $\rho =$ cost., altrimenti ρ varia con la profondità, ma di pochissimo: dato che h è sempre, per ipotesi, assai piccolo di fronte a ρ. Potremo dunque, in pratica, considerare $\rho =$ cost, e cilindrica la superficie media.

Un punto qualunque di questa superficie sarà determinato quando siano note le coordinate cilindriche ρ, θ, y, ove ρ è il raggio, θ l'angolo che il piano passante per l'asse del cilindro e il punto considerato fa con un altro piano arbitrario ma fisso, passante per lo stesso asse: p. es. il piano che contiene la generatrice di chiave, se la diga è simmetrica. Per tale generatrice si ha $\theta = o$. La y poi è la quota a cui si trova il punto considerato su di un piano orizzontale prefissato: per es. il piano di fondazione. Su tale superficie cilindrica media si può stabilire un sistema di coordinate curvilinee definite da

$$x = \rho\,\theta$$
$$y = y$$

Le linee $y =$ costante sono archi di circolo, sezioni della superficie cilindrica con piani orizzontali a quota y: la x invece è la lunghezza di quegli archi di circolo compresa fra una generatrice d'origine, (p. es.: quella di chiave, se c'è) e un'altra generatrice qualunque: le linee $x =$ cost. sono le generatrici.

Infine indicheremo con z la distanza normale di un punto del corpo della diga dalla superficie media: prenderemo le z positive verso l'estradosso, negative verso l'intradosso. Poichè lo spessore è h, per l'estradosso sarà $z = \frac{h}{2}$, e per l'intradosso $z = -\frac{h}{2}$.

Posto questo sistema di coordinate, andiamo a esaminare la deformazione della diga per effetto del solo carico idrostatico. Poichè abbiamo fatta la supposizione della conservazione delle sezioni piane, così basterà studiare la deformazione della superficie media, perchè da quella si può facilmente dedurre la deformazione in un qualsiasi altro punto.

Si dica u lo spostamento elastico dei punti della superficie media nel senso della x (spostamenti tangenziali o angolari) positivo quanto tende ad aumentare il valore algebrico di x (o di θ); f lo spostamento secondo il raggio, ovvero secondo le z, positivo verso l'estradosso; v lo spostamento secondo le y.

Supporremo, come si è accennato, $v = o$ (s'intende, sulla superficie media). Rimangono a determinare i due spostamenti u ed f.

Prima però di addivenire alla ricerca delle equazioni determinatrici, occorre conoscere l'espressione delle componenti della deformazione e della tensione in un punto qualsiasi della diga.

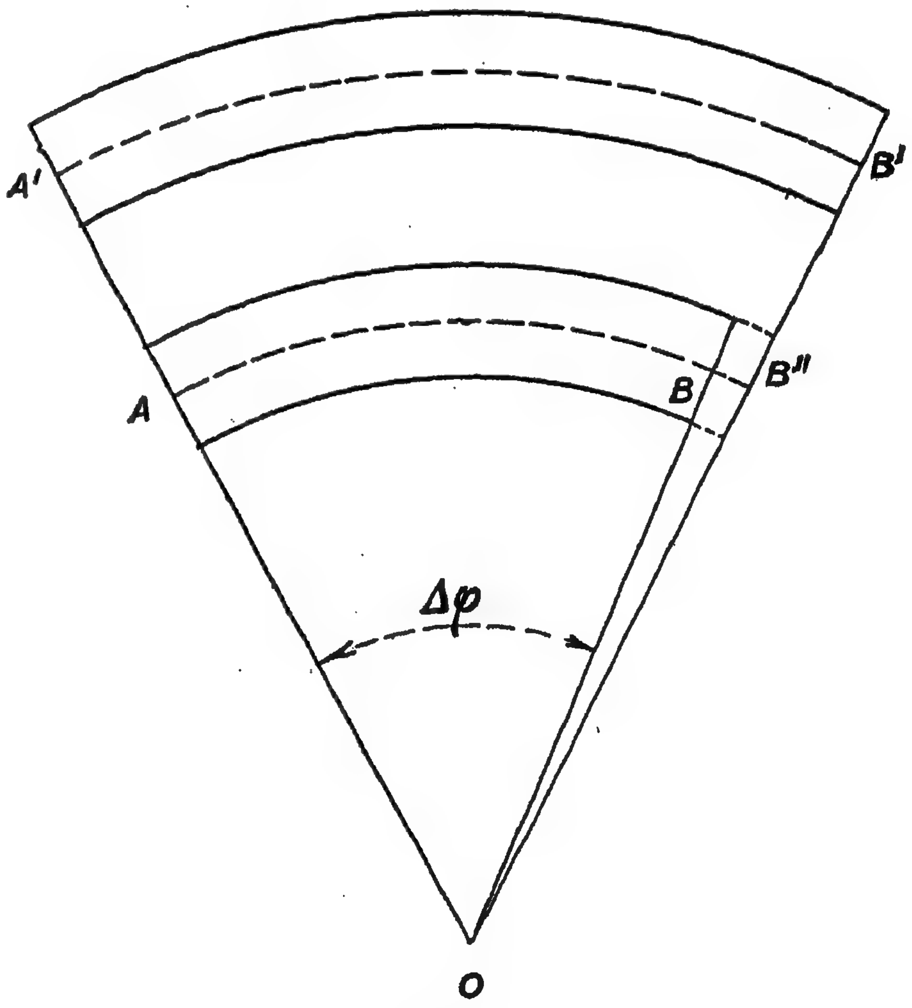


Fig. 1.

Si consideri un elemento di anello di volta $A\,B$, (fig. 1) che sottende un angolo al centro $\Delta\varphi$, e quindi di lunghezza $\Delta x = \rho\,.\,\Delta\varphi$. Dopo la deformazione l'arco $A\,B$ occuperà la posizione $A'\,B'$. L'elemento $A\,B$ avrà subito tre diverse deformazioni

1° una variazione angolare, giacchè l'angolo $\Delta\varphi$ è aumentato di $d\,\Delta\,\varphi = B\widehat{O}B''$;

2° una variazione del raggio perchè ρ è aumentato di $f = d\rho = A\,A'$;

3° un'ulteriore variazione di curvatura, perchè ρ diventa funzione di x, e precisamente questa ulteriore variazione di curvatura è espressa, com'è noto, da $-\dfrac{d^2 f}{d\,x^2}$.

La prima deformazione è dovuta alla componente $u = B\,B''$ dello spostamento, e quindi la relativa componente di dilatazione sarà

$$\varepsilon_1 = \frac{d\,u}{d\,x}$$

ed è costante per tutto lo spessore dell'arco.

La seconda deformazione, prodotta dallo spostamento $f = d\rho$, conduce ad un'ulteriore componente di dilatazione ε_2, manifestamente espressa da

$$\varepsilon_2 = \frac{A'\,B' - A\,B''}{A\;B''} = \frac{f}{\rho}.$$

Questa seconda deformazione, veramente, non è costante per tutto lo spessore dell'arco, perchè la fibra a distanza z dalla superficie media ha un coefficiente di allungamento

$$\frac{f}{\rho + z} = \sim \frac{f}{\rho}\left(1 - \frac{z}{\rho}\right)$$

Però, siccome abbiamo supposto lo spessore assai piccolo di fronte al raggio, così $\dfrac{z}{\rho}$ sarà assai piccolo di fronte all'unità, e l'allungamento potrà considerarsi uguale a $\dfrac{f}{\rho}$ su tutto lo spessore.

La terza deformazione, dovuta alla variazione di curvatura $\dfrac{d^2 f}{dx^2}$ non produce allungamento in corrispondenza della superficie media, ma ne produce sulle altre fibre, e precisamente la fibra a distanza z subisce un allungamento unitario

$$\varepsilon_3 = -\frac{d^2 f}{d\,x^2}\,z.$$

In totale dunque l'allungamento unitario ε_x di una fibra qualsiasi sarà

$$(1) \qquad \varepsilon_x = \varepsilon_1 + \varepsilon_2 + \varepsilon_3 = \frac{f}{\rho} + \frac{d\,u}{d\,x} - \frac{d^2 f}{d\,x^2}\,z.$$

L'allungamento ε_y nel senso delle generatrici è, notoriamente,

$$\varepsilon_y = -\frac{d^2 f}{d\,y^2}\,z.$$

Supporremo nulli (e anche questo è ammesso generalmente, per quanto non rigorosamente vero) la componente ε_z dell'allungamento e gli scorrimenti γ_{yz} e γ_{zx}; occorre invece determinare lo scorrimento γ_{xy}, che indicheremo semplicemente con γ.

Per determinare γ, ricordiamo che, detto ε_s l'allungamento secondo la bisettrice s dell'angolo $x\,\widehat{O}\,y$ e ε_t l'allungamento secondo la bisettrice t dell'angolo $-x\,\widehat{O}\,y$ (fig. 2) si ha

$$\gamma = \varepsilon_s - \varepsilon_t.$$

Ora, detti ρ_s e ρ_t i raggi delle sezioni normali del cilindro medio secondo le direzioni s e t, è notorio che è

$$\rho_s = \rho_t = 2\,\rho.$$

Gli spostamenti u_s e u_t secondo s e t valgono

$$u_s = -u_t = \frac{u}{\sqrt{2}}.$$

L'espressione di ε_s e quella di ε_t sono perfettamente analoghe alla (1) purchè si sostituisca u_s e rispettivamente u_t ad u, ρ_s e ρ_t a ρ. Si ottiene

$$\varepsilon_s = \frac{f}{2\rho} + \frac{d\,u_s}{d\,s} - \frac{d^2 f}{d\,s^2}\,z.$$

$$\varepsilon_t = \frac{f}{2\,\rho} + \frac{d\,u_t}{d\,t} - \frac{d^2 f}{d\,t^2}\,z.$$

Quindi

$$\gamma = \varepsilon_s - \varepsilon_t = \frac{d\,u_s}{d\,s} - \frac{d\,u_t}{d\,t} + \left(\frac{d^2 f}{d\,t^2} - \frac{d^2 f}{d\,s^2}\right) z.$$

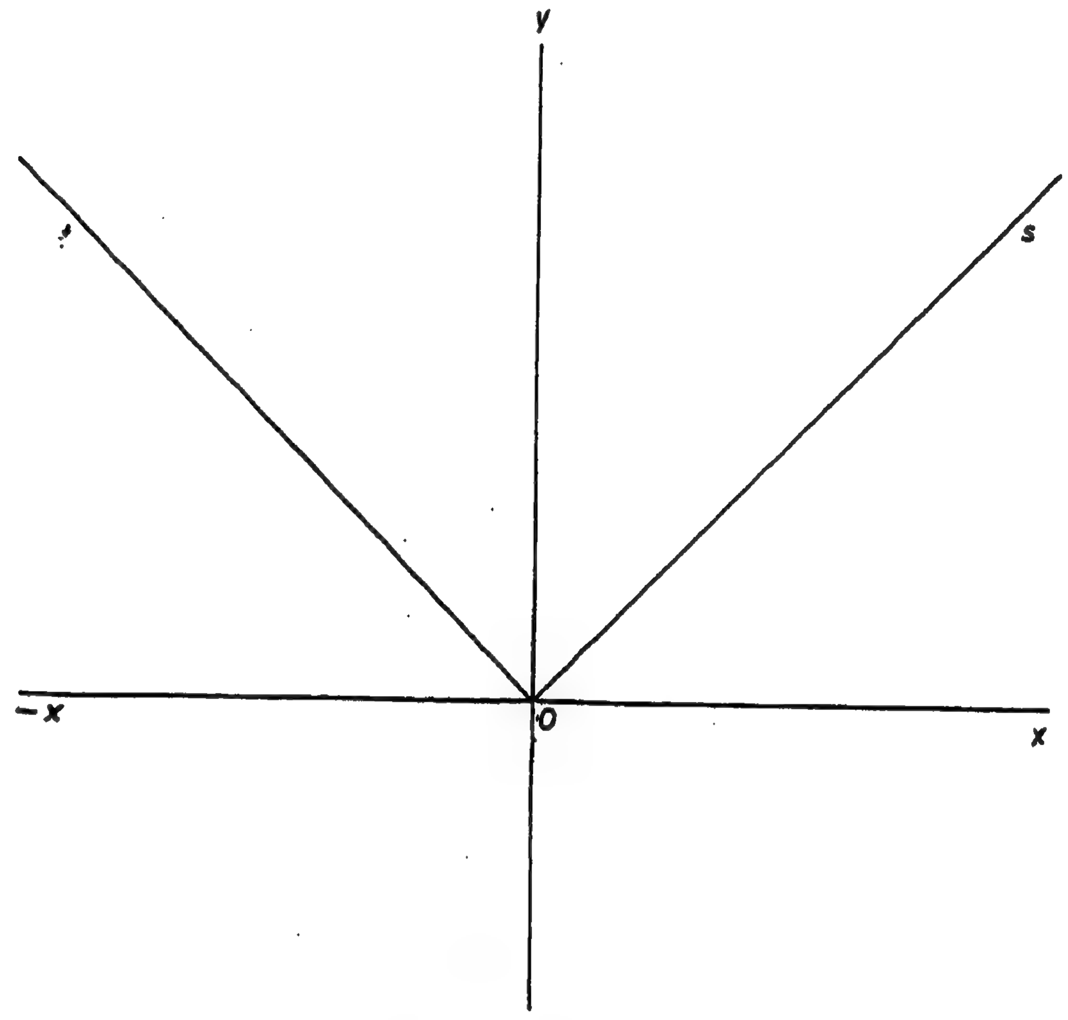


Fig. 2.

Si ha d'altronde dalla figura

$$x = \frac{s}{\sqrt{2}} - \frac{t}{\sqrt{2}}$$

$$y = \frac{s}{\sqrt{2}} + \frac{t}{\sqrt{2}}$$

e perciò

$$\frac{d\,u_s}{d\,s} = \frac{1}{\sqrt{2}}\,\frac{d\,u}{d\,s} = \frac{1}{\sqrt{2}}\left(\frac{d\,u}{d\,x}\,\frac{d\,x}{d\,s} + \frac{d\,u}{d\,y}\,\frac{d\,y}{d\,s}\right) =$$

$$= \frac{1}{2}\left(\frac{d\,u}{d\,x} + \frac{d\,u}{d\,y}\right),$$

$$\frac{d\,u_t}{d\,t} = \frac{1}{2}\left(\frac{d\,u}{d\,x} - \frac{d\,u}{d\,y}\right),$$

e poi

$$\frac{d^2 f}{d\,s^2} = \frac{d^2 f}{d\,x^2}\left(\frac{d\,x}{d\,s}\right)^2 + \frac{d^2 f}{d\,x\,d\,y}\,\frac{d\,x}{d\,s}\,\frac{d\,y}{d\,s} + \frac{d^2 f}{d\,y^2}\left(\frac{d\,y}{d\,s}\right)^2 =$$

$$= \frac{1}{2}\,\frac{d^2 f}{d\,x^2} + \frac{d^2 f}{d\,x\,d\,y} + \frac{1}{2}\,\frac{d^2 f}{d\,y^2},$$

$$\frac{d^2 f}{d\,t^2} = \frac{1}{2}\,\frac{d^2 f}{d\,x^2} - \frac{d^2 f}{d\,x\,d\,y} + \frac{1}{2}\,\frac{d^2 f}{d\,y^2}.$$

Dalle precedenti si ottiene allora

$$\gamma = \varepsilon_s - \varepsilon_t = \frac{d\,u}{d\,y} - 2\,\frac{d^2 f}{d\,x\,d\,y}\,z.$$

Recapitolando, le componenti ε_x, ε_y e γ della deformazione hanno le seguenti espressioni, in funzione di u e f,

$$(2)\quad \begin{cases} \varepsilon_x = \dfrac{f}{\rho} + \dfrac{d\,u}{d\,x} - \dfrac{d^2 f}{d\,x^2} z \\ \varepsilon_y = -\dfrac{d^2 f}{d\,y^2} z \\ \gamma = \dfrac{d\,u}{d\,y} - 2\dfrac{d^2 f}{d\,x\,d\,y} z. \end{cases}$$

È facile dalle componenti della deformazione passare alle componenti di tensione σ_x, σ_y e τ.

Si sa infatti che è

$$\sigma_x = \frac{m^2 E}{m^2 - 1}\left(\varepsilon_x + \frac{1}{m}\varepsilon_y\right)$$

$$\sigma_y = \frac{m^2 E}{m^2 - 1}\left(\varepsilon_y + \frac{1}{m}\varepsilon_x\right)$$

$$\tau = G\,\gamma$$

ove $\dfrac{1}{m}$ è il rapporto di Poisson, E e G i moduli di elasticità normale e tangenziale.

Sapendo che è

$$G = \frac{m}{2\,(m+1)} E = \frac{m^2 E}{m^2 - 1}\,\frac{m-1}{2\,m}$$

e sostituendo a ε_x, ε_y e γ i loro valori dati dalle (2) si ottiene

$$(3)\quad \begin{cases} \sigma_x = \dfrac{m^2 E}{m^2 - 1}\left(\dfrac{f}{\rho} + \dfrac{d\,u}{d\,x} - \dfrac{d^2 f}{d\,x^2} z - \dfrac{1}{m}\dfrac{d^2 f}{d\,y^2} z\right) \\ \sigma_y = \dfrac{m^2 E}{m^2 - 1}\left[-\dfrac{d^2 f}{d\,y^2} z + \dfrac{1}{m}\left(\dfrac{f}{\rho} + \dfrac{d\,u}{d\,x}\right) - \right. \\ \qquad \left. - \dfrac{1}{m}\dfrac{d^2 f}{d\,x^2} z\right] \\ \tau = \dfrac{m^2 E}{m^2 - 1}\,\dfrac{m-1}{2\,m}\left(\dfrac{d\,u}{d\,y} - 2\dfrac{d^2 f}{d\,x\,d\,y} z\right). \end{cases}$$

Trovate così le espressioni di σ_x σ_y e τ ci resta ora a determinare le equazioni che legano u ed f con la pressione idrostatica che indicheremo con $-p$ (negativa, perchè contraria alla direzione positiva di f). Per effettuare questa ricerca, userò lo stesso metodo che in un mio breve studio ho applicato alla lastra piana (1), e cioè si applicherà il principio della minima energia potenziale. Detto I l'incremento di energia potenziale, sia delle forze interne elastiche che di quelle esterne applicate, nel passaggio dallo stato non deformato a quello deformato, espresso in funzione di f e di u, eguagliando a zero la variazione prima δI che si ottiene attribuendo ad f e ad u delle variazioni arbitrarie δf e δu, si otterranno le equazioni indefinite e le equazioni ai limiti.

S'intende che le equazioni indefinite a cui perverremo saranno due e non una sola, come nel caso della lastra piana, in cui l'unica incognita è f, essendo ovunque $u = 0$.

Il lavoro di deformazione unitario φ di un elemento volumetrico è dato dall'espressione

$$\varphi = \frac{1}{2\,E}\left(\sigma_x^2 + \sigma_y^2\right) - \frac{1}{m\,E}\sigma_x\,\sigma_y + \frac{1}{2\,G}\tau^2.$$

Quindi il lavoro di deformazione Φ d'un cilindretto ad asse normale alla superficie media della diga, di sezione $d\,S$ e di altezza h eguale allo spessore della diga, riferito all'unità di sezione, è (1)

$$(4)\qquad \Phi = \int_{-\frac{h}{2}}^{+\frac{h}{2}} \varphi\, d\,z.$$

Nel nostro caso, tenuto conto delle (3), si ha senza difficoltà

$$\varphi = \frac{m^2 E}{2\,(m^2 - 1)}\left[\left(\frac{f}{\rho} + u_x'\right)^2 + \left(r^2 + t^2 + \frac{2}{m} r\,t + \right.\right.$$
$$\left.\left. + 2\frac{m-1}{m} s^2\right) z^2 + \frac{m-1}{2\,m} u'^2_y\right] + \text{ termini in } z,$$

ove per le derivate di u abbiamo usato i seguenti simboli

$$u'_x = \frac{d\,u}{d\,x},\quad u'_y = \frac{d\,u}{d\,y}$$

e per le derivate di f abbiamo usato i simboli di Monge

$$p = \frac{d\,f}{d\,x},\ q = \frac{d\,f}{d\,y},\ r = \frac{d^2 f}{d\,x^2},\ s = \frac{d^2 f}{d\,x\,d\,y},\ t = \frac{d^2 f}{d\,y^2}$$

Eseguendo l'integrale (4) i termini in z danno degli addendi nulli, si trova quindi

$$\Phi = \frac{m^2 E}{2\,(m^2 - 1)}\left[\left(\frac{f}{\rho} + u'_y\right)^2 h + \left(r^2 + t^2 + \frac{2}{m} t\,r + \right.\right.$$
$$\left.\left. + 2\frac{m-1}{m} s^2\right)\frac{h^3}{12} + \frac{m-1}{2\,m} u'^2_y\,h\right]$$

L'energia totale del sistema deformato è allora

$$I = \int_S (\Phi + p\,f)\,d\,S$$

ove $-p$ indica la pressione idrostatica e S la superficie della diga. Perchè questa energia sia minima, deve essere

$$\delta\,I = 0$$

Si indichi brevemente con F la funzione sotto il segno di integrale e cioè

$$(5)\qquad F = \frac{m^2 E}{2\,(m^2 - 1)}\left[\left(\frac{f}{\rho} + u'_y\right)^2 h + \left(r^2 + t^2 + \frac{2}{m} t\,r + \right.\right.$$
$$\left.\left. + 2\frac{m-1}{m} s^2\right)\frac{h^3}{12} + \frac{m-1}{2\,m} u'^2_y\,h\right] + p\,f$$

Si avrà

$$(6)\qquad \delta\,I = \int \delta\,F\,d\,S = \int\left(\frac{d\,F}{d\,f}\ f + \frac{d\,F}{d\,r}\delta\,r + \frac{d\,F}{d\,s}\delta\,s + \right.$$
$$\left. + \frac{d\,F}{d\,t}\delta\,t + \frac{d\,F}{d\,u'_x}\delta\,u'_x + \frac{d\,F}{d\,u'_y}\delta\,u'_y\right) d\,S = 0.$$

Come insegna il calcolo delle variazioni, poichè soltanto le funzioni f e u sono indipendenti, occorre svincolare l'integrale

(1) GHERARDELLI: *Sull'equilibrio delle lastre piane elastiche.* Annali dei Lavori Pubblici 1925, fasc. VI.

(1) Si trascura il rapporto fra spessore e raggio, giacchè l'espressione esatta sarebbe

$$\Phi = \int_{-\frac{h}{2}}^{+\frac{h}{2}} \varphi\left(1 + \frac{z}{\rho}\right) d\,z.$$

dalle variazioni δr, δs, δt, $\delta u'_x$ $\delta u'_y$. Sempre con i simboli di Monge si ha (1)

$$\frac{dF}{dr}\delta r = \frac{d}{dx}\left(\frac{dF}{dr}\delta p\right) - \frac{d}{dx}\left(\frac{d}{dx}\frac{dF}{dr}\delta f\right) + \frac{d^2}{dx^2}\frac{dF}{dr}\delta f$$

$$\frac{dF}{dt}\delta t = \frac{d}{dy}\left(\frac{dF}{dt}\delta q\right) - \frac{d}{dy}\left(\frac{d}{dy}\frac{dF}{dt}\delta f\right) + \frac{d^2}{dy^2}\frac{dF}{dt}\delta f$$

$$\frac{dF}{ds}\delta s = \frac{d}{dx}\left(\frac{dF}{ds}\delta q\right) - \frac{d}{dy}\left(\frac{d}{dx}\frac{dF}{ds}\delta f\right) + \frac{d^2}{dx\,dy}\frac{dF}{ds}\delta f$$

e inoltre

$$\frac{dF}{du'_x}\delta u'_x = \frac{d}{dx}\left(\frac{dF}{du'_x}\delta u\right) - \frac{d}{dx}\frac{dF}{du'_x}\delta u$$

$$\frac{dF}{du'_y}du'_y = \frac{d}{dy}\left(\frac{dF}{du'_y}\delta u\right) - \frac{d}{dy}\frac{dF}{du'_y}\delta u$$

Tenuto conto di queste trasformazioni e del noto teorema di Gauss per il quale si ha generalmente

$$\int_S \frac{dK}{dx}\,dS = -\int_\sigma K\cos\omega\,d\sigma$$

ove K è una funzione qualunque definita nel campo S a due dimensioni, ω l'angolo che la normale al contorno σ di S fa con l'asse delle x, la (6) si trasforma nella seguente

$$(6')\qquad \delta I = \int_S \left[\left(\frac{dF}{df} + \frac{d^2}{dx^2}\frac{dF}{dr} + \frac{d^2}{dx\,dy}\frac{dF}{ds} + \frac{d^2}{dx^2}\frac{dF}{dt}\right)\delta f - \left(\frac{d}{dx}\frac{dF}{du'_x} + \frac{d}{dy}\frac{dF}{du'_y}\right)\delta u\right] dS - \int_\sigma (A\,\delta p + B\,\delta q + C\,\delta f + D\,\delta u)\,d\sigma = o$$

ove con A, B, C, D si sono brevemente indicati i polinomi funzioni di cos ω, sen ω e delle derivate di F, che risultano dalle trasformazioni sopra dette. L'annullarsi del primo integrale, esteso ad S, del secondo membro dell'espressione precedente conduce alle equazioni indefinite, l'annullarsi del secondo integrale, esteso a σ, alle equazioni ai limiti.

Equazioni indefinite. Nel primo integrale, essende δf e δu variazioni arbitrarie, occorre che si annullino i loro moltiplicatori. Tenuta presente l'espressione (5) di F, eseguendo le derivazioni indicate si ottiene immediatamente
supposto h = costante.

$$(7)\quad \begin{cases} \dfrac{h}{\rho}\left(\dfrac{f}{\rho} + u'_x\right) + \dfrac{h^3}{12}\left(\dfrac{d^4 f}{dx^4} + 2\dfrac{d^4 f}{dx^2\,dy^2} + \dfrac{d^4 f}{dy^4}\right) = \\ \qquad = -\dfrac{m^2-1}{m^2 F}\,p \\ \dfrac{1}{\rho}\dfrac{df}{dx} + \dfrac{d^2 u}{dx^2} + \dfrac{m-1}{2m}\dfrac{d^2 u}{dy^2} = o. \end{cases}$$

le quali sono le equazioni indefinite, nell'ipotesi che h sia costante.

Ma le nostre formule permettono di trovare le equazioni anche se h è variabile. Nell'eseguire le derivazioni che ci hanno condotto dalla (6') alle (7) basta considerare h funzione di x e di y. Se h è funzione della sola y, come è in generale nelle dighe a volta, le equazioni indefinite diventano

$$(7')\quad \begin{cases} \dfrac{h}{\rho}\left(\dfrac{f}{\rho} + u'_x\right) + \dfrac{h^3}{12}\Delta_4 f + 2\dfrac{d}{dy}\dfrac{h^3}{12}\dfrac{d}{dy}\Delta_2 f + \\ \qquad + \dfrac{d^2}{dy^2}\dfrac{h^3}{12}\left(\dfrac{d^2 f}{dy^2} + \dfrac{1}{m}\dfrac{d^2 f}{dx^2}\right) = -\dfrac{m^2-1}{m^2 E}\,p, \\ \left(\dfrac{1}{\rho}\dfrac{df}{dx} + \dfrac{d^2 u}{dx^2} + \dfrac{m-1}{2m}\dfrac{d^2 u}{dy^2}\right)h + \dfrac{m-1}{2m}\dfrac{du}{dy}\dfrac{dh}{dy} = o \end{cases}$$

ove $\Delta_2 f = \dfrac{d^2 f}{dx^2} + \dfrac{d^2 f}{dy^2}$ e $\Delta_4 f = \dfrac{d^4 f}{dx^4} + 2\dfrac{d^4 f}{dx^2\,dy^2} + \dfrac{d^4 f}{dy^4}$.

Equazioni ai limiti. Le equazioni ai limiti sul perimetro incastrato si riducono semplicemente a $f = \dfrac{df}{dn} = o$, ove n è la normale al perimetro.

Le condizioni al coronamento libero sono molto complicate. Crediamo però inutile fare i calcoli perchè l'integrazione diretta delle equazioni di equilibrio presenta difficoltà insormontabili e quindi riesce inutile la determinazione delle equazioni ai limiti. Tuttavia esse si deducono in modo analogo a quello indicato nella mia citata Nota sulle lastre piane.

Conclusioni.

Dalle equazioni che abbiamo determinate emerge l'importanza che lo spostamento tangenziale u assume nel calcolo delle deformazioni e delle tensioni, importanza che non sembra sia stata messa finora in particolare rilievo. Le deformazioni e le tensioni non dipendono solo dagli spostamenti radiali f, e quindi non si può dedurre dalla sola conoscenza della f se la materia è tesa o compressa e in quale misura. La prima delle due equazioni (7), valevoli per h = costante, era già sostanzialmente nota, tuttavia essa non ha segnificato se non forma sistema con la seconda equazione.

Se avessimo tenuto conto anche dello spostamento verticale v dei punti della superficie media le equazioni indefinite sarebbero state tre. Il non avere considerato v, ossia il porre come terza equazione $v = o$ equivale a supporre che esistano delle forze applicate verticali tali da annullare lo spostamento che per l'effetto Poisson i detti punti subirebbero. D'altra parte non si può considerare lo spostamento v senza mettere in conto anche le forze di massa, ossia la gravità, perchè a valori non nulli di v corrisponde un certo lavoro della gravità. Un completo esame del comportamento elastico di una diga a volta per il solo effetto del carico idrostatico non potrebbe dunque condursi che con la contemporanea messa in conto degli spostamenti v e del peso proprio della diga. Il prescindere dalle forze di massa autorizza dunque, in un certo senso, la supposizione $v = o$.

Si può osservare che in corrispondenza della superficie media, e per h = cost. la seconda equazione delle (7) si può scrivere

$$(8)\qquad \frac{d\varepsilon_y}{dx} + \frac{m-1}{2m}\frac{d\gamma}{dy} = o$$

perchè in corrispondenza della detta superficie, e cioè per $z = o$, si ha dalle (2):

$$\varepsilon_x = \frac{f}{\rho} + \frac{du}{dx},\quad \varepsilon_y = o,\quad \gamma = \frac{du}{dy}.$$

Nel caso degli archi circolari, comunque vincolati agli estremi, le equazioni (2), (3) e (7) valgono ugualmente, purchè si tenga conto che f, u e p non dipendono che da x, ossia dalla lunghezza dell'arco, e non da y. Tutte le derivate rispetto a

(1) Vedasi ad es. la mia citata nota.

y si annullano, e quindi diventa nullo anche il valore di γ dato dalle (2). In corrispondenza della fibra media dell'arco si ha dunque dalle (8)

$$\frac{d\,\varepsilon_x}{d\,x} = o, \qquad \text{e perciò} \qquad \varepsilon_x = \text{costante}.$$

Risulta che in un arco circolare comunque vincolato agli estremi e comunque caricato (giacchè p può supporsi una funzione qualsiasi di x), purchè il carico abbia in ogni punto la direzione del raggio dell'arco, la ε_x, e quindi la σ_x, è *costante lungo tutta la fibra media.* Il valore numerico di questa costante dipenderà dalle dimensioni geometriche dell'arco e dal tipo di carico. In questa proprietà rientra anche quella delle travi rettilinee, ove la fibra media, purchè il carico sia normale alla trave, non sopporta alcuna tensione. In tal caso quella costante è zero. Tale risultato è strettamente inerente alla fatta ipotesi della conservazione delle sezioni piane. Sarebbe facile dimostrare che esso resta invariato anche se lo spessore non è trascurabile rispetto al raggio dell'arco (1).

Da ciò emerge che è del tutto convenzionale e non corrispondente alla realtà il supporre di poter sconnettere la diga in archi e mensole, e di ripartire il carico idrostatico sugli uni e sulle altre nel modo più vario.

Non esiste alcuna distribuzione di carico radiale su di un arco, immaginato staccato dal resto della diga, che possa indurre nell'arco gli stessi sforzi di pressione come quelli che esso sopporta in realtà. Infatti l'arco, immaginato isolato, sopporterebbe lungo la sua fibra media una contrazione costante, come si è visto, laddove il coefficiente di contrazione effettivo è variabile, come risulta dalla (8). Lo stesso dicasi per le mensole, perchè lungo la fibra media le tensioni σ_y non sono nè nulle nè costanti, benchè sia nulla la ε_y, con le fatte ipotesi. Esse sono variabili, oltrechè con y, anche con x, come è chiaro; variano cioè da mensola a mensola.

Il calcolo di una diga ad arco, ossia il calcolo di una lastra curva, non è dunque riducibile al calcolo di archi e travi. Siamo in presenza di un caso di elasticità molto più complesso, e non riducibile al problema di Saint-Venant, o al problema delle aste cilindriche, come il caso degli archi e delle travi. Gli elementi ultimi in cui si può scomporre la diga sono sempre elementi *superficiali* e non *lineari :* il calcolo delle travi e degli archi sta dunque al problema di Saint Venant come il calcolo delle dighe a volta, o lastre curve, sta al problema complementare di Saint Venant, ovvero a quello delle *piastre cilindriche* (2). I caratteri generali della deformazione sono di natura affatto diversa nei due casi.

La conclusione di tutto ciò non è, in verità, molto consolante: anche nelle ipotesi più semplici possibili, l'analisi teorica si arresta di fronte a difficoltà analitiche molto gravi. In effetto occorre dichiarare che i metodi di calcolo attualmente usati per le dighe a volta sono *convenzionali,* come ebbe a definirli un eminente idraulico italiano, perchè riposano su convenzioni non conformi alla realtà.

Essi possono essere accettati solo in quanto si tenga presente il loro significato : di ricerca, cioè, affatto empirica di un limite superiore delle tensioni, ovvero in quanto non si sa far di meglio. Non possono però essere accettati come strumenti di indagine del fenomeno reale, e non possono essere applicati, senza errore di concetto, alla interpretazione di osservazioni sperimentali.

ING. LUIGI GHERARDELLI.

Torino Dicembre 1929.

---

(1) Conviene insistere sul fatto che il risultato della costanza della tensione lungo la fibra media è strettamente connesso con la supposizione della conservazione delle sezioni piane. In effetto, con tale supposizione, la costanza della tensione sulla fibra media non implica la costanza della tensione media sulla sezione, perchè la variazione delle tensioni sulla sezione dell'arco non è lineare.

Difatti l'espressione esatta di σ_x, nelle fatte ipotesi, è

$$\sigma_x = E\left(\frac{f}{\rho + z} + \frac{d\,u}{d\,x} + \frac{d^2 f}{d\,x^2}\,\frac{\rho}{\rho + z}\,z\right)$$

ove z è la distanza della fibra media. La tensione σ_0 sulla fibra media ($z = o$) è

$$\sigma_0 = E\left(\frac{f}{\rho} + u'\right) = \text{costante}$$

ma la tensione media σ_m sulla sezione è

$$\sigma_m = \frac{1}{h}\int_{-\frac{h}{2}}^{\frac{h}{2}} \sigma_x\,d\,z = \frac{E}{h}\,[f \log \alpha + u'\,h + f''\,\rho\,(h - \rho \log \alpha)]$$

ove $\alpha = \dfrac{1 + \dfrac{h}{2\,\rho}}{1 - \dfrac{h}{2\,\rho}}$. Sviluppando in serie di $\dfrac{h}{\rho}$ si ottiene

$$\sigma_m = \frac{E}{h}\left[\left(\frac{f}{\rho} + u'\right)h + f''\,\frac{h^2}{12}\,\frac{h}{\rho} + \ldots\right] = \sigma_0 + E\,f''\,\frac{h^2}{12\,\rho} + \ldots$$

che non è costante. Se invece della supposizione della conservazione delle sezioni piane, avessimo accettato quella della variazione lineare delle tensioni, l'accennata proprietà non sussisterebbe più, giacchè comporterebbe la condizione inammissibile $\sigma_m = \sigma_0 =$ costante.

Avremmo trovato invece che deve essere costante, per tutte le sezioni, il momento della risultante delle tensioni rispetto al centro dell'arco, proprietà questa che vale in entrambe le supposizioni, perchè non dipende dall'elasticità dell'arco, ma dai principi della statica dei sistemi rigidi (i carichi, essendo radiali, hanno momento nullo rispetto al centro). In effetto, nei nostri calcoli avendo trascurato lo spessore rispetto al raggio, ossia z rispetto a ρ, le due ipotesi vengono a coincidere, quindi le equazioni trovate hanno un'approssimazione tanto più stretta quanto più le due ipotesi si avvicinano fra loro. Gli sforzi calcolati con i due sistemi si avvicinano tanto più fra loro quanto più la curva delle pressioni si avvicina all'asse geometrico.

L'approssimazione $\dfrac{h}{\rho} = \sim o$ implica dunque che la curva delle pressioni si discosti di poco dall'asse geometrico, altrimenti i termini correttivi che entrerebbero nelle equazioni se tenessimo conto del rapporto $\dfrac{h}{\rho}$ comincerebbero ad assumere un'importanza non più trascurabile. Il calcolo si presenterebbe più complicato, ma forse, concettualmente, non più difficile di quello svolto. Tuttavia, ammessa l'ipotesi della conservazione delle sezioni piane, è facile dimostrare direttamente che la pressione sulla fibra media è costante per carichi radiali, e per qualsiasi valore dello spessore h.

(2) Vedasi ad es. MARCOLONGO: *Teoria matematica dell'equilibrio dei corpi elastici.* Cap. IX e X. Milano. Hoepli, 1904.

ING. CARLO PALESTRINO
DELLA SOCIETÀ IDROELETTRICA PIEMONTE

Studio e calcoli elettrici della linea a 220 kV da Cardano a Cislago

IL TRACCIATO.

La linea Cardano-Cislago è stata studiata per trasportare 150.000 kW alla tensione di 220 kV alla frequenza di 50 periodi su una terna sola.

Il tracciato della linea Cardano-Cislago è stato definito con successivi sopraluoghi avendo di mira di congiungere i due punti determinati colla minima lunghezza e nello stesso tempo cercando di raggiungere la più facile sistemazione dei pali sul terreno, tenuto conto delle condizioni altimetriche delle zone da attraversare e delle loro viabilità.

Inoltre si è cercato di allontanarsi il più possibile dalle località molto dense di linee telefoniche e telegrafiche onde non avere probabili disturbi per effetto di induzione e specialmente delle correnti a terra, dato che, sia col centro stella a terra che isolato, le correnti a terra assumono per una tal linea valori considerevoli.

La lunghezza del tracciato è risultata così di 243 Km. in proiezione orizzontale ed il relativo profilo è rappresentato schematicamente nella figura 1.

La linea è stata armata in un primo tronco, partendo da Cardano, lungo Km. 170,2, con pali in ferro e conduttore formato da una treccia di acciaio ed alluminio; in un secondo tronco, lungo Km. 72,8, con pali in cemento centrifugato e conduttore formato con una lega speciale di alluminio detta Aldrei. In ambedue i tronchi la campata media è di 300 m, i pali sono del tipo a cavalletto ed i conduttori sono posti in uno stesso piano orizzontale alla distanza di m. 7,25 l'uno dall'altro, come indica la figura 2.

Le caratteristiche dei due conduttori sono segnate nella ta-

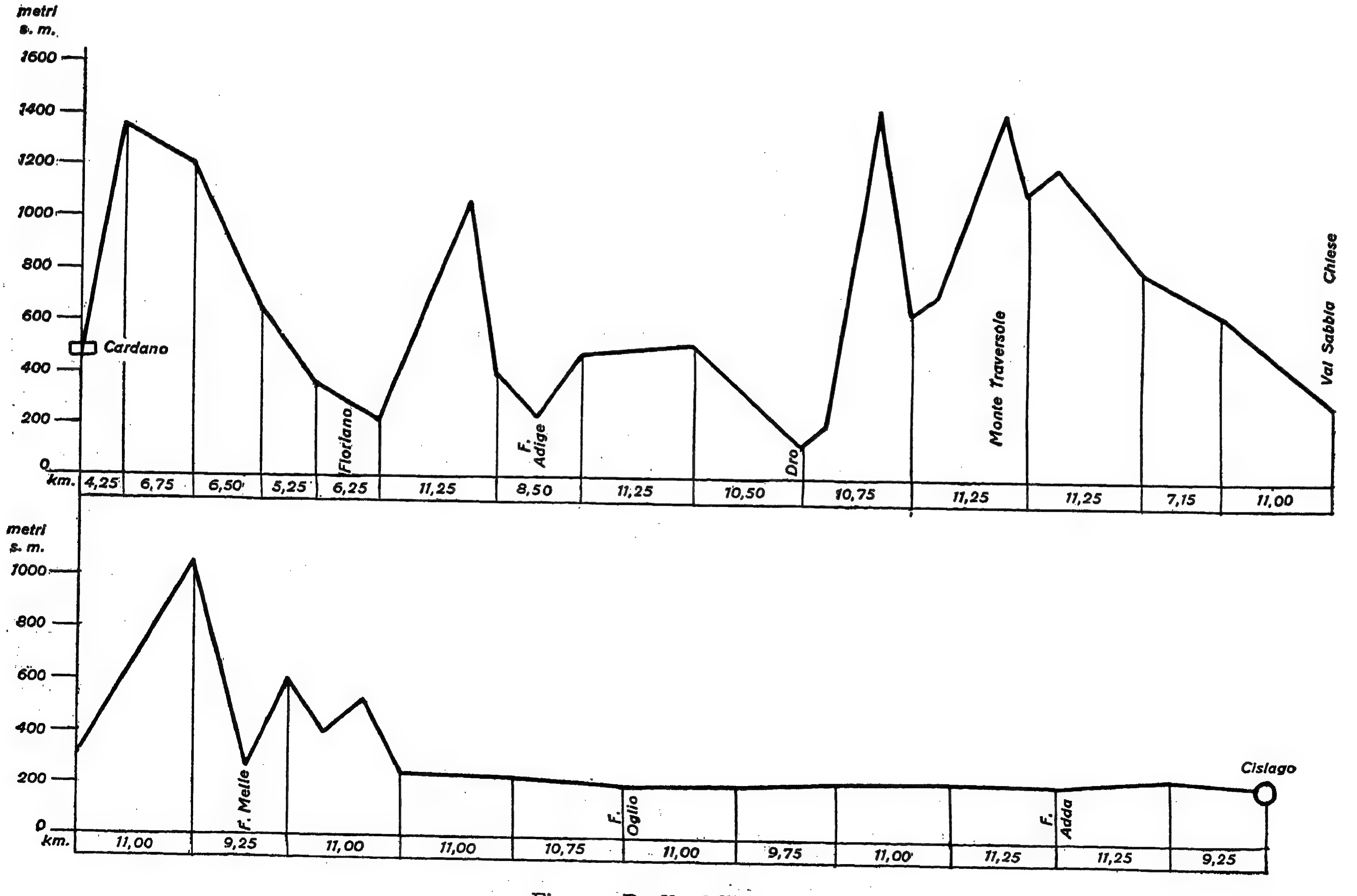


Fig. 1. - Profilo della linea.

bella che segue e sono raffrontate al conduttore in rame di sezione equivalente.

TABELLA I.

	Conduttore 636.000 c. m. acc-all	Conduttore Aldrei	Conduttore Cu
Sez. rame equivalente	202 mmq.	207	200
diametro	248/10	254/10	183/10
carico rottura.......	10.150	11.400	8.800
peso proprio	1,217	1,063	1,86
sezione totale mmq.	364	380	200
composizione	54 × 2,76 al.	61 × 2,82	—
	7 × 2,76 acc.	—	—
modulo d'elasticità ..	8050	6400	13.000
limite elastico	6980	—	2700
coefficiente di dilatazione termica	$19{,}7 \times 10^{-6}$	23×10^{-6}	17×10^{-6}

SCELTA DELLA TENSIONE.

La scelta della tensione di 220.000 Volt è stata decisa dopo le concludenti investigazioni fatte nel viaggio che il sottoscritto ebbe occasione di fare nell'America del Nord e specialmente nella California, unitamente all'On. Ponti Amministratore Delegato della SIP e al Sig. Ing. Roncaldier Condirettore Generale.

I progressi raggiunti nelle costruzioni elettromeccaniche non solo in America, ma anche in Italia, davano persuasione che le nostre maggiori case costruttrici e segnatamente la Brown Boveri e la Compagnia Generale di Elettricità avrebbero potuto con ogni garanzia di sicurezza fornire materiale per sì elevata tensione con tutte le caratteristiche volute e suggerite dalla pratica americana.

Per la parte isolatori e conduttori parimenti la tecnica italiana era, come si è dimostrato effettivamente all'atto pratico, capace di fornire il materiale voluto.

Gli isolatori sospesi da noi già largamente adottati per le linee a 130 kV nella Valtellina e nella Valle d'Aosta davano affidamento di poter essere impiegati con tutta sicurezza sulla nostra linea.

I conduttori in alluminio da preferirsi a quelli in rame per le molte favorevoli caratteristiche a tutti note per le altissime tensioni, sia formati con corda bimetallica, sia con corda di alluminio speciale, si era sicuri di averli a buone condizioni dai fornitori italiani, utilizzando i brevetti americani per la parte delle corde bimetalliche, e i brevetti svizzeri per la parte di alluminio speciale.

Poteva porsi allora la domanda se conveniva la costruzione di una linea ad una terna sola a 220 kV oppure una linea con due terne a 130 kV.

La risposta non era così facile come a prima vista e sotto semplici paralleli di costo potrebbe sembrare.

Difatti oltre alle condizioni di costo e alle condizioni di esercizio poteva insistere una importante considerazione corrispondente all'opportunità di scegliere una tensione che meglio si prestasse ad eventuali scambi di energia e nel Trentino stesso e nella Lombardia.

Questa considerazione indubbiamente avrebbe fatto cadere la scelta sul 130 kV. Ma sorgeva una difficoltà: per una così lunga linea e per un trasporto d'ingente quantità d'energia, (150.000 kW) occorreva per una tensione di soli 130 kV all'arrivo, avere una tensione che raggiungeva i 150 kV alla partenza, giacchè anche adottando conduttori di rilevante sezione, a causa della elevata tensione e delle dimensioni considerevoli del voluto triangolo e distanza delle fasi, la caduta induttiva raggiungeva un valore notevole. Ed allora il macchinario per 150 kV alla partenza non aveva più una cotale differenza di prezzo rispetto a quello per 220 kV e le tensioni stesse di partenza più non si adattavano alle esistenti che non raggiungevano i 140 kV.

D'altra parte la probabilità, o almeno la previsione della possibilità di futuri collegamenti eventuali a maggior distanza dalla Lombardia vuoi in Piemonte, vuoi verso il sud d'Italia, fece propendere la scelta sul 220 kV.

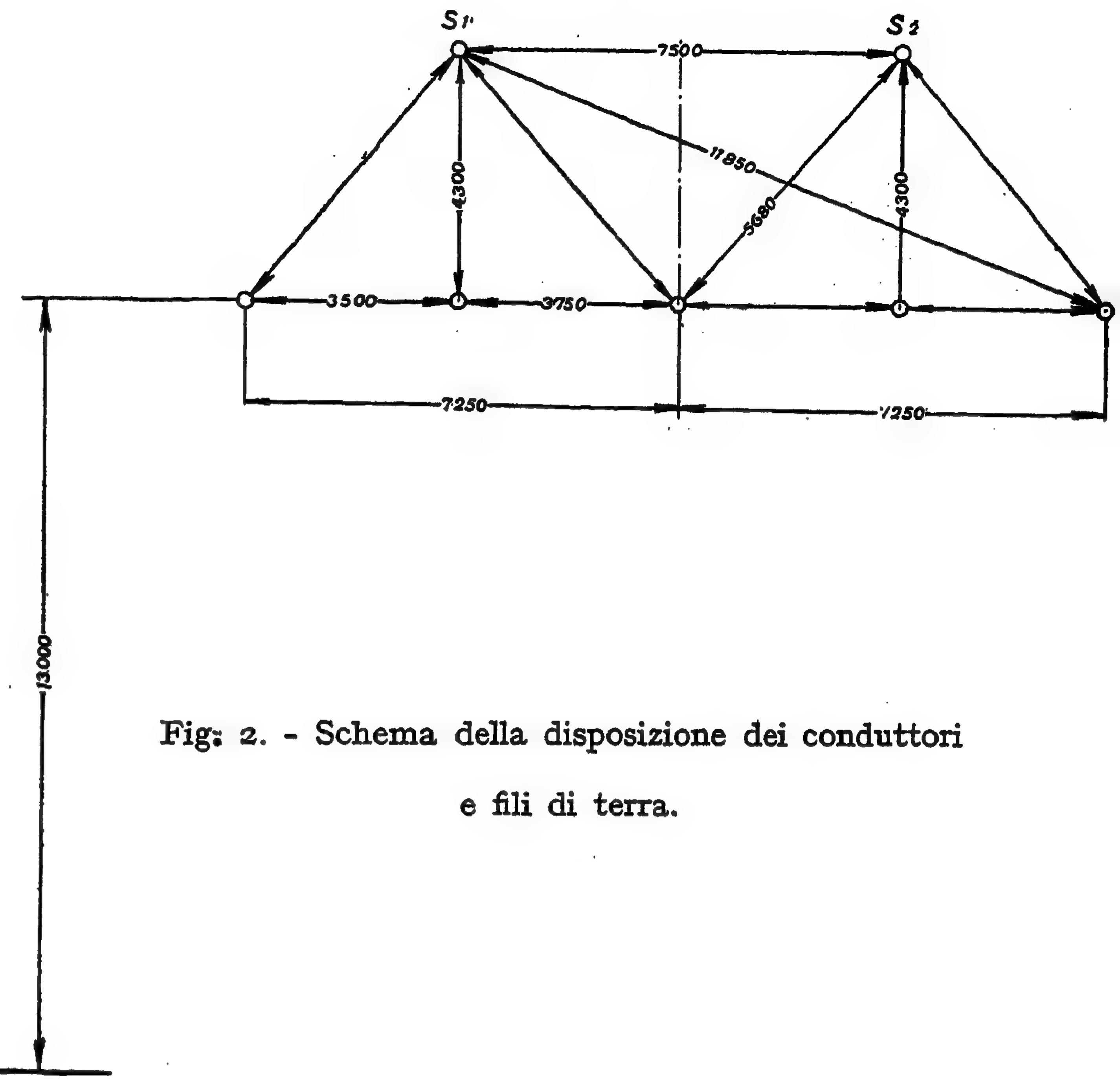


Fig. 2. - Schema della disposizione dei conduttori e fili di terra.

L'analisi del costo delle due installazioni dava poi una, se non imprevista, seducente spinta alla decisione in favore del 220 kV.

Infatti. Supposto di dover trasportare a Cislago 150.000 kW risultava che con un fattore di potenza unità e 200 kV all'arrivo, il valore dell'intensità era di 400 ampère, mentre per avere i 150.000 kW con 130 kV a Cislago e sempre con $\cos \varphi_0 = 1$ l'intensità avrebbe raggiunto i 600 ampère.

A parità di perdite nella linea, si doveva adottare per il primo caso un conduttore di 200 m/mq equivalente rame e per il secondo caso 2 terne di 230 m/mq.

Il che faceva subito assurgere il confronto ad una forte discrepanza di costi, giacchè nel primo caso occorrevano 1300 Tn in cifra tonda, di rame e nel secondo caso 3000Tn, con una differenza quindi di maggior costo in questo caso di 7.000.000 di lire.

Il numero degli isolatori aumentava notevolmente:

Se 7800 catene sono occorse nel montaggio a 220 kV, si può senz'altro ammettere che 15.600 ne occorrevano per le due terne, con parità di campate. Ogni catena nel primo caso di 15 elementi e di 10 elementi nella seconda ipotesi.

Doppio numero di anelli e di accessori elevavano al doppio il costo per il 130 kV, senza tener conto che certe grandi campate che si sono potute fare con una terna sola, non si sarebbero certamente attuate con due terne.

In totale, tenuto conto del doppio filo di terra per la linea a 220 kV e del costo di esproprio un po' più elevato a causa della maggior larghezza dei pali, il costo kilometrico della linea a 220 kV si poteva preventivare in lire 182.000 al Km. contro 236.000 al Km. per la linea a due terne.

La stazione di trasformazione in partenza prevedeva 5 trasformatori da 36.000 kVA con 5 interruttori sull'alta tensione (secondo lo schema allegato fig. 3) ed 1 interruttore di linea, mentre per il 130 kV occorrevano a parità di schema, due interruttori di linea.

Un preventivo di massima dava queste corrispondenze di costo:

	Tensione 220 kV		Tensione 130 kV
N. 5 trasf. da 36000 kVA	L. 10.000.000		L. 8.000.000
N. 5 interruttori trasf.	» 4.000.000		» 1.500.000
N. 1 interrutt. di linea	» 900.000	(2 int.)	» 800.000
Coltelli N. 11 (terne)	» 968.000	(12 colt)	» 300.000
Sbarre, isolat. varie	» 2.000.000		» 1.800.000
	L. 18.078.000		L. 12.900.000

Parimenti per la stazione di trasformazione di arrivo, supposto per la prima fase di avere solo 60.000 kVA di trasformatori installati occorrevano per il 200 kV L. 12.000.000 in cifra tonda e L. 8.800.000 per il 130 kV.

Bisogna tener conto che per il 200 kV e pieno carico di 150.000 kW occorrono 42.000 kVA di sincroni contro 32.000 kVA solamente nel caso del 130 kV, e la spesa di installazione sincroni poteva preventivarsi in circa L. 2.100.000 per il 200 kV e L. 1.750.000 per il 130 kV.

In complesso il parallelo di costo può così completarsi:

	220 ÷ 200 kV	150 ÷ 130 kV
Stazione partenza	L. 18.078.000	L. 12.900.000
Linea	» 45.000.000	» 58.000.000
Stazione arrivo	» 12.000.000	» 8.800.000
Sincroni	» 2.100.000	» 1.750.000
	L. 77.178.000	L. 81.450.000

Come si vede da queste cifre, di massima, e riferite naturalmente all'epoca in cui si decise la costruzione della linea (1927) il vantaggio di costo risultava per la tensione di 220 kV.

Poteva sussistere un'unica obbiezione e cioè quella dipendente dal fatto di aver due terne a 130 kV contro una sola a 220 kV e la conseguente maggior garanzia di servizio per il 130 kV e la possibilità di servizi diversi a 42 e 50 periodi.

Date la disponibilità di energia a Cislago, ove convergono molte altre linee a 130 kV sulle quali si può trasportare con servizi separati energia a 42 ~ per la eventualità di scambi, e per esperienza, facendo nessun assegnamento sulla possibilità di far servizio su una terna quando l'altra è a terra o in riparazione, anche questa considerazione non ha avuto peso per la scelta della tensione, e fu decisa la costruzione a 220 kV.

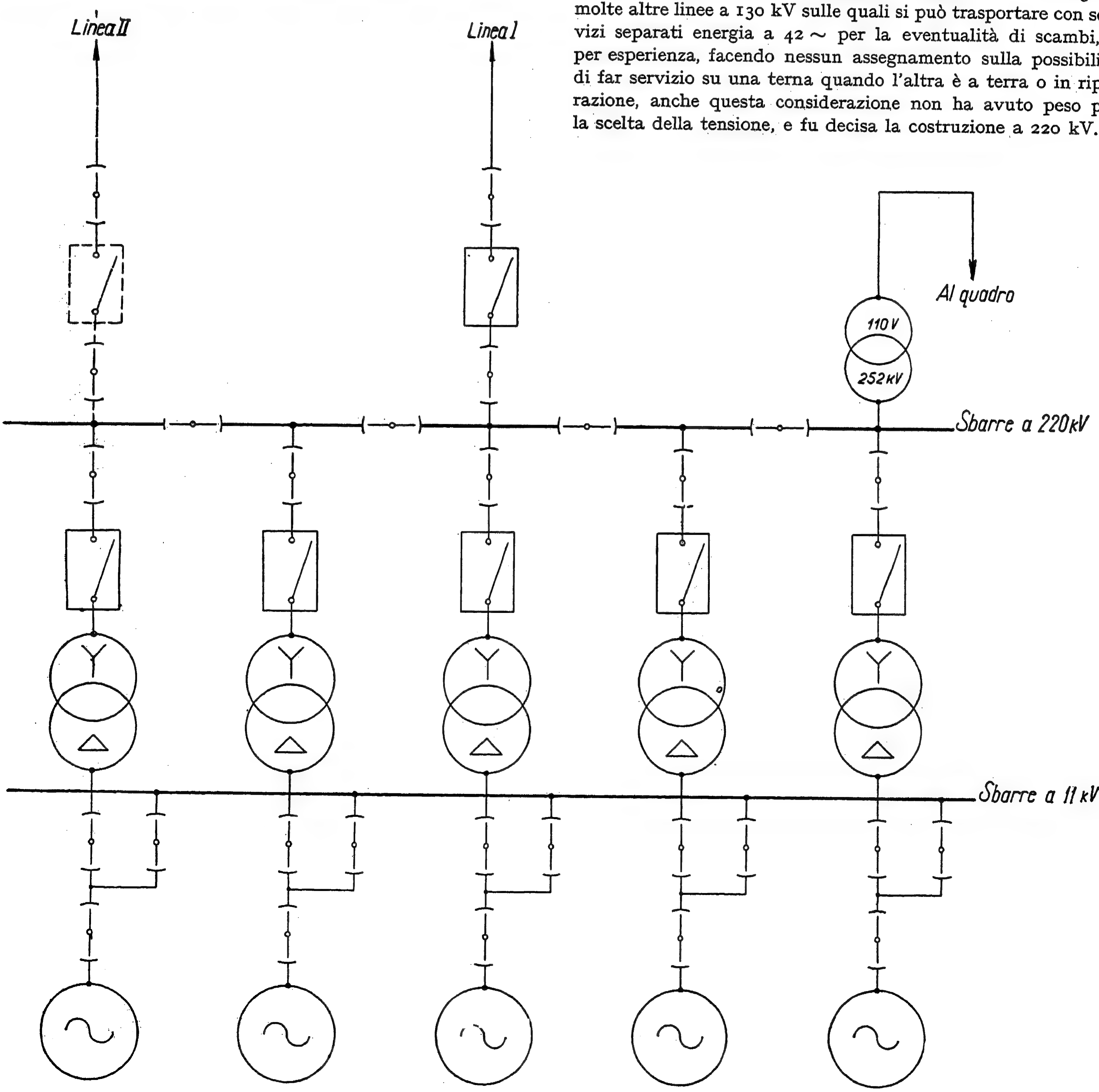


Fig. 3. - Schema sommario Centrale Cardano.

La linea nel suo profilo.

Come si vede dal profilo, la linea si svolge per circa 150 Km in zona montuosa, toccando la massima quota di mt. 1418 a Cima d'Oro, e i 1404 mt. a monte Traversole, e raggiungendo i 1360 metri presso Monte Rosso e mantenendosi per circa Km. 6,75 a quota superiore ai 1000 mt. Passato il Chiese raggiunge ancora i 1000 mt. s. m. per scendere poscia decisamente alla pianura.

Nella zona montuosa non poche campate superano i 500 m. ed una, quella che attraversa la Vallarsa, raggiunge i 933 m. La campata sull'Adige è larga 456 m. con 215 m. di dislivello. La linea è divisa in sei tratte con cinque sezionamenti di cui due con cabine.

La suddivisione dei tratti è la seguente:

1° tratto	Cardano - Lavis	Km.	48	(cabina)
2° »	Lavis - Prè	»	39	(sezionamento)
3° »	Prè - Passo Spino	»	29	(»)
4° »	Passo Spino - Concesio....	»	29	(cabina)
5° »	Concesio - Mariano	»	48	(»)
6° »	Mariano - Cislago.........	»	49	(»)

Sono pure stati previsti cinque incroci, ciascuno composto di due pali speciali, in modo di avere fra Cardano e Cislago due rotazioni complete delle fasi.

Per ogni incrocio sono installati due pali a mensole opposte per ottenere più facilmente l'incrocio dei conduttori come in figura 4 colla testa formante un triangolo rettangolo colla base di 14,50 mt. come il palo a cavalletto normale e il conduttore centrale portato a 6,75 superiormente all'altezza normale degli altri cavalletti.

I due pali speciali sono disposti contrariamente e cioè il primo palo con il conduttore superiore a sinistra ed il secondo a destra. In tal modo il conduttore di centro della campata normale sale al posto superiore nel primo palo d'incrocio e diventa sinistro nel secondo palo d'incrocio e così via per il palo a cavalletto seguente.

Il conduttore destro resta a destra sui due pali d'incrocio, passando nella mensola inferiore del secondo palo e passando quindi al centro del cavalletto susseguente.

Il conduttore sinistro passa nella mensola inferiore sinistra del 1° palo e poi nella mensola superiore del secondo palo e prosegue come conduttore di destra sui cavalletti seguenti.

Di questi incroci il primo si trova ai pali 61 e 62 a 7 Km. circa prima del sezionamento di Lavis.

Il secondo a Km. 5 prima del sezionatore di Moline.

Il terzo a Km. 9, dopo il Passo Spino (pali 67-68).

Il quarto ad Adro a 20 Km. dopo il sezionatore di Concesio.

Infine il quinto, nel tratto di pali in cemento, è pure fatto con pali metallici a Km. 8 dopo Mariano, a Bottanuco, subito dopo l'attraversamento dell'Adda. In tal modo i cinque incroci dividono in sei parti quasi uguali l'intero percorso della linea. Alle prove in effetto la compensazione è risultata perfetta.

Il totale dei pali è di 832 così suddivisi:

		Km.	Pali	Dal N.°
Tratto	Cardano - Salorno ...	32,778	108	1 al 107
»	Salorno - Vezzano ...	25,927	85	108 » 192
»	Vezzano - Prè.......	31,395	99	193 » 291
»	Prè - Passo Spino ...	26,284	72	292 » 363
»	Passo Spino-S. Vigilio	30,113	88	364 » 451
»	S. Vigilio - Oglio ...	23,188	76	452 » 527
»	Oglio - Passirano ...	40,844	159 cem. 8 ferro	528 » 694
»	Passirano - Cislago ..	32,019	131 cem. 7 ferro	695 » 832

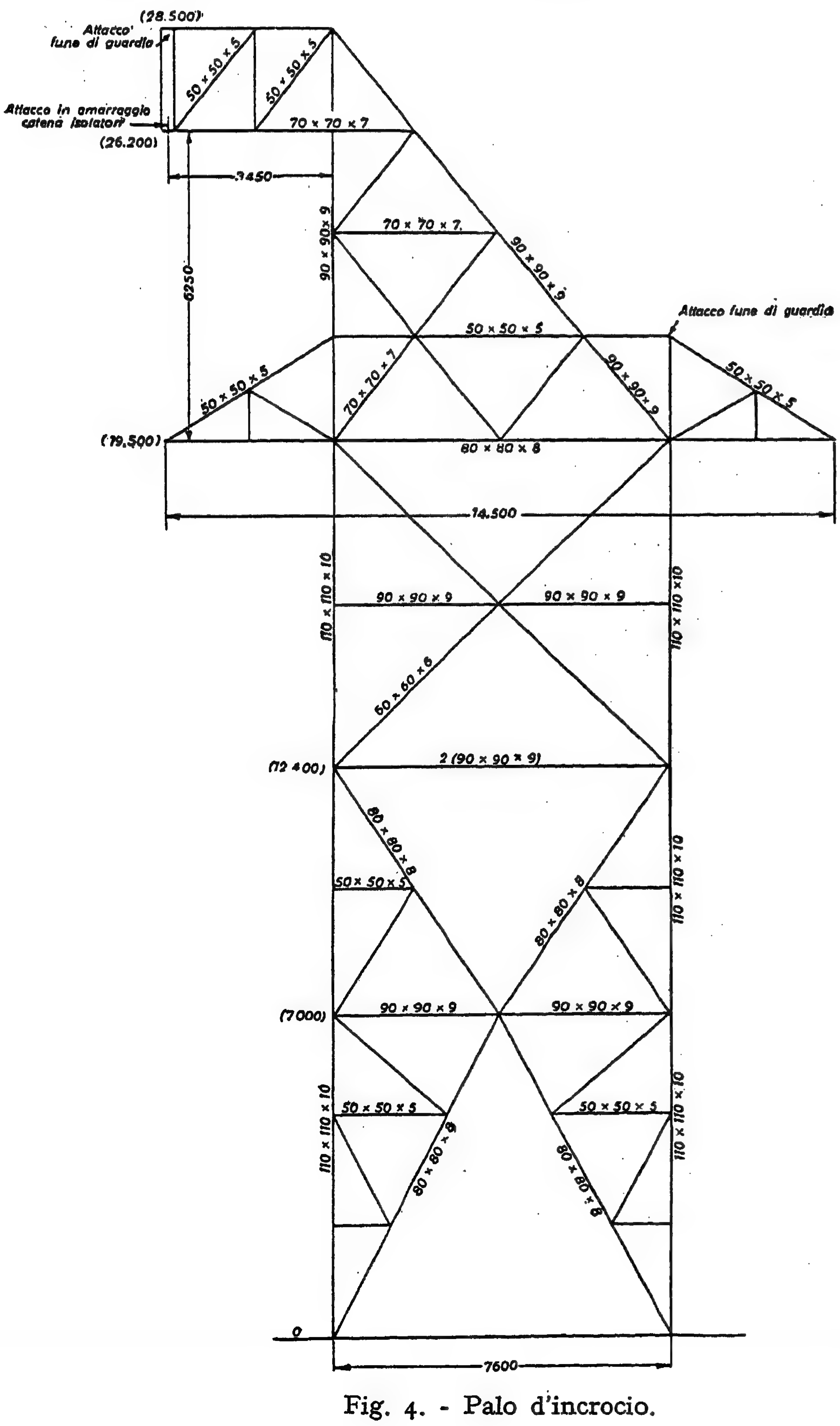


Fig. 4. - Palo d'incrocio.

Studio del palo dal punto di vista elettrico.

La forma e le dimensioni del palo vennero controllate anche sotto riguardo al campo elettrico creato dai conduttori. Il valore del gradiente venne determinato con la formula

$$g = \frac{E}{2{,}31\ (r + a) \log_{10} \dfrac{d}{r}}$$

dove E è la tensione di fase espressa in Volt, r il raggio del conduttore (o dell'anello di guardia in tensione) d la distanza fra il conduttore in tensione e la terra o il punto che fa terra ed a la distanza fra il conduttore ed il punto verso il quale si vuole conoscere il gradiente. (Tutte queste distanze vanno espresse in cm.).

Fissata in 220 kV la tensione normale d'esercizio della linea, come prima verifica si è calcolato il gradiente massimo fra due conduttori alla distanza di m. 7.25 e si è avuto il valore di 16.000 V/cm. Si è poi calcolato il gradiente nello spazio compreso fra l'anello di guardia inferiore, quando la catena fa con la verticale un angolo di 42° 20' (dovuto ad una deviazione della linea di 3° ed all'azione del vento), e la traversa superiore del palo (fig. 5). In questo caso r (raggio del tubo in cui è costruito l'anello di guardia) è uguale a 3 cm. e d = 170 cm., ed il gradiente assume un valore massimo di 10.450 Volt/cm. naturalmente alla superficie dell'anello. Questo gradiente si riferisce alle condizioni normali di esercizio; e cioè ad una ten-

sione di 127 kV per fase/terra. Conosciuto il valore del gradiente nei diversi punti si è potuto tracciare la curva della variazione della tensione. La risultanza di questi calcoli si è che il gradiente alla superficie del conduttore non supera il gradiente disruptivo dell'aria e quindi non si hanno effluvi in condizioni normali di esercizio.

peggiore condizione di distanze relative fra conduttore e filo di terra. Difatti nel palo normale a traliccio la distanza dei conduttori dal filo di terra è di m. 5,55 mentre nel palo S.C.A.C., sospensione normale, è di m. 5.

Nel palo d'ammarraggio a traliccio tale distanza si riduce a m. 4,25 per effetto delle catene disposte orizzontalmente, e

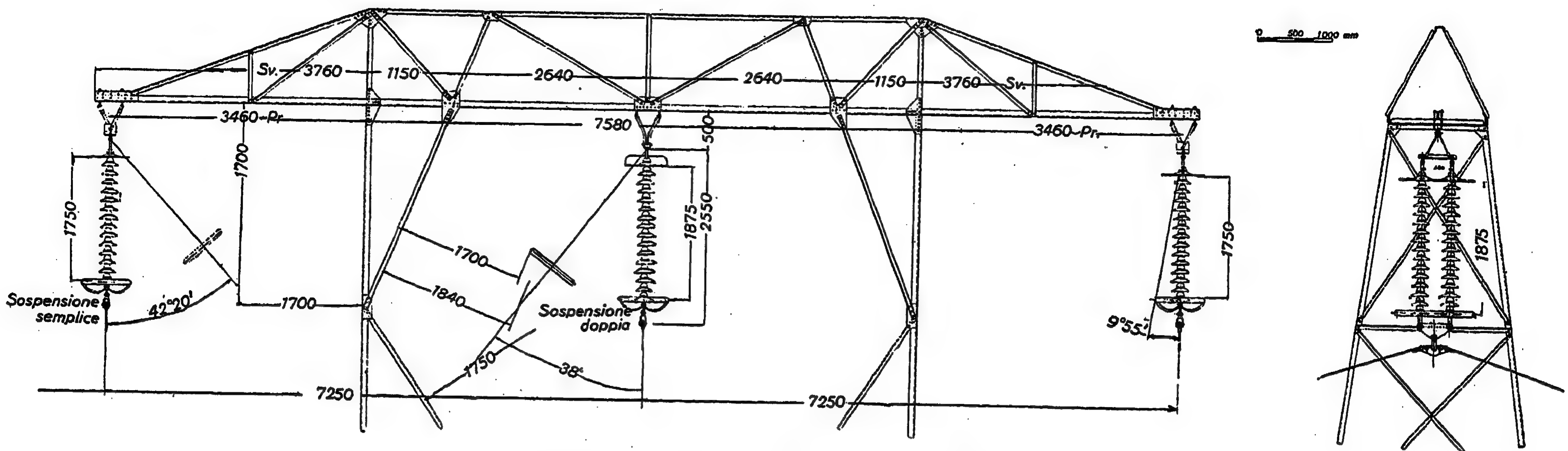


Fig. 5. - Testa di palo in ferro a traliccio.

Lo stesso calcolo si è fatto per il conduttore centrale prendendo in considerazione però non più l'anello di guardia, ma il conduttore che ha un raggio uguale a cm. 1,24, la distanza della traversa laterale, sempre supponendo una deviazione della catena di un angolo di 42° 20, è di cm. 180 (1). In questo caso il gradiente assume un valore massimo di 20.500 Volt/cm. dato il minor diametro del conduttore rispetto alla distanza.

I valori calcolati per il palo a traliccio sono pure stati verificati per il palo S.C.A.C. in cemento armato e si è constatato che i risultati differiscono di meno dell'1 %, ammesso che gli angoli d'inclinazione massima delle catene siano dello stesso valore, e trascurando l'influenza della forma del corpo che fa terra, il che, per il palo a traliccio è rappresentato da ferri sagomati a spigoli vivi, mentre per il palo S.C.A.C. si tratta di una superficie curva in cemento (fig. 6).

Si è ancora considerato il campo compreso fra il conduttore ed il filo di guardia di un palo S.C.A.C., nel quale la relativa distanza è minore che non sul palo a traliccio e si è scelto an-

tale distanza diminuisce ancora nel palo d'ammarraggio in cemento armato, per il quale la distanza si riduce a 360 cm. a causa della diversa forma delle traverse.

Va notato infine che per ogni singola campata la condizione di gradiente massimo si ha nelle vicinanze del palo, perchè data la differenza dei valori delle freccie per il conduttore e per il filo di terra, le distanze nel centro della campata sono assai maggiori che non nel punto di ammarraggio al palo.

La verifica delle condizioni di gradiente è quindi completamente soddisfacente sotto il punto di vista delle normali condizioni di esercizio. Va da sè che nelle condizioni di fenomeni transitori di onde di sovratensione comunque generate, questi valori di gradiente verranno ad elevarsi in proporzione; ne avverranno effluvii, ma date le distanze, non si ritiene possano formarsi scariche. L'inclinazione di 42° 20' alle catene è evidentemente prevista in eccesso.

A queste deduzioni di carattere puramente teorico, per quanto avvalorate dal risultato dei calcoli, dobbiamo aggiungere le

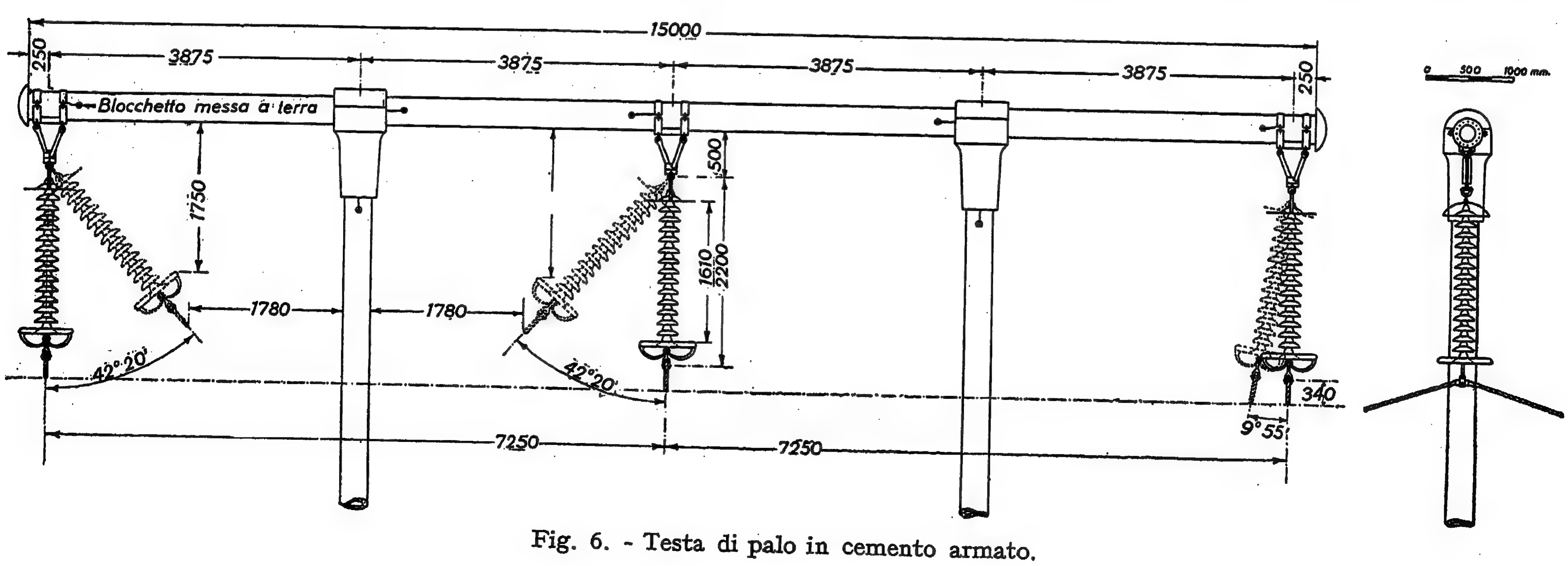


Fig. 6. - Testa di palo in cemento armato.

cora la condizione di ammarraggio, cioè il caso in cui la distanza è minore che non nella posizione verticale della catena. Il calcolo si è fatto quindi per $d = 360$ cm. ed il gradiente massimo è risultato uguale a 18.000 Volt/cm.

Nel palo d'ammarraggio S.C.A.C. si ha effettivamente la

(1) Nella figura 5 la catena centrale è disegnata a doppia sospensione, per il quale caso si ammette una deviazione di soli 38°.

risultanze degli effettivi esperimenti e delle conclusioni alle quali sono arrivati gli Americani nell'esercizio pratico di linee a tensioni così elevate ed equipaggiate nelle similari condizioni.

Riteniamo pertanto, e vogliamo sperare che la pratica confermerà il nostro asserto, che le distanze e le dimensioni adottate siano per risultare corrispondenti ad un buono e sicuro esercizio.

Nella seconda parte di questa relazione svolgeremo più am-

piamente alcuni concetti relativi alle onde a fronte ripido che in una tale linea possono propagarsi con valori di ampiezza massima che supera con ogni probabilità il milione di Volt.

CONSIDERAZIONI SULLA SCELTA DEL CONDUTTORE.

Il filo o la corda di rame, normalmente usati per la loro grande conducibilità, e quindi per la piccolezza della sezione necessaria, offrono alle altissime tensioni, una inaccettabile perdita per effetto corona. Per diminuire questa, si dovrebbe o aumentare la distanza fra le fasi o aumentare il diametro del conduttore. Nel primo caso sarebbe necessario avere dei pali enormi, oppure per evitare ciò una palificazione per ciascuna fase. Nel secondo caso si avrebbe oltre che uno spreco di materiale anche un aumento enorme nella freccia con relativo aumento nell'altezza del palo. Sempre ad ogni modo una maggior spesa per i pali (costruzione ed innalzamento) e per gli espropri.

L'alluminio puro se diminuisce l'inconveniente dell'effetto corona, poichè a parità di conduttività presenta una sezione maggiore, data però la sua piccola resistenza meccanica importa una grande freccia e perciò alti pali.

Recentemente si è riuscito con leghe speciali, opportunamente trattate a freddo ed a caldo, ad aumentare sensibilmente la resistenza alla trazione dell'alluminio sino a quasi raddoppiarla pur mantenendone la conducibilità ad un valore soddisfacente.

I cavi d'alluminio ed acciaio, di costruzione americana, a parità di sezione utile offrono un maggior diametro che le corde usuali di rame, ed una maggiore resistenza meccanica. Ad essi però si fa colpa di maggiori complicazioni nei giunti e negli attacchi, e di presentare il pericolo di guasti meccanici dovuti agli attriti creati dalle notevoli differenze di dilatazione fra i suoi componenti, ed il pericolo che per una diminuzione di temperatura la sollecitazione ammessa inizialmente nell'alluminio diventi pericolosa. Ad evitare ciò, nei calcoli si parte dal principio di fare lavorare meccanicamente solo l'acciaio: in quanto agli altri inconvenienti essi non sono tali da sconsigliare la presa in considerazione di questi conduttori.

Il vantaggio di un grande diametro rispetto alla sezione utile è offerto anche dal conduttore tubolare in rame, di costruzione tedesca, costituito da un conduttore sagomato centinato disposto a circonferenza cava, nell'interno della quale, per mantenere la rigidità è disposto un altro conduttore a lamina piatta ondulata che rinforza con disposizione elicoidale il conduttore stesso (tipo Siemens-Schuckert).

Di questa fune tubolare sono di costruzione normale tre tipi con diametri e sezioni rispettivamente di:

1° tipo	diam.	40–45 m/m	sezione	360–500	mmq.
2° »	»	30–35 »	»	240–360	»
3° »	»	25 »	»	160–240	»

La Brown Boveri fornisce conduttori di rame cavo « Sistema Heddernheim » senza l'anima ad elica, delle seguenti caratteristiche:

Diametro	Sezione
420/10	400 mm²
320/10	300 mm²
250/10	200 mm²
280/10	200 mm²
250/10	185 mm²

Il comportamento meccanico delle funi tubolari è simile a quello delle funi piene. Il carico di rottura può ritenersi in circa 40 kg/mmq. di sezione effettiva. Per campate di grande lunghezza si adottano conduttori in bronzo per i quali il carico di rottura sale a circa 50-65 Kg. per m/mq. L'allungamento alla rottura ed il coefficiente di dilatazione sono uguali a quelli delle funi piene. I collegamenti fra i tronchi di fune si fanno mediante morsetti conici di bronzo con riempimenti interni nel giunto ed i pezzi di amarraggio sono foggiati in modo simile.

Un dettagliato studio sulle possibilità di utilizzare il conduttore di rame cavo ci portò alla conclusione che, attenendosi alle prescrizioni di sicurezza delle nostre Autorità, il calcolo portava alla campata più economica per il rame tubolare di m. 235 contro la campata di m. 300, dell'acciaio alluminio.

Quindi per una linea di 240 Km. con il conduttore tubolare in rame sarebbero occorsi 1020 pali e con il cavo acciaio-alluminio solamente 800: cioè ben 220 in meno. Si pensi che ad essi non corrisponde solamente una diminuzione nella spesa per il ferro ma anche una spesa minore per l'innalzamento, per gli espropri, per i danni, per le catene degli isolatori ed inoltre ancora una diminuzione dei punti deboli per l'esercizio della linea.

CARATTERISTICHE CONDUTTORI.

Il capitolato per l'acquisto della corda acciaio alluminio comportava i seguenti criteri.

Fornitura di 540 Km. di treccia bimetallica del tipo 636.000 c. m. costituita da un'anima di 7 fili di acciaio zincato ciascuno del diametro di mm. 2,76 e quindi della sezione complessiva di mmq. 41,8, sulla quale sono avvolti 54 fili di alluminio, ciascuno del diam. di 2,76 mm. e quindi della sezione complessiva di 322,3 mmq. disposti in tre strati uno di 12, l'altro di 18 e il terzo di 24 avvolti in senso contrario.

Le caratteristiche tecniche per i fili di acciaio comportavano:

Carbonio	0,55 ÷ 0,65 %
Manganese	0,50 ÷ 0,80 %
Silice	0,20 ÷ 0,12 %
Fosforo	non > 0,04 %
Zolfo	non > 0,04 %
Carico al limite di elasticità	91,5 Kg/mmq.
» di rottura	110÷120 Kg/mmq.

Allungamento su 200 m. non minore di 4 %.

Speciali condizioni di garanzia erano richieste per le zincature.

Per i fili d'alluminio:

Purezza del	99,3 % e non < del 99 %
Carico al limite di elasticità	10 Kg/mmq.
Carico di rottura	17 Kg/mmq.
Allungamento su 200 m.	non > del 1,5 %

Per l'intiera treccia:

Diametro complessivo	24,8 m/m.
Peso per metro	1,217 Kg. ± 2 %
Peso acciaio	0,330 » »
Peso alluminio	0,887 » »
Conduttività dell'alluminio	61 %
Carico rottura treccia	10,100 Kg.
» » dell'anima acciaio	4.700 Kg.
Lunghezza media di ogni bobina	1.160 m.
Peso lordo di ogni bobina	1.600 Kg.

Altre condizioni imponevano la perfetta esecuzione della corda e la precisione di esecuzione uniforme.

Speciali modalità erano fissate per le prove e per il collaudo per avere la garanzia che tutte le bobine corrispondessero alle condizioni imposte contrattualmente.

Per l'alluminio di lega 3 la fornitura contemplava l'acquisto di Km. 230 di treccia di alluminio (Aldrey), costituita da 61 fili ciascuno del diam. di 2,82 mm. e della sezione complessiva di 380 mm.

La purezza del metallo doveva essere del 98,6 % con un carico al limite elastico di 25 Kg/mmq. allungamento residuo 0,1 %.

Carico di rottura.................. 31,5 Kg/mmq.
Conduttività .... 53 %
Allungamento su 200 m. non maggiore di 5 %

Per l'intera treccia:

Diametro complessivo .... 25,4 mm.
Peso per metro .... 1,063 Kg.
Carico di rottura................. 11,400 Kg. ± 5 %
Modulo elasticità .... 6.400 Kg/mmq.
Coefficiente di dilatazione termica .. 0,000023
Lunghezza media per bobina ..... 1.500 m.

CALCOLO DEI COEFFICIENTI L, r e b.

Conduttore acciaio-alluminio. – Il conduttore 636.000 c. m. dell'Alluminium Co. risulta di sezione 323 mmq. di alluminio e 41,9 mmq. di acciaio. La sezione totale risulta di 365 mmq. equivalente a 202 mmq. di rame. Il rapporto tra la sezione alluminio e quella dell'acciaio è 7,71 ed il conduttore raggiunge il diametro di 248/10 di mm.

Resistenza. – La resistenza ohmica di un tale conduttore, astraendo dalla presenza dell'acciaio, è data per Ohms 0,092 per Km.

Da esperienze accurate eseguite nei Laboratori dell'Alluminium Co. si hanno i seguenti valori della resistenza effettiva riportati alle varie condizioni di carico, pur tenendo conto dello «spiralling effect» ed astraendo completamente dalla presenza dell'acciaio (fig. 7).

Carico in amp. =	100 amp.	200 amp.	300 amp.	350 amp
Resistenza ohms =	0,092	0,092	0,0926	0,0938

Induttanza. – L'effetto dell'acciaio interno non aumenta la self-induzione del conduttore, anzi leggermente la diminuirebbe per effetto di una migliore utilizzazione per induzione magnetica dei conduttori elementari interni. Però se si vuol tenere conto del conduttore che risulta tubolare, l'effetto sarebbe di un leggero aumento della induttanza, che va a compenso della diminuzione provocata dall'acciaio (1).

(1) La considerazione della treccia d'acciaio nell'interno del conduttore conduce a qualche conseguenza. La treccia d'acciaio non ha influenza sull'induttanza del conduttore, perchè nell'interno di un conduttore vuoto non esiste campo magnetico.

Occorre però modificare la parte di flusso che si concatena entro il diametro esterno del conduttore, perchè la media geometrica della distanza per una sezione anulare è più grande di quella che compete ad un conduttore pieno. Noi adotteremo la formula approssimativa:

Ri = raggio interno
Re = raggio esterno
Ro = raggio fittizio

$$Ro = Re \frac{1 + \frac{Ri}{Re}}{2} \text{ cm.}$$

dove Ro è la media geometrica delle distanze dall'asse centrale.
Nel caso nostro:

$$Ro = \frac{2,48}{2} \cdot \frac{1 + \frac{0,45}{1.24}}{2} = 0,842$$

e perciò la L in funzione di Ro sarà per la parte in cavo alluminio acciaio

$$L = 0,5 + 4,605 \log. \frac{912}{0,842} =$$
$$= 0,5 + 4,605 \log. 1072$$
$$= (0,5 + 14)\ 10^{-4}$$
$$= 0,00145$$

e quindi $\lambda = 0,45$ ohms/Km.

Lo «skin effect» per esperienze eseguite in America è lievemente diminuito.

Date le dimensioni e le disposizioni dei conduttori il coefficiente L è uguale per i conduttori estremi a

$$L_1 = L_3 = 13,93 \times 10^{-4} \text{ Henry/Km}$$

per quello intermedio a $L_2 = 13,24 \times 10^{-4}$ » »
per cui si è assunto un valore medio .... $L = 13,7 \times 10^{-4}$ » »
e quindi si ha il valore della reattanza .... $\lambda = 0,43$, Ohm/Km e per conduttore.

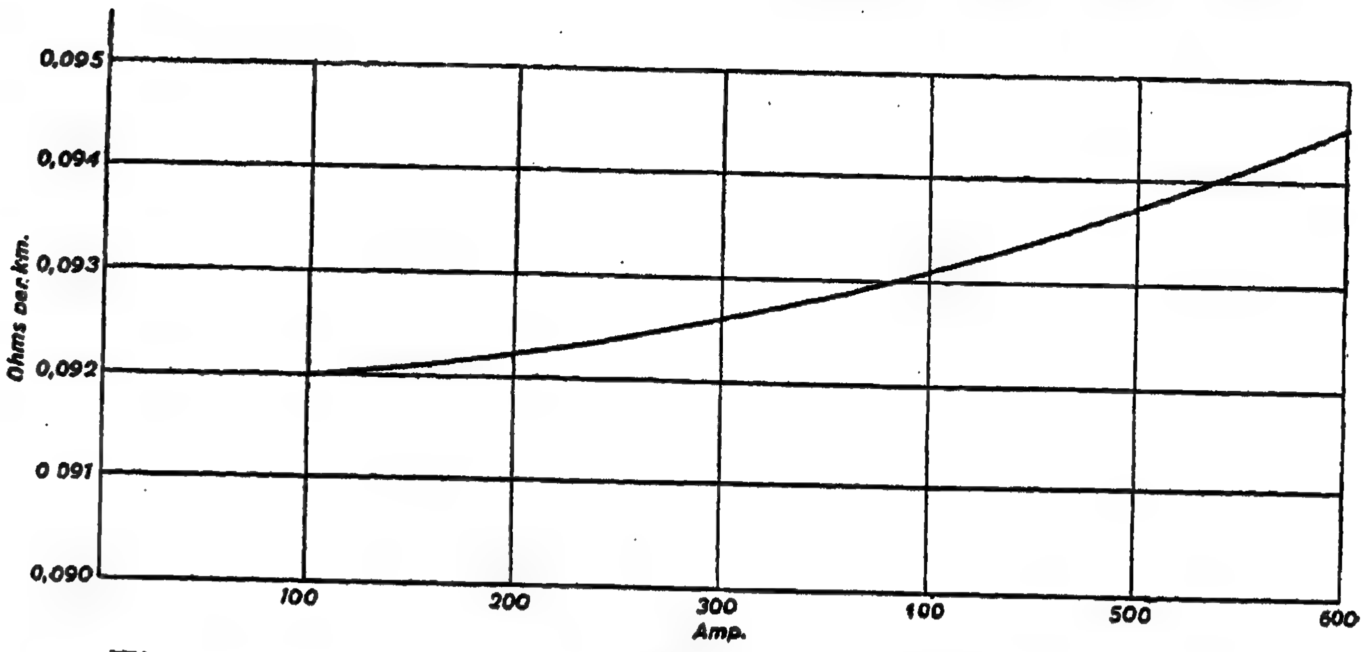


Fig. 7. - Curva della variazione della resistenza ohmica.

Capacità. – La capacità di servizio, è uguale per i conduttori estremi a .... $C_1 = C_3 = 0,008226 \times 10^{-6}$ Farad/Km
per quello intermedio a $C_2 = 0,008674 \times 10^{-6}$ » »
per cui si è assunto un valore medio .... $C = 0,008375 \times 10^{-6}$ » »

e quindi la suscettanza per 50 periodi e per Km. risulta

$$b = 2,63 \times 10^{-6}$$

L'influenza delle treccie di guardia può trascurarsi perchè se la loro azione di schermo tende a diminuire la capacità parziale dei conduttori fra loro, la capacità verso terra aumenta e le due azioni si compensano.

L'azione dei pali a traliccio, specialmente per il conduttore centrale, è risultata parimenti trascurabile.

Conduttore Aldrei. – Procedendo analogamente come sopra, si è ottenuto per questo caso

r per 400 amp. di carico = 0,0892 Ohms/Km.
L medio .... $L = 13,656 \times 10^{-4}$ Henry/Km.
$\lambda = 0,43$ Ohms/Km.
C medio .... $C = 0,008405 \times 10^{-6}$ Farad/Km
b .... $b = 2,64 \times 10^{-6}$ Mhos/Km.

I valori medii da introdursi nel calcolo si sono ritenuti costanti per tutta la linea senza tener conto delle picole differenze fra il conduttore acciaio alluminio e quello di alluminio puro, e tenendo presente che ogni conduttore assume successivamente le tre diverse posizioni rispetto al palo, per un terzo della lunghezza della linea.

CALCOLO DEL COEFFICIENTE g.

Per questo calcolo si è considerato prima il tronco della linea in cui il conduttore è di treccia acciaio-alluminio (r = cm. 1,24) e poi quello in cui è di lega speciale d'alluminio (r = cm. 1,27).

La difficoltà della determinazione del coefficiente g dipende dal molto accidentato profilo della linea, e dalle differenze di temperatura che sia d'estate che d'inverno saranno sempre in giuoco sui differenti tronchi della linea siti in regioni così differenti fra di loro.

Il g determinato e introdotto nei calcoli è quindi un g medio probabile che non ha certo nessuna corrispondenza d'esattezza

colle condizioni effettive di ciascun giorno. È probabile, è logico che temporali nella zona di pianura si scatenino quando là, nelle belle Valli Trentine, attraverso le quali si estende la linea, il più bel sole brilla con aria tranquilla, e viceversa.

Per l'elevata tensione di esercizio ha molta importanza il profilo altimetrico, perchè dall'altezza sul livello del mare della linea, dipende il valore della tensione critica, e di conseguenza per queste altissime tensioni varia notevolmente il valore dell'energia perduta per effetto corona.

Il profilo altimetrico si può sinteticamente rappresentare collo schizzo della figura 1.

La linea agli effetti della precedente considerazione si può riassumere divisa nei seguenti tronchi di altitudine media:

altitudine		Km.
da 200 a 400	m. sul mare	122,85
» 400 a 600	» » »	47,65
» 600 a 800	» » »	24,65
» 800 a 1000	» » »	19,45
» 1000 a 1200	» » »	14,70
» 1200 a 1400	» » »	13,70
	Km.	243,00

Il coefficiente di correzione per la tensione critica dell'aria in funzione della pressione barometrica e temperatura, coefficiente che denominiamo a risulta:

$$a = \frac{3{,}92 \cdot p}{273 + t}$$

e per il caso nostro il coefficiente a assumerà i seguenti valori per le varie temperature alle varie altitudini sul mare:

Altitudine m. sul mare	$t = 0°$	$t = 25°$	$t = 50°$
200–400	1,07	0,98	0,90
400–600	1,03	0,94	0,87
600–800	1,—	0,92	0,84
800–1000	0,98	0,89	0,82
1000–1200	0,94	0,86	0,80
1200–1400	0,92	0,84	0,78

Nel tipo di palo a cavalletto da noi studiato, i conduttori sono disposti in un piano parallelo al suolo a distanza fra di loro di m. 7,25 da asse a asse.

Dimodochè la distanza fra i conduttori estremi risulta di m. 14,50.

Per il calcolo della tensione critica, trattandosi di 3 conduttori in un piano, diversamente dal concetto seguito dagli Ingegneri Americani, non abbiamo assunto come distanza media, agli effetti della perdita per effetto corona, il valore che si ricava dalla media geometrica dei tre valori (il che equivale a moltiplicare per il caso dei tre conduttori in un piano, il valore di 7,25 per 1,26), ma abbiamo invece tenuto conto dell'effettiva tensione critica e delle conseguenti perdite per le distanze singole concatenate, ricavandone a nostro avviso valori più esatti, e che risultano effettivamente un po' più elevati dei valori medii ottenuti per altra via.

La formula della tensione critica adottata è la seguente:

$$E_c = 48{,}5.\ m.\ a.\ r.\ \log_{10} \frac{d}{r}$$

Si sono calcolati i valori E_c e E'_c e cioè le tensioni critiche per $d = m.$ 7,25 e $d =$ m. 14,50 rispettivamente, alle varie altitudini e per le temperature di 0° e 50°. Questi due valori rappresentano gli estremi probabili fra cui sono compresi tutti quelli possibili.

Il coefficiente m si è assunto uguale a 0,85.

I valori di E_c e E'_c in kV sono raccolti nella seguente tabella:

Altitudine	$t = 0°$		$t = 25°$		$t = 50°$	
	E_c	E'_c	E_c	E'_c	E_c	E'_c
200–400	151	168	138	154	128,5	143
400–600	145	163	132,5	147,5	122,5	136,5
600–800	141	157	130	144,5	118,5	132
800–1000	138	154	125	140	115,5	128,5
1000–1200	132,5	147,5	121	135	112,5	125,5
1200–1400	129,5	144,5	118,5	132	110	125,5

Con questi valori della tensione critica, si sono determinate le perdite colla formula del Peek (f = frequenza).

Per ogni conduttore risulta:

$$F = \frac{244}{a}(f + 25) \sqrt{\frac{r}{d}}(E - E_c)^2\ 10^{-5}\ \text{kW per Km.}$$

Da questa abbiamo dedotta la formula per la perdita totale per i tre conduttori concatenati, tenendo conto delle diverse distanze d e d' rispettivamente di 7,25 e 14,50 e delle loro tensioni critiche: e le perdite per Km. risultano espresse dalla seguente:

$$P = \frac{244}{a}(f + 25)\left[2\sqrt{\frac{r}{d}}(E - E_c)^2 + \sqrt{\frac{r}{d'}}(E - E'_c)^2\right]$$

Applicando tale formula si ebbero i risultati di perdita per le varie tensioni di esercizio, per le varie altitudini, e per le varie temperature (vedi tabella II a pagina seguente).

Si è anzitutto supposto in prima approssimazione che la tensione vari linearmente lungo tutto il conduttore tra i valori di massima di 236.000 Volt in partenza e 200.000 Volt in arrivo. Si è così ricercato il valore della tensione nei diversi tronchi in cui si è suddivisa la linea a secondo dell'altitudine. Con P_0 vi sono segnate le perdite alla temperatura di 0° e con P_{50} quelle a 50°. Nelle altre colonne si sono segnati i coefficienti g ricavati con la formula

$$g = \frac{P}{3 \cdot E^2}$$

dove P è la potenza in Watt ed E la tensione di fase espressa in Volt.

Riassumendo, il valore di g risulta dai valori segnati nella tabella III e quindi compreso fra i due valori estremi

$$g_1 = 0{,}096 \times 10^{-6} \quad \text{ed} \quad g_{50} = 8{,}331 \times 10^{-6}$$

riferiti alla totale lunghezza della linea, e per i casi estremi di temperatura 0° e 50°.

TABELLA III.

Altitudine	Km.	P_0	$g_0 \times 10^{-6}$	P_{50}	$g_{50} \times 10^{-6}$
1200–1400	13,75	4,75	0,086	151,2	2,825
1000–1200	14,7	0,57	0,01	93,5	1,803
800–1000	19,45	—	—	83,7	1,600
600–800	24,65	—	—	57,9	1,118
400–600	47,65	—	—	44,5	0,849
200–400	50,—	—	—	7,2	0,136
	170,20	5,23	0,096	438,0	8,331

Ricavare da questi valori per il tratto di montagna un g medio per tutta la linea da introdursi nel calcolo, se non corrisponde ad assoluta esattezza è pur sempre una semplificazione

TABELLA II.

Altitudine	Km.	$\dot{V}$	$E = \frac{V}{\sqrt{3}}$	F_c		E'_c		P_0	$g_0 \times 10^{-6}$	P_{50}	$g_0 \times 10^{-6}$
				0°	50°	0°	50°				
1200–1400	6,75	235	136	129,5	110	144,5	122,5	4,65	0,084	96,5	1,74
	2,5	225	130	—	—	—	—	0,1	0,002	20,2	0,4
	4,5	224	129,5	—	—	—	—	—	—	34,5	0,685
1000–1200	1,5	235	136	132,5	112,5	147,5	125,5	0,29	0,005	16,6	0,299
	2,75	234	135	—	—	—	—	0,28	0,005	27,8	0,508
	1,75	224	129,5	—	—	—	—	—	—	9,6	0,191
	8,7	222	128	—	—	—	—	—	—	39,5	0,805
800–1000	1	235	136,5	138	115,5	154	128,5	—	—	8,5	0,152
	2,8	234	135	—	—	—	—	—	—	20,2	0,368
	3,5	231	133,5	—	—	—	—	—	—	21,4	0,4
	1,5	229	132,5	—	—	—	—	—	—	8,1	0,154
	5,8	222	128	—	—	—	—	—	—	16,6	0,338
	4,85	217	125,5	—	—	—	—	—	—	8,9	0,188
600–800	1	236	136,5	141	118,5	157	132	—	—	5,9	0,105
	2,7	233,5	123,5	—	—	—	—	—	—	12,8	0,236
	2	231	133,5	—	—	—	—	—	—	8,1	0,151
	0,9	230	133	—	—	—	—	—	—	3,4	0,064
	1	225	130	—	—	—	—	—	—	2,4	0,047
	4,2	224	129,5	—	—	—	—	—	—	9,1	0,181
	8,7	220,5	127,5	—	—	—	—	—	—	12,6	0,258
	2,8	217,5	125,7	—	—	—	—	—	—	2,6	0,055
	1,35	216,5	125	—	—	—	—	—	—	1	0,021
400–600	0,9	236	136,5	145	122,5	163	136,5	—	—	3,1	0,055
	3,8	233	134,5	—	—	—	—	—	—	9,5	0,175
	2,3	231	133,5	—	—	—	—	—	—	4,8	0,09
	0,9	230	133	—	—	—	—	—	—	1,7	0,032
	16	227	131,25	—	—	—	—	—	—	21,1	0,407
	0,7	225	130	—	—	—	—	—	—	0,7	0,014
	6,35	219,5	127	—	—	—	—	—	—	2,2	0,045
	3	218	126	—	—	—	—	—	—	0,7	0,015
	1,7	216	125	—	—	—	—	—	—	0,2	0,005
	12	214,5	124	—	—	—	—	—	—	0,5	0,011
200–400	9,25	232	134	151	128,5	168	143	—	—	4,7	0,088
	7,25	229	132,5	—	—	—	—	—	—	2	0,038
	11	225	130,25	—	—	—	—	—	—	0,5	0,01
	5	218,5	126,25	—	—	—	—	—	—	—	—
	1	216	125	—	—	—	—	—	—	—	—
	16,50	212,5	122,75	—	—	—	—	—	—	—	—

accettabile, tanto più che il valore del g si può dire che varia giorno per giorno, ed ora per ora.

Nel progettare queste linee occorre poi fare un compromesso tollerando qualche perdita eccezionale in occasione di tempi umidi e temporaleschi (storm - factor) ed ammettere anche perdite temporaneamente un po' più elevate, piuttosto che costruire una linea più costosa per lavorare con margini molto larghi nei riguardi dell'effetto corona. Nel tronco il cui conduttore è di lega speciale d'alluminio la linea mantiene sempre l'altitudine di 200–400 m. ed ha una tensione media di 205 kV per cui $E = 118$ kV circa, sempre inferiore cioè alla tensione critica, per cui le perdite per effetto corona sono nulle, tranne sempre il caso di temporali.

Si deve considerare però ancora la dispersione negli isolatori che si può fissare in media uguale a 10 Watt per catena con tempo bello e 30 W con tempo piovoso. Per le perdite sugli isolatori bisogna tenere presente che esistono nella linea circa 340 pali di ammarraggio o pali d'angolo, per i quali sono occorse tre catene per conduttore e quindi 18 catene per palo, e 492 pali a sospensione semplice. Il numero delle catene è quindi di 7600 circa in totale.

Si può ammettere che esse si suddividano nei due tronchi in proporzione delle loro lunghezze: saranno allora 5400 catene nel primo e 2200 nel secondo. Alle prime si possono assegnare per tempo bello kW 54 di perdita ed alle seconde kW 20 tenuto conto della minor tensione al termine della linea. Le due tensioni medie corrispondenti possono ritenersi 223 kV e 205 kV rispettivamente, per cui i valori di g' sono 1.028×10^{-6} e $0,476 \times 10^{-6}$. Sommando questi valori a quelli ottenuti dalle formule del Peek, per la perdita corona nei conduttori avremo per il primo tronco in acciaio-alluminio in totale

$$g_0 = 1,124 \times 10^{-6} \quad \text{e} \quad g_{50} = 9.359 \times 10^{-6}$$

per tempo bello, e quindi le costanti per Km. corrispondenti al tratto di 170 Km. di montagna saranno rispettivamente

$$g_0 = 0.0064 \times 10^{-6} \qquad g_{00} = 0,056 \times 10^{-6}$$

Per il secondo tratto di Aldrey, le perdite per effetto corona al conduttore sono nulle e quindi si avrà come valore di g per Km. $= 0.0068 \; 10^{-6}$, sempre riferendosi a tempo bello.

Nel caso di tempo piovoso i valori di g' per gli isolatori diventeranno

$g' = 3.084 \; 10^{-6}$ per il tratto di montagna

$g' = 1,42 \; 10^{-6}$ » » » » pianura

e globalmente quindi $g' = 4,504 \; 10^{-6}$.

Scartando il caso di temperatura 50° non ammissibile con pioggia, il g totale potrà raggiungere il valore di

$$g = (4.504 + 0.096)\ 10^{-6} = 4,6\ \ 10^{-6}$$

Mentre il caso estremo di temperatura 50° per cui le perdite saliranno ad un valore corrispondente a $g = (8.331 + 1.504)\ 10^{-6} = 9.83\ 10^{-6}$ sarà un valore massimo entro il quale sarà certamente compreso il caso di pioggia con temperatura di $20 \div 25°$.

La tabella che segue riunisce questi valori:

Condizioni meteorologiche	Valore del g p. effetto corona	Valore del g' p. perd. isolatori	Valore g totale	Valore Km.o
tempo secco $t = 0°$	$0,096\ 10^{-6}$	$1,504\ 10^{-6}$	$1,6\ \ 10^{-6}$	$0,0065\ 10^{-6}$
» » $t = 50°$	$8,331\ 10^{-6}$	$1,504\ 10^{-6}$	$9,83\ 10^{-6}$	$0,0405\ 10^{-6}$
» piovoso $t = 0°$	$0,096\ 10^{-6}$	$4,504\ 10^{-6}$	$4,6\ \ 10^{-6}$	$0,0187\ 10^{-6}$
» » $t = 50°$	$8,331\ 10^{-6}$	$4,504\ 10^{-6}$	—	—

Tenuto dunque conto di tutte le considerazioni esposte, per fissare un valore medio probabile della costante g da introdurre nel calcolo adotteremo il valore

$$g = 0,012\ \ 10^{-6}$$

che si riferirà a condizioni medie di tempo umido e non troppo freddo, ammettendo che con pioggia il valore potrà salire a $0,018\ 10^{-6}$ e solamente in caso di grandi calori, certamente non uniformi per tutte le linee $g = 0,04\ \ 10^{-6}$ per Km.

In questo caso le perdite che in via normale sarebbero

$$P = 3.g. \left(\frac{220}{\sqrt{3}}\right)^2 = 3. \times 0,012\ 10^{-6} \times 245 \times \left(\frac{220}{\sqrt{3}}\right)^2 = 480 \text{ kW.}$$

salirebbero a $= 3 \times 0,04\ \ 10^{-6} \times 245 \times \left(\frac{220}{\sqrt{3}}\right)^2 = 1600$ kW.

Le condizioni temporalesche, per le quali il g può assumere valori molto più elevati ancora, evidentemente saranno da considerarsi per il solo tratto interessato, e quindi data la lunghezza della linea le perdite inerenti non potranno mai assurgere a valori totali elevati.

Si può qui aggiungere che anche il fenomeno dell'eventuale formazione di armoniche per effetto corona si è ritenuto del tutto trascurabile.

La corrente di magnetizzazione si deforma per effetto della variazione della permeabilità del corpo magnetizzato in ogni mezzo periodo, così l'effetto corona, producendo delle variazioni fittizie del diametro del conduttore, cioè facendo variare in ogni mezzo periodo la capacità del conduttore stesso e conseguentemente la perdita per effluvio, che sono funzioni del diametro, produce una deformazione della sinussoide e della corrente, e possono palesarsi quindi delle armoniche.

Da esperienze fatte dal Peek su una linea sperimentale, in condizioni favorevolissime al prodursi delle deformazioni, è risultato che l'ampiezza della terza armonica generata era di circa il 5 % di quella dell'onda fondamentale. Però queste esperienze furono fatte con una macchina molto piccola (35 kW) e con carico completamente capacitivo. Il fenomeno era quindi fortemente esaltato dalle condizioni particolari dell'esperienza.

Lo stesso Peek afferma che con macchine di potenza superiore ai 10.000 kVA anche nel caso che si alimentino linee di lunghezza superiore ai 300–400 Km., l'ampiezza delle armoniche generate dal fenomeno corona si riduce a valori del tutto insignificanti molto al disotto dell'1 %. Non bisogna dimenticare che la determinazione di dette armoniche non è praticamente possibile su linee industriali, giacchè solamente in laboratorio si è potuto rilevarne l'esistenza con mezzi speciali che ne esaltano i valori. Di conseguenza anche nel pratico esercizio gli effetti di queste armoniche particolarissime si devono ritenere se non assolutamente inesistenti, certo di effetti del tutto trascurabili.

CALCOLO ELETTRICO DELLA LINEA.

Tenendo conto che le lunghezze dei conduttori sono Km. 170,2 per l'acciaio-alluminio e Km. 72,8 per l'Aldrey, e che le costanti kilometriche dei due diversi tratti diversificano di pochissimo, si son ritenuti come valori medi per tutta la linea i seguenti

$r = 0,0923$ Ohms/Km.
$\lambda = 0,43$ » »
$b = 2,63\ \ 10^{-6}$ Mhos/Km.
$g = 0,012\ \ 10^{-6}$ » »

Per il calcolo si è adottato il metodo esatto delle funzioni esponenziali per tener conto della capacità e della dispersione ripartite uniformemente su tutta la lunghezza della linea. Il calcolo è stato condotto e i risultati sono stati ricavati col metodo grafico sviluppato dal sottoscritto nell'articolo comparso nell'*Elettrotecnica* del 5 aprile 1927. Stabilito che la tensione in arrivo debba aver per ogni condizione di carico il valore di 200 kV, e rammentando che si indicano con M_v, N_v, P_v, Q_v le ordinate della tensione a vuoto e con M_1, N_1, P_1, Q_1 le coordinate della tensione a carico completo per $\cos\varphi_0 = 1$ (intendendo per $\cos\varphi_0$ il fattore di potenza all'arrivo) dal diagramma si ha il valore dell'intensità a vuoto, che si ricava anche dall'espressione:

$$I_c = \sqrt{M_v^2 + N_v^2}$$

ed il valore della tensione a vuoto in partenza

$$E_v = \sqrt{P_v^2 + Q_v^2}$$

ed analogamente il valore della corrente in partenza e della tensione in partenza per $\cos\varphi_0 = 1$ e carico totale:

$$I_1 = \sqrt{M_1^2 + N_1^2} \qquad E_1 = \sqrt{P_1^2 + Q_1^2}$$

e quindi la tensione concatenata

$$V_1 = E_1 \sqrt{3}$$

valori tutti corrispondenti alla tensione in arrivo $115600 \times \times \sqrt{3} = 200.000$ Volt. Dallo sviluppo del calcolo per la costruzione del diagramma si sono avuti i seguenti valori delle coordinate (fig. 8):

$M_v = 2,5$ $\qquad M_1 = 417,5$
$N_v = 75,3$ $\qquad N_1 = 79,2$
$P_v = 111554$ $\qquad P_1 = 121568$
$Q_v = 1052$ $\qquad Q_1 = 46484$

da cui

I_c = corrente di capacità a vuoto $= \sqrt{M_v^2 + N_v^2} = 75,5$ Amp.

V_v = tensione a vuoto $= \sqrt{3}\ \sqrt{P_v^2 + Q_v^2} = 193.000$ Volta

k = coefficiente Ferranti $\frac{193.000}{200.000} = 0,965$

α = coefficiente di attenuazione $= 0,114\ \ 10^{-3}$

β = fattore di fase $= 1,07\ \ 10^{-3}$

Inoltre dalla formula

$$\frac{2\ \pi}{\beta} = \frac{6,28}{1,07}\ 10^3 = 5870 \text{ Km.}$$

si ha la lunghezza d'onda teorica a 50 periodi.

La costante T che serve per il tracciamento della linea necessaria per ricavare le condizioni di massimo rendimento si ricava dalla formula

$$T = 3\, E_0^2\, \frac{K_1}{K_2}$$

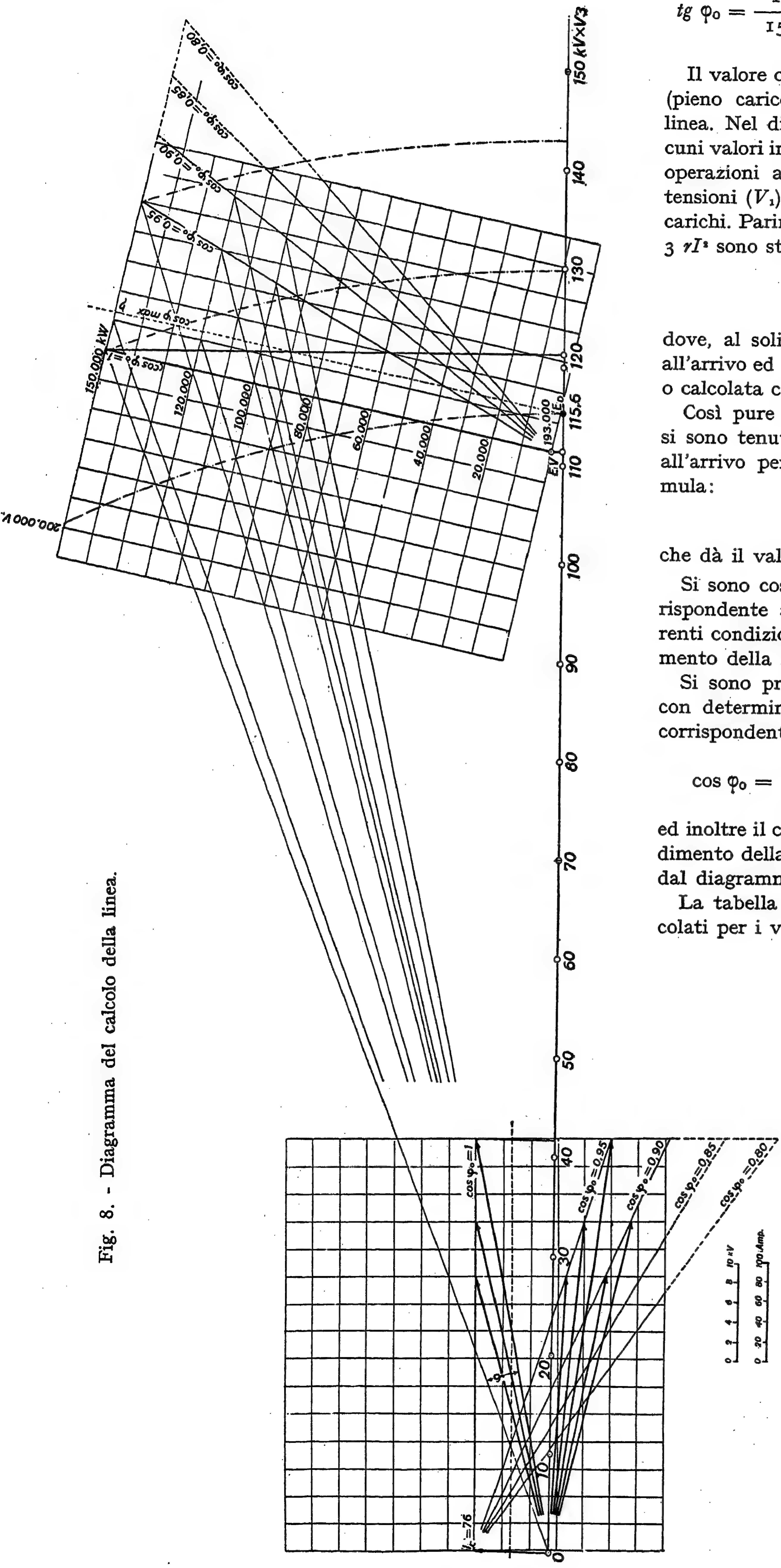


Fig. 8. - Diagramma del calcolo della linea.

ed essendo nel caso nostro

$$K_1 = -0{,}00671 \quad \text{e} \quad K_2 = 22{,}44$$

$$T = -12.788 \text{ kVA}$$

$$tg\, \varphi_0 = \frac{12.788}{150.000} = 0{,}0785 \quad \cos \varphi_0 = 0{,}996$$

Il valore 0,996 è il fattore di potenza del carico 150.000 kW (pieno carico) cui corrisponde il massimo rendimento della linea. Nel diagramma si possono leggere immediatamente alcuni valori interessanti, ed altri si possono ricavare con semplici operazioni aritmetiche. Così si possono avere i valori delle tensioni (V_1), il cos φ_1 e la corrente in partenza (I_1), per i vari carichi. Parimenti la corrente in arrivo (I_0). Le perdite ohmiche $3\, rI^2$ sono state calcolate con la formula:

$$r\,(I_0^2 + I_0 I_1 + I_1^2)$$

dove, al solito, per ogni condizione di carico I_0 è l'intensità all'arrivo ed I_1 l'intensità alla partenza ricavata dal diagramma o calcolata colle formule conosciute.

Così pure per le perdite corrispondenti all'effetto corona si sono tenuti presenti i valori della tensione alla partenza e all'arrivo per le varie condizioni di carico, adottando la formula:

$$g\,(E_1^2 + E_0 E_1 + E_0^2)$$

che dà il valore totale di perdita per i tre conduttori.

Si sono così ricavati i valori della potenza in partenza corrispondente ai vari valori della potenza in arrivo per differenti condizioni di carico e per ogni caso si è avuto il rendimento della linea.

Si sono precisamente considerati i casi di carico in arrivo con determinato fattore di potenza costante e precisamente corrispondenti ai valori di:

$$\cos \varphi_0 = 1 \quad \cos \varphi_0 = 0{,}95 \quad \cos \varphi_0 = 0{,}9 \div 0{,}85 \div 0{,}8$$

ed inoltre il caso di cos φ_0 variabile per ottenere il massimo rendimento della linea. Tale valore variabile col carico è ricavato dal diagramma ed è riportato nelle tabella VII.

La tabella IV dà i rendimenti relativi alla sola linea calcolati per i vari carichi con diversi fattori di potenza.

TABELLA IV.

Carico in arrivo kW	cos φ_0 variab. (ma corrispondente al mass. rendimento)	cos φ_0 = 1	cos φ_0 = 0,95	cos φ_0 = 0,90	cos φ_0 = 0,85
150.000	0,921	0,92	0,916	0,91	0,9
140.000	0,925	0,925	0,922	0,915	0,906
130.000	0,931	0,93	0,925	0,921	0,913
120.000	0,935	0,934	0,932	0,926	0,919
110.000	0,939	0,938	0,936	0,931	0,926
100.000	0,945	0,943	0,942	0,937	0,931
90.000	0,949	0,946	0,946	0,942	0,937
80.000	0,952	0,95	0,951	0,948	0,943
70.000	0,957	0,955	0,956	0,954	0,949
60.000	0,961	0,96	0,96	0,958	0,955
50.000	0,964	0,963	0,964	0,964	0,961
40.000	0,968	0,966	0,968	0,966	0,965
30.000	0,97	0,967	0,97	0,969	0,968
20.000	0,968	0,966	0,966	0,967	0,964
10.000	0,952	0,946	0,949	0,949	0,95

Da questa tabella emerge come il rendimento della linea sia massimo per il caso di rifasamento a cos φ_0 di massimo rendimento. Nello stesso tempo si osserva come il rendimento per i fattori di potenza 1 e 0,95 e 0,90 acquisti valori ben poco differenti.

Il rifasamento quindi ammesso che il carico effettivo abbia valori di fattore di potenza oscillanti intorno al 0.8, dalla tabella V si può ricavare che può essere sufficiente rifasare ad un valore di cos $\varphi_0 = 0,95$ risparmiando così considerevolmente nei sincroni.

Il rifasamento a cos $\varphi_0 = 1$ avrà importanza solo nel caso di carico totale di 150.000 kW., più che per il rendimento, per ridurre la tensione in partenza che nel caso di cos $\varphi_0 = 0,95$ sarebbe di 247.000 Volt mentre per cos $\varphi_0 = 1$ si ridurrebbe a 225.000 Volt.

A questo punto si presenta spontaneo il quesito se al funzionamento della linea a cos φ_0 di massimo rendimento corrisponda effettivamente il massimo rendimento del trasporto dell'energia, tenuto conto di tutte le perdite dei trasformatori e dei sincroni, valutando cioè il trasporto dell'energia dai morsetti delle macchine di Cardano ai morsetti della bassa tensione dei trasformatori di Cislago. Per fare questo studio bisogna considerare la perdita di trasformazione a Cardano, e quella di trasformazione e rifasamento a Cislago. Le perdite di trasformazione a Cardano si sono ricavate dalle curve delle figure 9 e 10 che danno i valori delle perdite nel ferro e nel rame dei trasformatori di Cardano (figura 9 — trasformatori Brown Boveri, figura 10 — trasformatori Compagnia Generale).

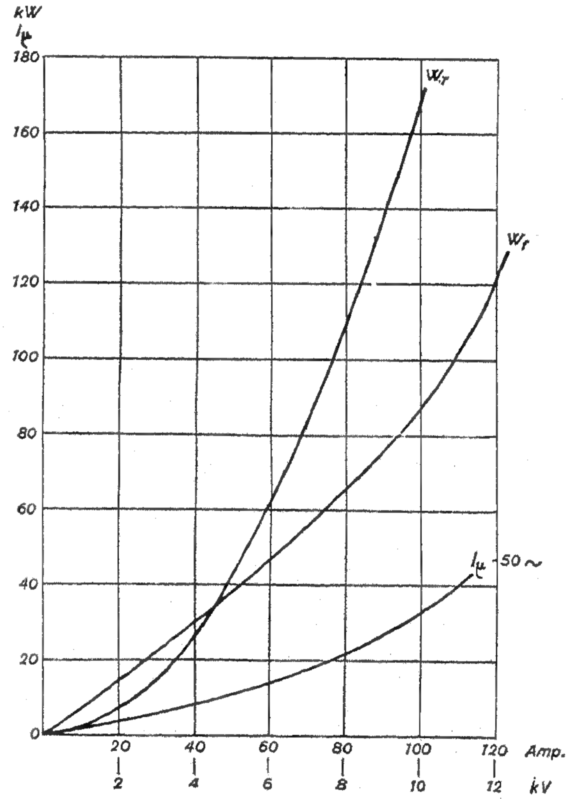


Fig. 9. - Curve caratteristiche dei trasformatori Brown Boveri da 36.000 kVA a Cardano.

Le perdite di trasformazione e rifasamento a Cislago si sono calcolate in base ai valori preventivi forniti dalle Case costruttrici.

Si è considerato in questa parte dello studio un carico massimo di 120.000 kW poichè in un primo tempo a Cislago saranno installati solo 2 gruppi di trasformazione da 60.000 kVA ciascuno, formati da tre trasformatori monofasi di 25.000 kVA sul secondario e 20.000 kVA sul primario e 15.000 kVA sul terziario.

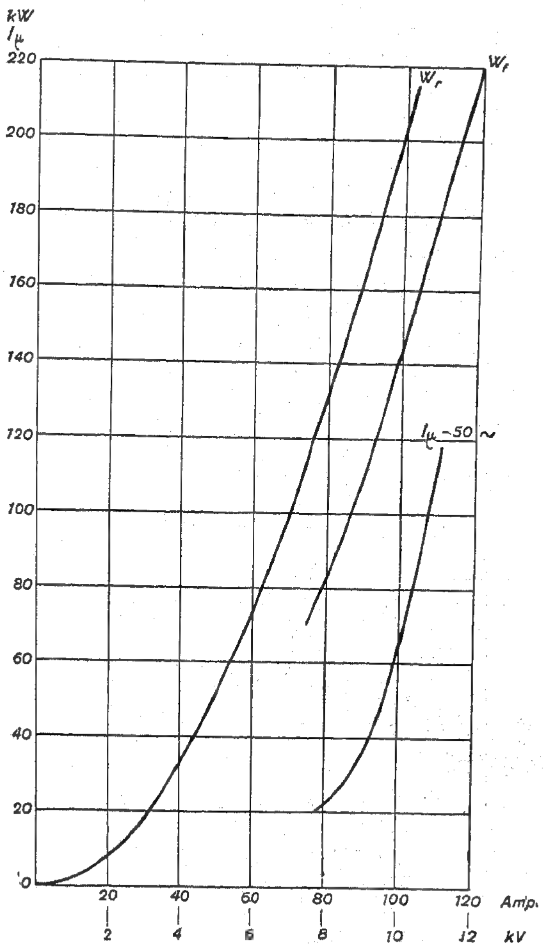


Fig. 10. - Curve caratteristiche dei trasformatori da 36.000 kVA della Compagnia Generale.

Inoltre per il calcolo si è supposto di istallare 4 sincroni da 20.000 kVA.

TABELLA V.

PERDITE COMPLESSIVE A CISLAGO PER TRASFORMAZIONE E RIFASAMENTO A cos φ_0 max rend. da cos φ_0

kW	0,8	0,85	0,9	0,95
120.000	4625	4000	3350	2700
110.000	4370	3750	3150	2550
100.000	3650	3530	2950	2350
90.000	3350	2850	2700	2150
80.000	2700	2640	2050	2000
70.000	2550	2460	1900	1800
60.000	2250	1700	1650	1570
50.000	1530	1480	1450	1400
40.000	1315	1265	1250	1230
30.000	1150	1120	1150	1150
20.000	1100	1100	1100	1100
10.000	1050	1050	1050	1050

Dal valore delle perdite per trasformazione e rifasamento si è ricavata la tabella VI che dà il valore del rendimento totale del trasporto per il solo caso di fattore di potenza all'arrivo

Nota - Si rammenti che si indicano sempre con l'indice zero i valori relativi all'arrivo.

TABELLA VI.

RENDIMENTO DEL TRASPORTO DELL'ENERGIA DALLE MACCHINE DI CARDANO AL SECONDARIO DEI TRASFORMATORI DI CISLAGO FATTO A cos φ max rendimento con:

Carico in arrivo A. T. W_o	Carico alle macchine W_m	cos φ_o = 0.95		cos φ_o = 0.9		cos φ_o = 0.85		cos φ_o = 0.8	
		W_o su B. T.	η	W_o su B. T.	η	W_o su B. T.	η	W_o su B. T.	η
120.000	129.540	117.300	0.9055	116.650	0.9	116.000	0.8954	115.375	0.8906
110.000	118.190	107.450	0.9091	106.850	0.904	106.250	0.8989	105.630	0.8937
100.000	106.905	97.650	0.9134	97.050	0.9078	96.470	0.9023	96.350	0.9012
90.000	95.760	87.850	0.9174	87.300	0.9116	87.150	0.91	86.650	0.9048
80.000	84.705	78.000	0.9208	77.950	0.9202	77.360	0.9133	77.300	0.9125
70.000	73.823	68.200	0.9238	68.100	0.9224	67.540	0.9149	67.450	0.9136
60.000	63.000	58.430	0.9274	58.350	0.9261	58.300	0.9254	57.750	0.9166
50.000	52.290	48.600	0.9294	48.550	0.9284	48.520	0.9279	48.470	0.9269
40.000	41.730	38.770	0.929	38.750	0.9285	38.735	0.9282	38.685	0.927
30.000	31.305	28.900	0.9231	28.880	0.9225	28.850	0.9215	28.850	0.9215
20.000	20.915	18.900	0.9036	18.900	0.9036	18.900	0.9036	18.900	0.9036
10.000	10.665	8.950	0.8391	8.950	0.8391	8.950	0.8391	8.950	0.8391
0	584	—	—	—	—	—	—	—	—

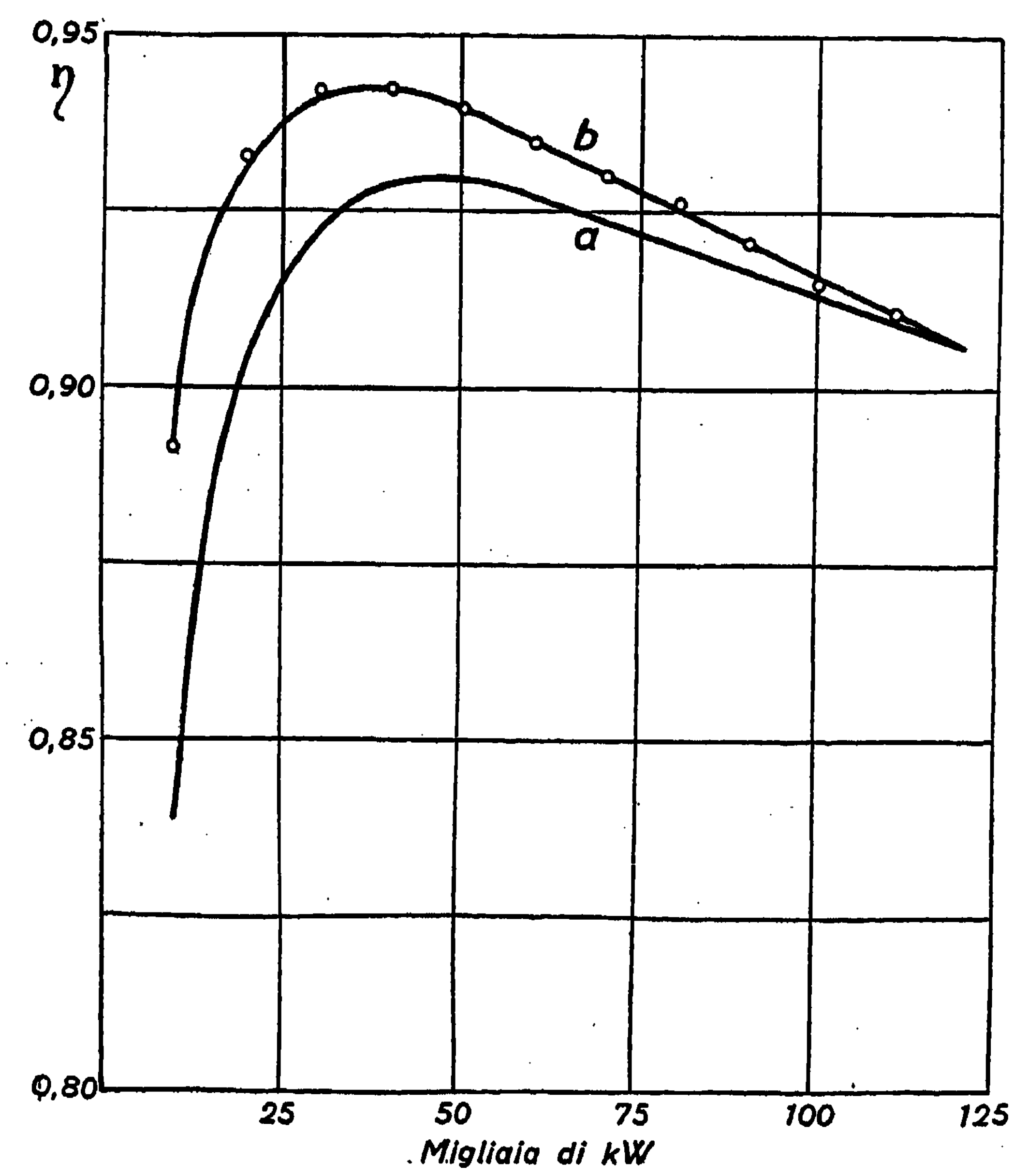


Fig. 11.

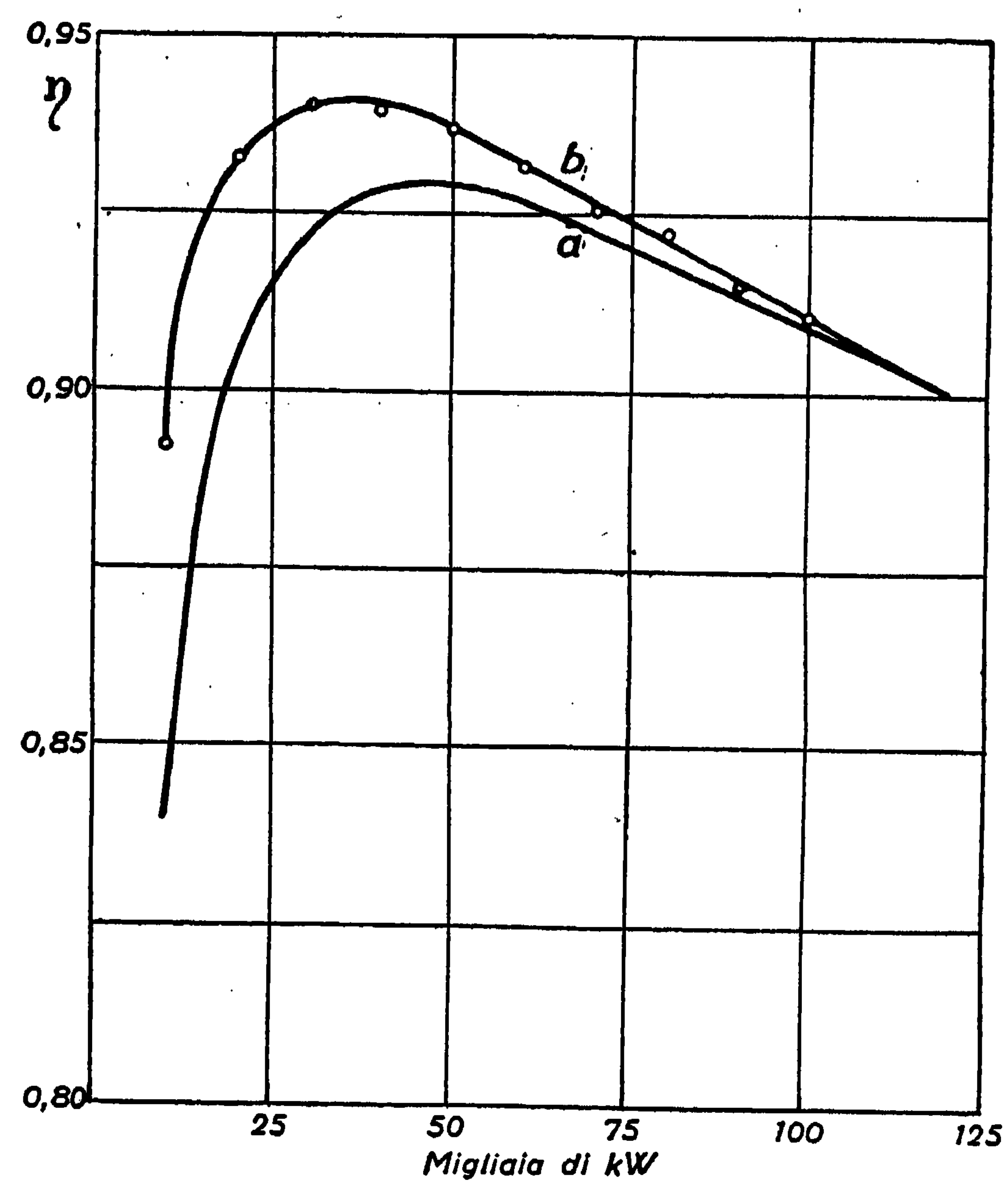


Fig. 12.

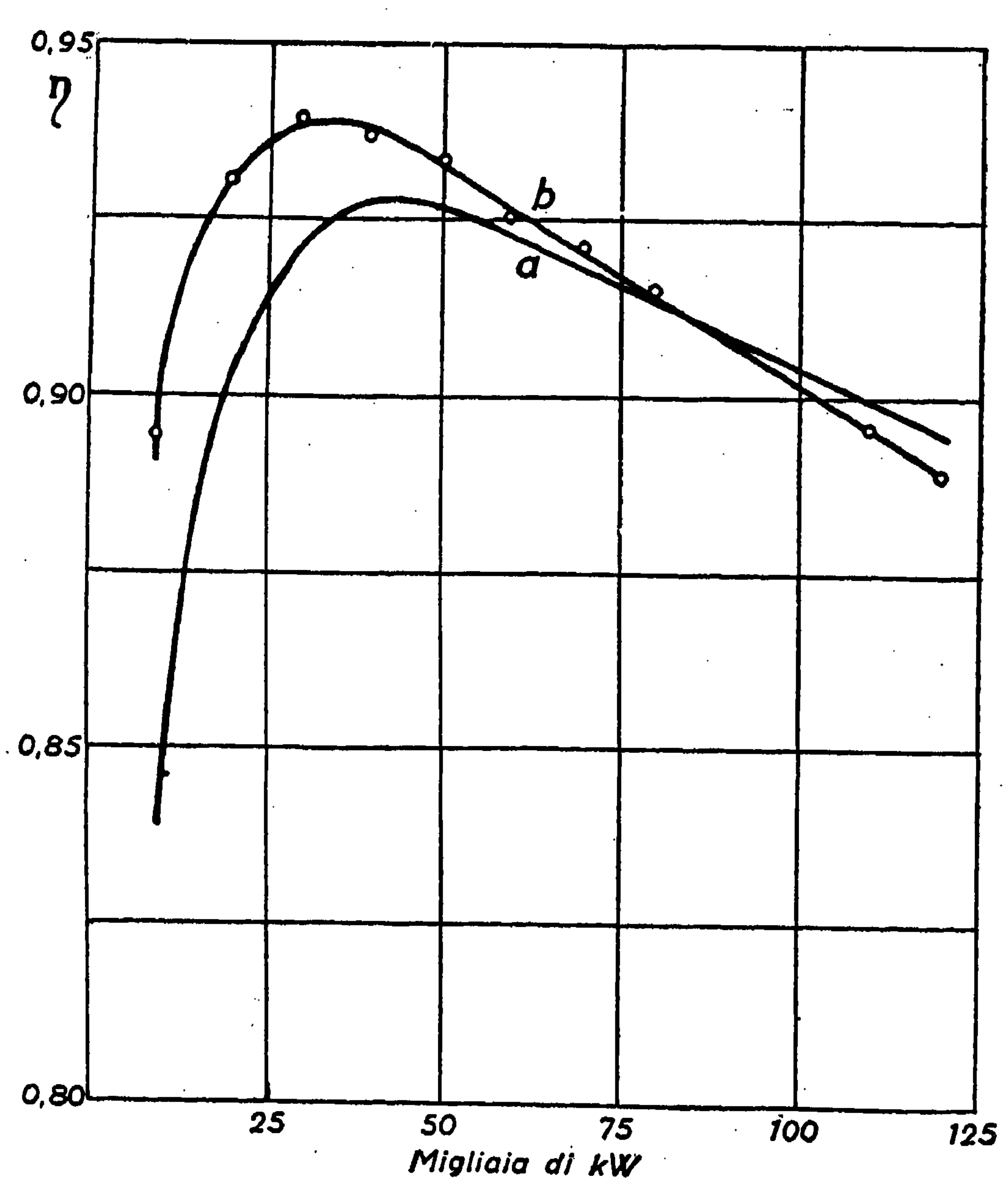


Fig. 13.

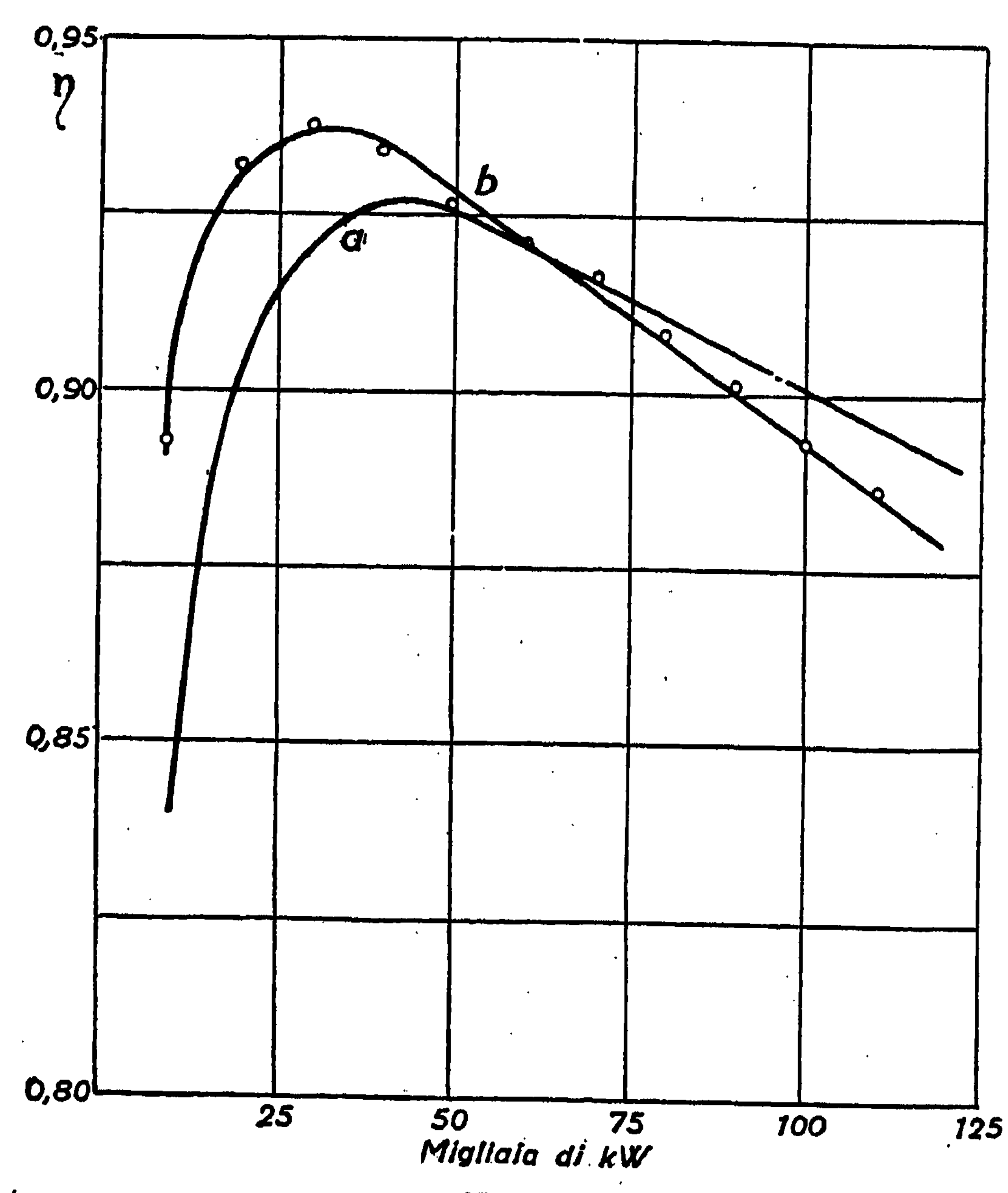


Fig. 14.

Diagrammi di rendimento.

portato col rifasamento a quel determinato valore corrispondente al massimo rendimento della linea, e supponendo i quattro casi che il fattore di potenza effettivo del carico sul secondario sia 0,9 ÷ 0,95 ÷ 0,85 ÷ 0,8. Si constata come il rendimento totale raggiunga il massimo di 0,9285 per $\cos \varphi_0 = 0{,}9$ con 40.000 kW in arrivo sull'alta tensione a Cislago, mentre con $\cos \varphi_0 = 0{,}95$ il rendimento massimo è 0,9294 con 50.000 kW.

Con $\cos \varphi_0 = 0{,}85$ il rendimento è massimo a 40.000 kW come pure con $\cos \varphi_0 = 0{,}80$, mentre il rendimento per la sola linea in questi casi è rispettivamente

0,964 0,966 0,965 0,965

L'esame dei quattro diagrammi in figura 11, 12, 13 e 14, fa risultare come varii il rendimento del trasporto tenendo conto delle perdite di trasformazione e delle perdite inerenti al funzionamento dei sincroni.

Essi si riferiscono a quattro casi di fattori di potenza del carico all'arrivo 0,8 – 0,85 – 0,9 – 0,95, fattore di potenza effettivo corrispondente al carico sulla bassa tensione (47.000 Volt)

Le curve *a* di ogni diagramma si riferiscono al valore del rendimento senza rifasamento con sincroni.

Le curve *b* invece si riferiscono al rendimento con rifasamento fino a raggiungere quel dato valore di $\cos \varphi_0$ cui corrisponde il massimo rendimento della linea.

Il fattore di potenza corrispondente al massimo rendimento della linea è naturalmente variabile col carico, e si ricava dal diagramma generale, dalla retta parallela alla linea del $\cos \varphi = 1$.

I valori del fattore di potenza per i varii carichi, cui corrisponde il massimo rendimento son dati dalla seguente tabella ricavata dal diagramma per V = 200.000 Volt.

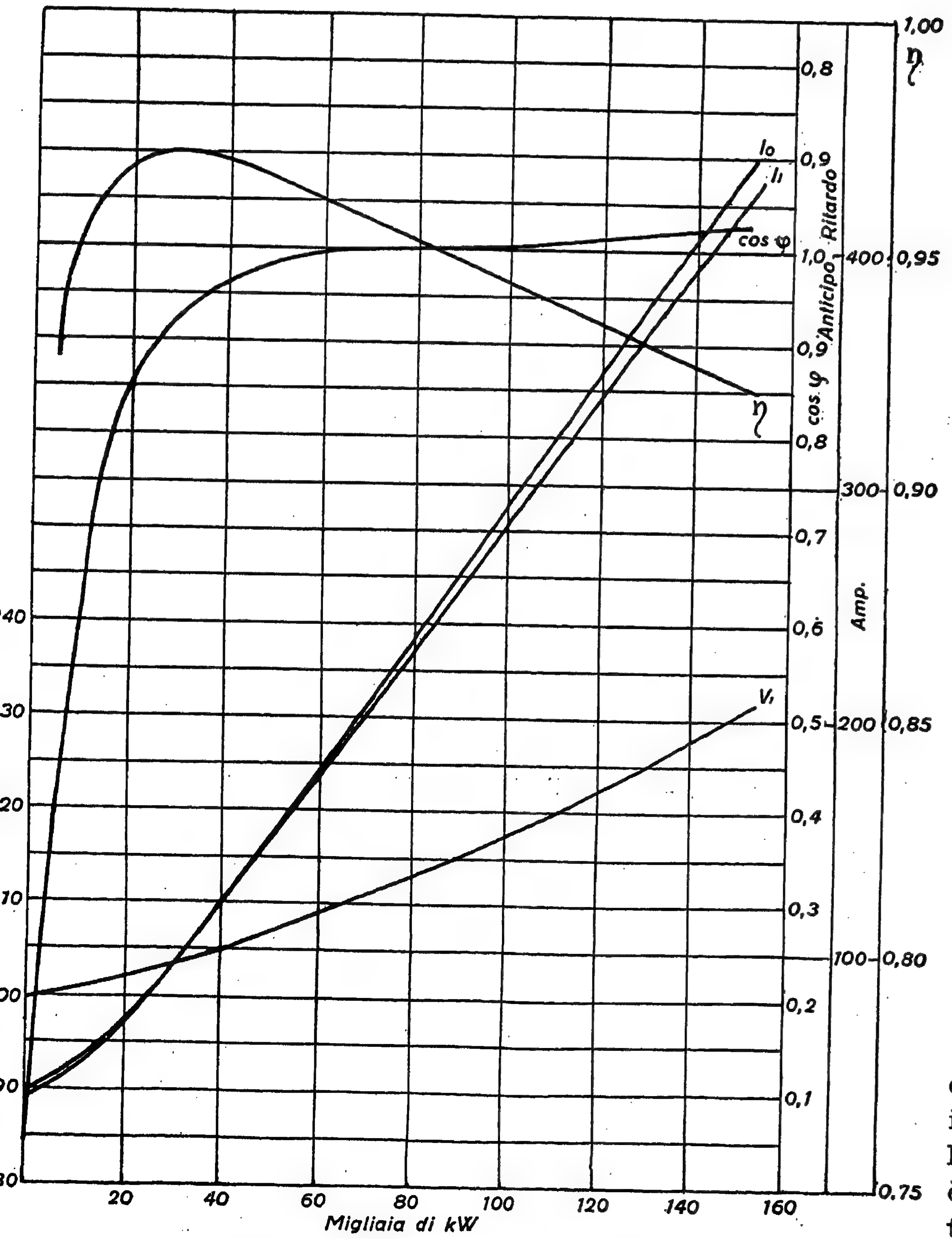


Fig. 15. - Diagramma della tensione, intensità, rendimento e fattore di potenza alla partenza per $\cos \varphi_0$ = al valore del massimo rendimento.

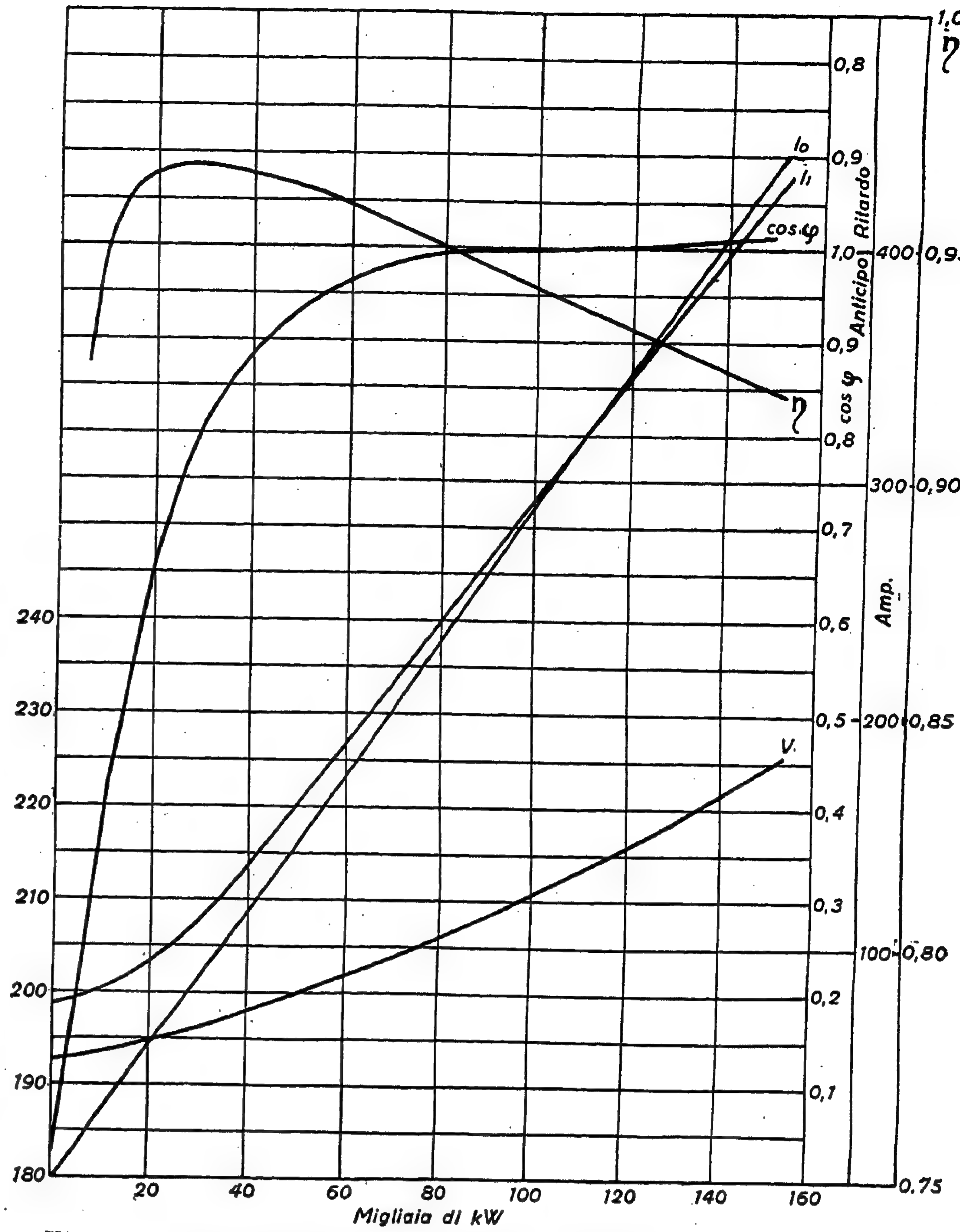


Fig. 16. - Diagramma della tensione, intensità, rendimento e fattore di potenza alla partenza per $\cos \varphi_0 = 1$.

TABELLA VII.

kW	$\cos \varphi_0$
150.000	0.996
140.000	0.9954
130.000	0.995
120.000	0.994
110.000	0.993
100.000	0.991
90.000	0.99
80.000	0.986
70.000	0.982
60.000	0.975
50.000	0.967
40.000	0.95
30.000	0.919
20.000	0.836
10.000	0.606

Il punto di intersezione delle due curve *a* e *b* dà il valore a cui corrisponde il limite della convenienza del rifasamento. Per il caso di $\cos \varphi_0 = 0{,}8$ per esempio al disotto del carico di 63.000 kW il rifasamento al valore di $\cos \varphi_0$ di massimo rendimento è svantaggioso, perchè le perdite nei sincroni superano il vantaggio delle diminuite perdite nella linea per effetto del migliorato $\cos \varphi_0$

Per il caso di $\cos \varphi_0 = 0{,}85$ il limite di rifasamento è 85.000 kW.

Per cos $\varphi_0 = 0{,}9$ e cos $\varphi_0 = 0{,}95$ il limite è 120.000 kW.

I diagrammi delle figure 15, 16, e 17 danno invece tutti gli elementi della tensione, degli ampère e del cos φ alla partenza per i varii carichi a determinati cos φ_0 all'arrivo.

Precisamente il diagramma fig. 15 si riferisce al caso del trasporto di energia con fattore di potenza all'arrivo variabile e corrispondente al massimo rendimento. Si ha così che il rendimento tocca il massimo di 0,97 per 30.000 kW e scende a 0,92 per 150.000 kW.

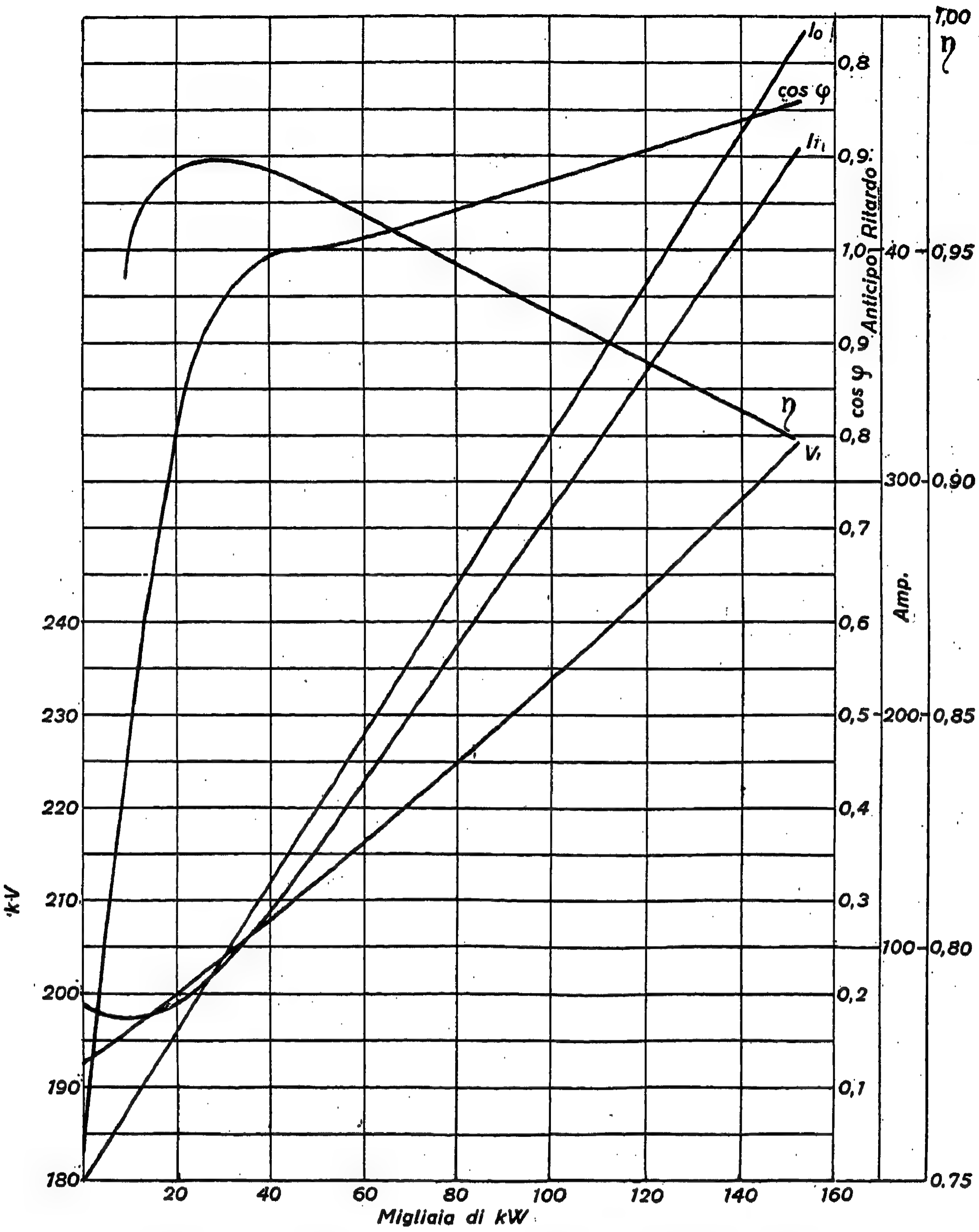


Fig. 17. - Diagramma della tensione, intensità, rendimento e fattore di potenza alla partenza per cos $\varphi_0 = 0{,}9$.

Corrispondentemente la tensione sale da 200.000 Volt a carico zero, a 215.000 per 100.000 kW e 231.000 Volt per 150.000 kW.

La curva del cos φ in partenza parte da zero per carico zero e mantenendosi sempre a bassi valori corrispondenti a sfasamento anticipo per i bassi carichi, raggiunge l'unità per 70.000 kW ed il valore di 0,975 ritardo per 150.000 kW. L'intensità in partenza è data dalla curva I_1 che ha un'andamento molto simile a quella dello I_0, dato che all'arrivo in questo caso il fattore di potenza del carico deve essere molto basso e induttivo, appunto per mantenere il fattore di potenza sulla linea al valore corrispondente al massimo rendimento, e compensare il valore della corrente di capacità.

Ben diversi sono i diagrammi N. 16 e 17 corrispondenti al carico in arrivo con fattore di potenza fisso.

Il diagramma N. 16 si riferisce a carico variabile con cos $\varphi_0 = 1$ ed il diagramma N. 17 si riferisce a cos $\varphi_0 = 0{,}95$ per il carico in arrivo. In quest'ultimo caso osserviamo che, i valori delle correnti in partenza ed in arrivo si differenziano sostanzialmente. Difatti, fisso cos φ_0, il valore di I_0 in arrivo è proporzionale al carico, quindi sarà rappresentato da una retta.

Invece I_0 non più compensato dal fattore di potenza induttivo del carico, risente l'effetto delle correnti di capacità ed ha l'andamento segnato nel diagramma.

Il valore della tensione sale da 193.000 V corrispondente al carico zero al valore di 247.000 Volt per 150.000 kW ed il cos φ da capacitivo fino al carico di 50.000 kW passa induttivo al valore 0,9 per 150.000 kW. La curva del rendimento naturalmente è tutta più bassa.

Se il fattore di potenza del carico sul secondario scende a valori più bassi di 0,95 le divergenze dei valori già osservate per il caso di cos $\varphi_0 = 0{,}95$ si accentuano ancor più.

Il fattore di potenza sarà sempre capacitivo per i bassi carichi. Per il caso limite di cos $\varphi_0 = 0{,}8$, si raggiungerebbe il cos $\varphi = 1$ alla partenza per 30.000 kW di carico e per il pieno carico di 150.000 kW si avrebbe alla partenza una tensione di 275.000 Volt, un rendimento del 0,89, un fattore di potenza di 0,75 ed un'intensità di 515 ampère alla partenza contro 480 in arrivo. Sarebbe evidentemente un funzionamento assolutamente non pratico nè economico. Dai risultati di questi calcoli abbastanza laboriosi e che per brevità non riportiamo si sono ricavati i diagrammi che riproduciamo e che sintetizzano i risultati dei rendimenti totali ottenuti.

Si nota subito, come era prevedibile, che non sempre al funzionamento della linea a cos φ di massimo rendimento corrisponde il massimo rendimento di tutto il sistema. Il valore della potenza a cui incomincia la convenienza al rifasamento varia a seconda dello sfasamento del carico. Si può però tracciare una curva come quella della figura 18 che divida il piano delle coordinate in due zone: tali che con sufficiente approssimazione quella inferiore rappresenta il campo in cui è più conveniente funzionare con la linea direttamente senza il rifasamento e col valore di cos φ_0 richiesto dal carico. La zona superiore invece rappresenta il campo in cui è più conveniente funzionare con la linea a cos φ_0 di massimo rendimento e rifasando il carico quanto è necessario. Si noti che nei casi corrispondenti alla zona inferiore si deve aver sempre una tensione in partenza a Cardano non superiore a 240.000 Volt, che è la tensione limite fissata dai trasformatori.

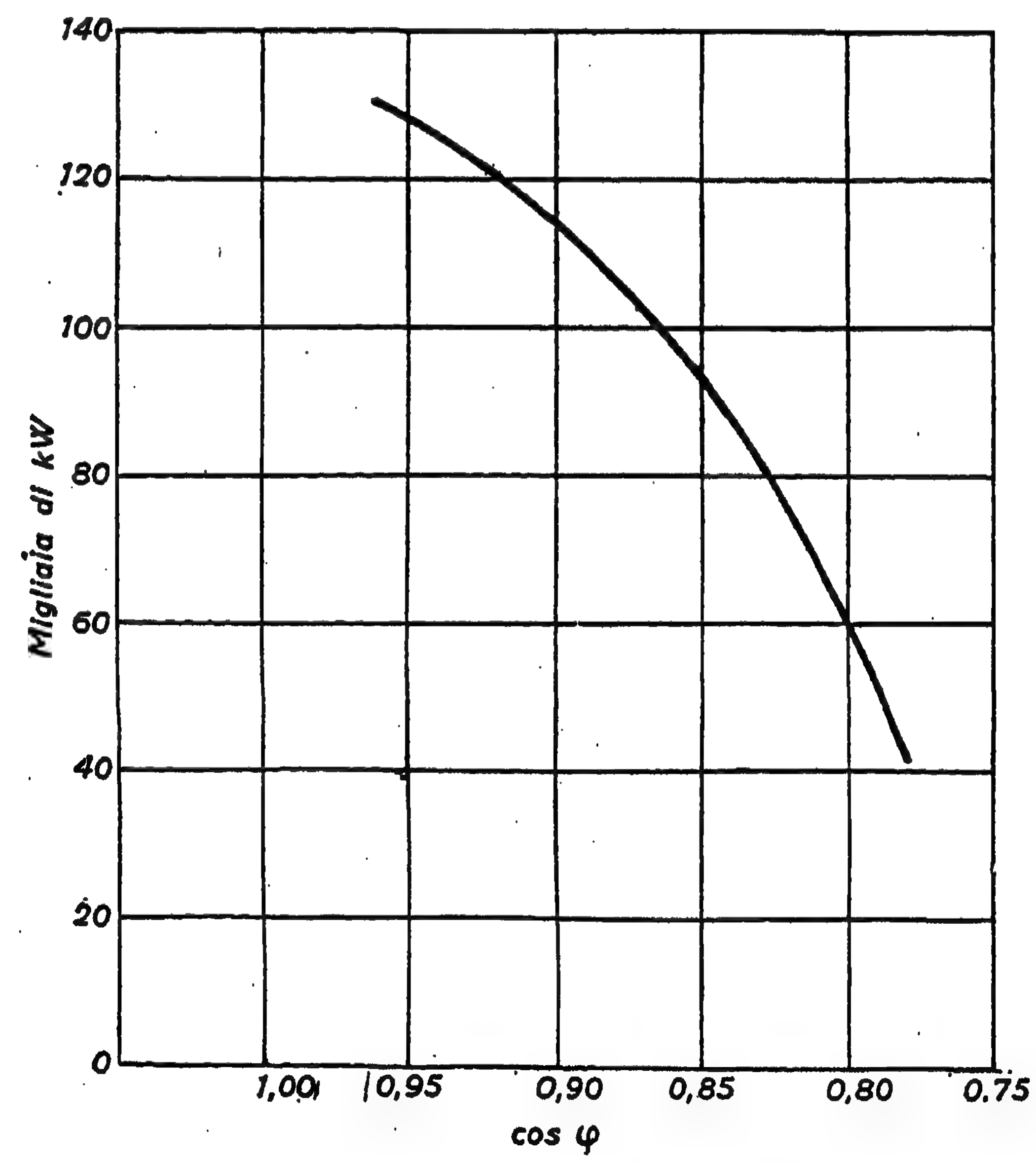


Fig. 18. - Curva limite del rifasamento utile.

ING. CARLO PALESTRINO.

(*Fine della Ia Parte*).

LEONARDO MAGGI
SOCIETÀ ELETTRICA INTERREGIONALE CISALPINA

Il diagramma circolare per il calcolo delle linee elettriche

INTRODUZIONE.

I sistemi di calcolo delle condutture elettriche sono tanto numerosi che può sembrare ozioso voler escogitarne di nuovi. Realmente se si limita il compito del calcolo alla determinazione della tensione ad un estremo in base alle condizioni dell'altro estremo della conduttura, o a problemi analoghi ci troviamo a disposizione una quantità di metodi la cui abbondanza non è giustificata dal concetto dell'esattezza. La maggior parte di essi infatti, sotto questo riguardo, sono praticamente equivalenti e soddisfacenti, e la tabella I, desunta da un autore americano, mostra appunto come le differenze che si ottengono coi vari sistemi sono di un ordine di grandezza difficilmente registrabile con strumenti di misura industriale.

Però, se nello studio della conduttura si vogliono analizzare anche i fenomeni collegati alla trasmissione dell'energia, ci si rende subito conto che, sia per ragioni tecniche, sia per semplicità di calcolo, un solo metodo non basta più; così che si può dire che per uno studio completo di una conduttura la maggioranza dei sistemi esistenti si rende necessaria o almeno molto utile.

Fra questi ultimi io credo che si possa annoverare il così detto « Diagramma circolare per le linee » metodo, o diagramma come dire si voglia, assai diffuso in America, e invece ricordato raramente, e solo di sfuggita, dalla letteratura elettrotecnica italiana. Probabilmente le ragioni di questa dimenticanza stanno nel fatto che il Diagramma circolare rende meglio nelle linee ad altissima tensione, e che, nella forma nella quale viene studiato e presentato all'estero, si presta in particolare modo all'esercizio di quelle condutture che hanno tensione costante sia all'arrivo che in partenza, cosa che raramente si riscontra nelle nostre trasmissioni di energia. Però avendo avuto occasione di usare tale diagramma nell'esercizio di alcune nostre linee ho visto che è possibile sfruttarne l'idea fondamentale anche per il caso di tensione variabile ad uno degli estremi della conduttura, così che il diagramma è più utile di quanto poteva sembrare a prima vista. Credo quindi di fare cosa gradita ai colleghi richiamando la loro attenzione su questo diagramma, che oltre a riuscire spesso utile nella pratica, si presta benissimo ad illustrare alcune caratteristiche delle condutture elettriche.

SIMBOLI.

Per semplificare la trattazione dell'argomento rimando in appendice la dimostrazione dello svolgimento matematico per cui dalle formule fondamentali dell'elettrotecnica si giunge alle formule (1) e (2) che danno origine al diagramma circolare. Premetto però la spiegazione di tutti i simboli che verranno usati in seguito, pregando il lettore di non spaventarsi per la lunghezza dell'elenco. La maggior parte di tali coefficienti deve essere empre calcolata qualunque sia il metodo adottato; gli altri si desumono dai precedenti con semplici operazioni aritmetiche. Va poi notato che tutti i coefficienti elencati occorrono solo per il caso generale, comprendente cioè anche le linee non simmetriche (costituite da tronchi aventi caratteristiche differenti, oppure comprendenti trasformatori), mentre per le condutture simmetriche come si riscontrano nella generalità dei casi, molti coefficienti scompaiono. Le modalità per derivare le quattro costanti generali $\mathcal{A}\ \mathcal{B}\ \mathcal{C}\ \mathcal{D}$ in caso di linee assimmetriche verrà dato nell'appendice n. 3.

Nel seguito con le lettere maiuscole in carattere rotondo vengono indicate le grandezze vettoriali, mentre le lettere in carattere stampatello sono usate per le grandezze scalari. Il punto sopra un simbolo vettoriale sta ad indicare che detto vettore è il coniugato del corrispondente vettore senza punto; ad esempio: il vettore $\dot{\mathcal{A}}$ è il coniugato del vettore $\mathcal{A}$. Sia:

$\mathcal{E}_g$ = tensione di fase in partenza
$\mathcal{E}_r$ = tensione di fase in arrivo
$\mathcal{J}_g$ = corrente in partenza
$\mathcal{J}_r$ = corrente in arrivo
P_g = potenza attiva in partenza
P_r = » » » arrivo
Q_g = » reattiva in partenza
Q_r = » » » arrivo
R = resistenza ohmica totale della linea
X = reattanza » » »
B = conduttanza » » »
G = suscettanza » » »
$\mathcal{Z}$ = $R + j X$ = impedenza della linea
$\mathcal{Y}$ = $B + j G$ = ammettenza » »

Si formino le espressioni

$\mathcal{A} = a_1 + j a_2$; per linee simmetriche $$\mathcal{A} = \left(1 + \frac{\mathcal{Y}\mathcal{Z}}{2!} + \frac{\mathcal{Y}^2\mathcal{Z}^2}{4!} + ...\right) = \cosh\sqrt{\mathcal{Z}\mathcal{Y}}.$$

$\mathcal{B} = b_1 + j b_2$; » » » $$\mathcal{B} = \mathcal{Z}\left(1 + \frac{\mathcal{Y}\mathcal{Z}}{3!} + \frac{\mathcal{Y}^2\mathcal{Z}^2}{5!} + ...\right) = \sqrt{\frac{\mathcal{Z}}{\mathcal{Y}}}\ \text{senh}\sqrt{\mathcal{Z}\mathcal{Y}}.$$

$\mathcal{C} = c_1 + j c_2$; » » » $$\mathcal{C} = \mathcal{Y}\left(1 + \frac{\mathcal{Y}\mathcal{Z}}{3!} + \frac{\mathcal{Y}^2\mathcal{Z}^2}{5!} + ...\right) = \frac{1}{\sqrt{\frac{\mathcal{Z}}{\mathcal{Y}}}}\ \text{senh}\sqrt{\mathcal{Z}\mathcal{Y}}$$

$\mathcal{D} = d_1 + j d_2$; » » » $$\mathcal{D} = \mathcal{A}$$

TABELLA I. — CONFRONTO DEI RISULTATI OTTENUTI CON VARI METODI DI CALCOLO

Problema N.°	Lunghezza linea - Miglia	Condizioni in arrivo: kVA	Condizioni in arrivo: Tensione di fase (V)	Condizioni in arrivo: Cos φ (%)	25 periodi: Tensione in partenza secondo il calcolo esatto (Volt)	25 periodi – Errore percentuale della tensione in partenza determinandola col metodo: Semi grafico (% errore)	Grafico (% errore)	del Dott. Dwight (% errore)	del Dott. Chas e Steinmetz (% errore)	del T nominale (% errore)	del π nominale (% errore)	della capacità concentrata ad un estremo (% errore)	dall'impendenza (% errore)	60 periodi: Tensioni in partenza secondo il calcolo esatto (Volt)	60 periodi – Errore percentuale della tensione in partenza determinandola col metodo: Semi grafico (% errore)	Grafico (% errore)	del Dott. Dwight (% errore)	del Dott. Chas e Steinmetz (% errore)	del T nominale (% errore)	del π nominale (% errore)	della capacità concentrata ad un estremo (% errore)	della impenpenza (% errore)
1	20	1.300	5.774	80	6.347	o	+ 0.05	o	—	—	—	— 0.01	o	6.702	o	— 0.15	o	—	—	—	— 0.07	+0.07
2	»	»	»	100	6.202	o	+ 0.03	o	—	—	—	— 0.01	o	6.259	+ 0.06	+0.02	— 0.02	—	—	—	— 0.06	+0.1
3	»	5.000	11.500	80	12.553	— 0.04	+ 0.06	— 0.01	—	—	—	— 0.02	+ 0.02	13.333	+ 0.02	— 0.1	o	—	—	—	— 0.07	+0.1
4	»	»	»	100	12.372	— 0.05	+ 0.02	— 0.01	—	—	—	— 0.02	+ 0.02	12.480	+ 0.02	+ 0.04	o	—	—	—	— 0.07	+0.1
5	30	3.500	11.550	80	12.733	+ 0.22	+ 0.06	— 0.02	—	—	—	— 0.03	+ 0.04	13.482	+ 0.07	+0.06	o	—	—	—	— 0.15	+0.2
6	»	»	»	100	12.415	+ 0.88	+ 0.04	— 0.02	—	—	—	— 0.03	+ 0.04	12.537	+ 1.05	+ 0.01	o	—	—	—	— 0.16	+0.2
7	»	8.000	17.320	80	19.125	+ 0.55	o	— 0.01	—	—	—	— 0.03	+ 0.03	20.268	+ 0.03	+ 0.06	+ 0.01	—	—	—	— 0.15	+0.2
8	»	»	»	»	18.640	+ 0.08	+ 0.05	+ 0.01	—	—	—	— 0.02	+ 0.03	18.830	— 0.03	+ 0.05	+ 0.02	—	o	o	— 0.16	+0.2
9	50	5.000	17.320	80	19.184	o	— 0.07	+ 0.03	—	—	—	— 0.08	+ 0.1	20.331	o	+ 0.04	+ 0.03	—	—0.02	+0.04	— 0.42	+0.5
10	»	»	»	100	18.685	— 0.05	— 0.03	+ 0.02	—	—	—	— 0.05	+ 0.1	18.845	+ 0.08	— 0.03	— 0.02	—	—0.02	+0.03	— 0.44	+0.5
11	»	20.000	34.640	80	38.490	— 0.03	— 0.04	+ 0.01	—	—	o	— 0.08	+ 0.1	40.976	+ 0.03	— 0.01	+ 0.02	—	—0.02	+0.03	— 0.41	+0.5
12	»	»	»	100	37.387	— 0.02	— 0.03	+ 0.01	—	—	o	— 0.07	+ 0.1	37.773	+ 0.04	— 0.01	+ 0.03	—	—0.02	+0.04	— 0.42	+ 01
13	100	22.000	50.810	80	56.619	— 0.07	— 0.03	o	—	— 0.01	+ 0.01	— 0.31	+ 0.3	59.952	+ 0.03	— 0.09	+ 0.08	o	—0.08	+0.13	— 1.61	+1.91
14	»	»	»	100	54.820	— 0.02	— 0.04	o	—	— 0.01	+ 0.01	— 0.30	+ 0.3	54.869	o	— 0.13	+ 0.05	o	—0.07	+0.13	— 1.69	+1.96
15	»	40.000	69.290	80	77.147	— 0.02	— 0.06	o	—	— 0.01	+ 0.02	— 0.30	+ 0.4	81.710	— 0.08	— 0.06	— 0.02	o	—0.08	+0.14	— 1.60	+1.84
16	»	»	»	100	74.642	— 0.02	— 0.02	o	—	— 0.01	+ 0.02	— 0.31	+ 0.4	74.735	— 0.05	— 0.11	+ 0.01	o	—0.07	+0.12	— 1.68	+1.92
17	200	25.000	69.290	80	76.754	+ 0.06	— 0.01	o	—	— 0.04	+ 0.06	— 1.24	+ 1.4	79.000	+ 0.03	+ 0.14	+ 0.18	—0.04	—0.46	—0.61	— 6.53	+7.8
18	»	»	»	100	73.401	+ 0.05	— 0.06	o	—	— 0.04	+ 0.06	— 1.24	+ 1.4	70.599	+ 0.08	+ 0.07	+ 0.14	—0.04	—0.39	+0.47	— 6.99	+8.1
19	»	40.000	80.830	80	91.761	— 0.02	+ 0.05	— 0.08	—	— 0.04	+ 0.06	— 1.19	+ 1.4	96.727	— 0.07	+ 0.14	+ 0.22	—0.44	—0.51	+0.73	— 5.96	+7.5
20	»	»	»	100	86.863	— 0.02	— 0.01	+ 0.01	—	— 0.05	+ 0.05	— 1.19	+ 1.4	84.862	+ 0.07	+ 0.02	+ 0.25	—0.04	—0.45	+0.62	— 6.37	+7.8
21	300	20.000	69.290	80	75.682	o	+ 0.02	+ 0.05	—	— 0.09	+ 0.15	— 2.83	+ 3.2	72.747	— 0.04	+ 0.05	+ 0.46	—0.21	—1.51	+1.34	— 15.68	+19
22	»	»	»	100	71.762	+ 0.08	— 0.02	+ 0.02	—	— 0.08	+ 0.13	— 2.88	+ 3.2	63.810	— 0.02	+ 0.21	— 0.25	—0.21	—1.34	+1.01	— 16.43	+20
23	»	60.000	115500	80	128.450	— 0.04	+ 0.04	+ 0.03	—	+ 0.11	+ 0.17	— 2.74	+ 3.4	126.541	— 0.05	+ 0.25	— 0.46	—0.21	—1.60	+1.60	— 14.50	+18
24	»	»	»	100	120.574	o	— 0.06	+ 0.01	—	— 0.11	+ 0.15	— 2.82	+ 3.3	109.189	— 0.07	+ 0.15	+ 0.51	—0.21	—1.44	+1.29	— 15.12	+19
25	400	20.000	80.830	80	86.404	— 0.05	— 0.05	+ 0.11	o	— 0.19	+ 0.26	— 5.08	+ 5.7	74.182	+ 0.01	—	— 0.08	—0.71	—3.92	+2.15	— 29.34	+37
26	»	»	»	100	81.647	— 0.06	—	+ 0.05	o	— 0.18	+ 0.23	— 5.30	+ 5.7	64.377	+ 0.03	—	o	—0.71	—3.65	+1.74	— 27.16	+39
27	»	50.000	115500	80	127.267	— 0.05	—	+ 0.09	o	— 0.22	+ 0.32	— 4.80	+ 5.6	113.606	— 0.08	—	— 0.49	—0.75	—4.11	—2.99	— 25.82	+35
28	»	»	»	100	118.833	— 0.03	—	o	o	— 0.21	+ 1.29	— 4.89	+ 5.6	96.987	+ 0.01	—	+ 1.04	—0.81	—3.92	+2.84	— 22.38	+36
29	500	15.000	80.830	80	83.045	— 0.06	—	+ 0.06	—0.04	— 0.27	+ 0.36	— 8.22	+ 9.2	59.046	+ 0.06	—	— 1.47	—1.97	—9.18	+2.28	— 40,82	+70
30	»	»	»	100	78.658	+ 0.05	—	+ 0.01	—0.04	— 0.23	+ 0.31	— 8.32	+ 9.3	51.327	+ 0.06	—	+ 0.25	—1.89	—8.64	+2.54	— 20.62	+73
31	»	40.000	115500	80	123.401	+ 0.08	—	+ 0.02	—0.40	— 0.40	+ 0.50	— 7.65	+ 9.0	93.725	+ 0.06	—	— 0.28	—1.84	—9.32	+4.44	— 35.54	+64
32	»	»	»	100	115.161	+ 0.08	—	— 0.02	—0.04	— 0.37	+ 0.44	— 5.99	+ 9.0	80.106	+ 0.06	—	+ 3.8	—1.72	—8.84	+5.43	— 13.53	+65

Dai precedenti valori si calcolino i seguenti coefficienti

$$l = \frac{a_1 b_1 + a_2 b_2}{b_1^2 + b_2^2}$$

$$m = \frac{a_1 b_2 - a_2 b_1}{b_1^2 + b_2^2}$$

$$l' = \frac{d_1 b_1 + d_2 b_2}{b_1^2 + b_2^2} \quad \text{per linee simmetriche } l' = l$$

$$m' = \frac{d_1 b_2 - d_2 b_1}{b_1^2 + b_2^2} \quad \text{per linee simmetriche } m' = m$$

$$n = \frac{1}{\sqrt{b_1^2 + b_2^2}}$$

$$u = a_1 c_1 + a_2 c_2$$

$$v = d_1 b_1 + d_2 b_2 \quad \text{per linee simmetriche } d_1 = a_1 \quad d_2 = a_2$$

$$w = a_1 d_2 - a_2 d_1 - b_1 c_2 + b_2 c_1 \quad \text{per linee simmetr. } d_1 = a_1, \; d_2 = a_2$$

$$u' = d_1 c_1 + d_2 c_2 \quad \text{per linee simmetriche } u' = u$$

$$v' = a_1 b_1 + a_2 c_2 \quad \text{» » »} \quad v' = v$$

$$w' = d_1 a_2 - d_2 a_1 - b_1 c_2 + b_2 c_1 \quad \text{per linee simmetriche } w_1 = w$$

$$\theta_b = \text{arc tang} \frac{b_1}{b}$$

IL DIAGRAMMA CIRCOLARE ALL'ARRIVO.

L'espressione della potenza apparente ai due estremi della conduttura può esser posta, con artifici di calcolo indicati nell'appendice n. 1, nelle seguenti forme

$$P_r + j\,Q_r = n\,E_r\,E_g \;(\text{sen}\,\theta_b + j\cos\theta_b)\;(\cos\theta_v - j\,\text{sen}\,\theta_v) - (l + j\,m)\,E_r^2 \qquad (1)$$

$$P_g + j\,Q_g = (l' + j\,m')\,E_g^2 - n\,E_r\,E_g\,(\text{sen}\,\theta_b + j\cos\theta_b)\,(\cos\theta_v + j\,\text{sen}\,\theta_v) \qquad (2)$$

Suppongo ora di avere già note le tensioni E_r ed E_g, e che queste rimangano costanti per qualsiasi condizioni di carico; osservo poi che il valore scalare dei due termini $(\text{sen}\,\theta_b + j\cos\theta_b)$ e $(\cos\theta_v - j\,\text{sen}\,\theta_v)$ è sempre uguale alla unità, e che la loro funzione è soltanto quella di orientare la grandezza $n\,E_r\,E_g$ secondo l'angolo $(\theta_b + \theta_v)$ nella (1) e $(\theta_b - \theta_v)$ nella (2). Premetto anche quanto indicato nell'appendice che le espressioni (1) e (2) sono derivate supponendo il vettore $\mathcal{E}_r$ coincidente con l'asse delle ascisse. Con quanto dianzi detto è facile riconoscere che nella espressione (1) tutti i termini sono costanti e che varia soltanto l'orientazione della grandezza $n\,E_r\,E_g$ la quale descrive così un cerchio di raggio $n\,E_r\,E_g$ con cento in $-(l + j\,m)\,E_r^2$. (Fig. 1).

Tale circonferenza è il diagramma in arrivo per le fissate condizioni di tensione ai due estremi della trasmissione, ed è il luogo dei punti dell'estremo del vettore kVA in arrivo. Le coordinate di ogni punto del cerchio danno cioè la potenza attiva P_r (ascisse) e la corrispondente potenza reattiva Q_r (ordinate) necessaria per ricevere la potenza Pr nelle determinate condizioni di tensione.

Se l'estremo del vettore kVA rappresentante il carico della stazione ricevente non cadesse sul cerchio, è necessario provvedere coi sincroni ad una opportuna variazione del carico reattivo per fare coincidere tale vettore con un punto della circonferenza. Questa operazione è possibile fino a che il carico reale non supera il limite della potenza massima trasportabile con la conduttura nelle fissate condizioni di tensione. Tale limite corrisponde, come è facilmente riconoscibile dalla fig. 1, all'ascissa

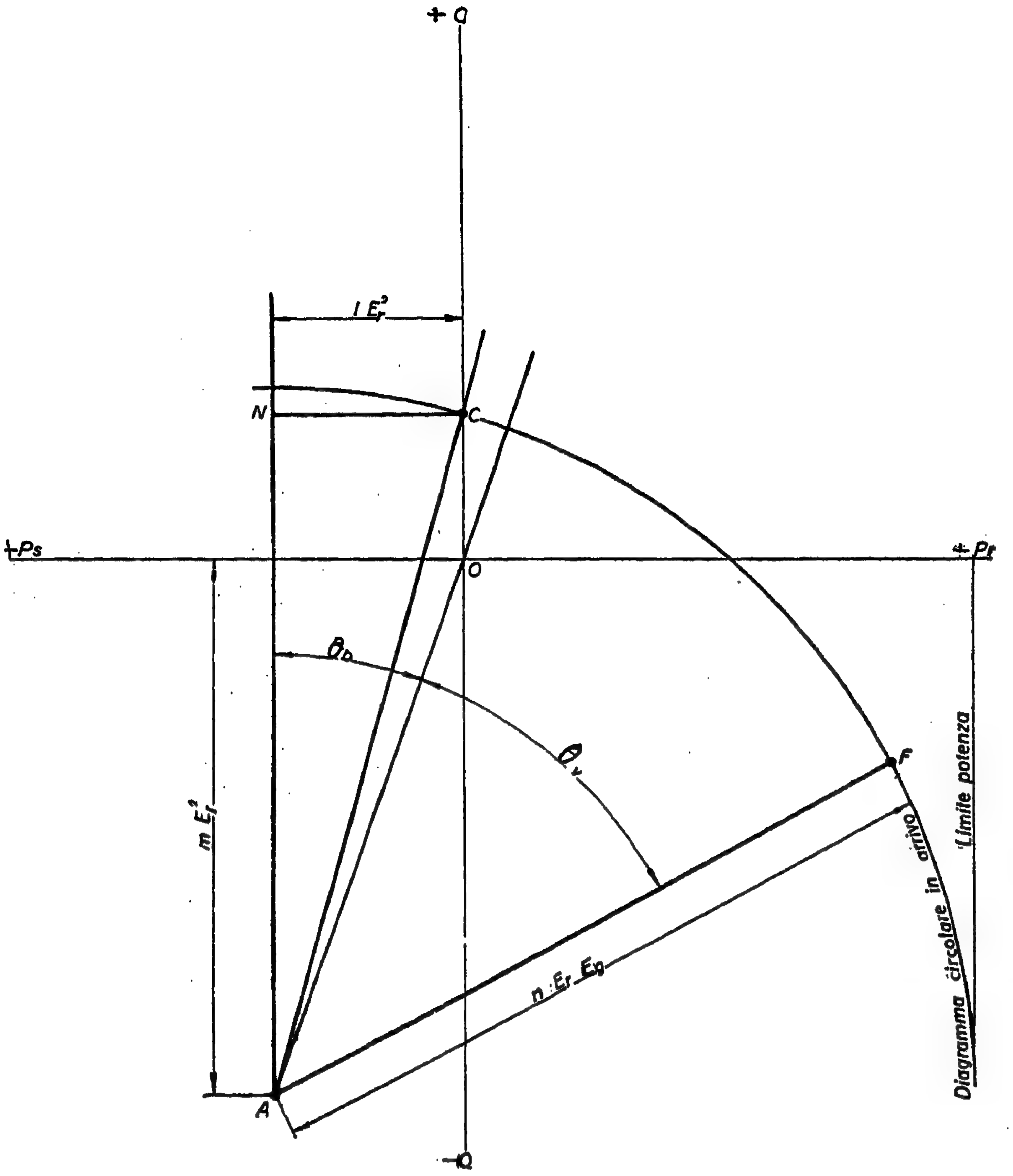


Fig. 1.

del punto del cerchio la cui tangente è parallela all'asse delle ordinate. Analiticamente tale valore è dato dalla espressione:

$$P_{r\,max} = n\,E_r\,E_g - l\,E_r^2 \qquad (3)$$

Conviene dire subito che tale limite ha un valore più teorico che pratico; infatti per essere raggiunto richiede in genere una capacità di sincroni sproporzionata al carico ed una entità di perdite in linea veramente notevole.

Dalla fig. 1 appare anche che per ogni valore di P_r, sempre nei limiti della capacità della linea, si hanno due condizioni di potenza reattiva che possono soddisfare alla equazione. È però evidente che in pratica non occorrerà considerare che la semicirconferenza superiore.

Analizzando l'espressione (1) ho fatto rilevare come il prodotto

$$(\text{sen}\,\theta_b + j\cos\theta_b)\;(\cos\theta_v - j\,\text{sen}\,\theta_v) = \text{sen}\;(\theta_b + \theta_v) + j\cos\;(\theta_b + \theta_v) \qquad (4)$$

serva soltanto a fare ruotare la grandezza $n\,E_r\,E_g$ dell'angolo $\theta_b + \theta_v$. L'asse di riferimento di questo angolo, come risulta chiaramente dalla (4) mettendo $\theta_b + \theta_v = 0$, corrisponde alla parallela all'asse delle ordinate, passante per il punto A, centro della circonferenza. Dall'elenco dei simboli risulta però che l'angolo θ_v è costante quindi, noi possiamo senz'altro tracciare sul diagramma tale angolo a mezzo di un goniometro oppure, con più precisione, tracciando, fig. 1, la semicorda $N\,C$ che ha, per valore

$$N\,C = n\,E_r\;E_g\;\text{sen}\;\theta_b \qquad (5)$$

L'angolo θ_v corrispondente al punto di carico F risulta così essere l'angolo $\widehat{C\,A\,F}$.

(1) Nell'elenco dei simboli non ho indicato il significato dell'angolo θ_v, perchè, come si vedrà nel seguito, detto angolo non occorre per lo scopo prefissoci. Il valore di detto angolo ad ogni modo è dato dalla formula

$$\theta_v = \text{arcos}\;\frac{b_1\,(l\,E_2^2 + P_r) + b_2\,(m\,E_2^2 + Q_r)}{E_2\;E_g}$$

Fino ad ora ho supposto invariabili le tensioni in arrivo e partenza. Se ora cambio la tensione Eg avrò una nuova circonferenza concentrica alla precedente, perchè le coordinate del centro — $(l + j\,m)\;E_r^2$ sono indipendenti da E_g. Quindi per

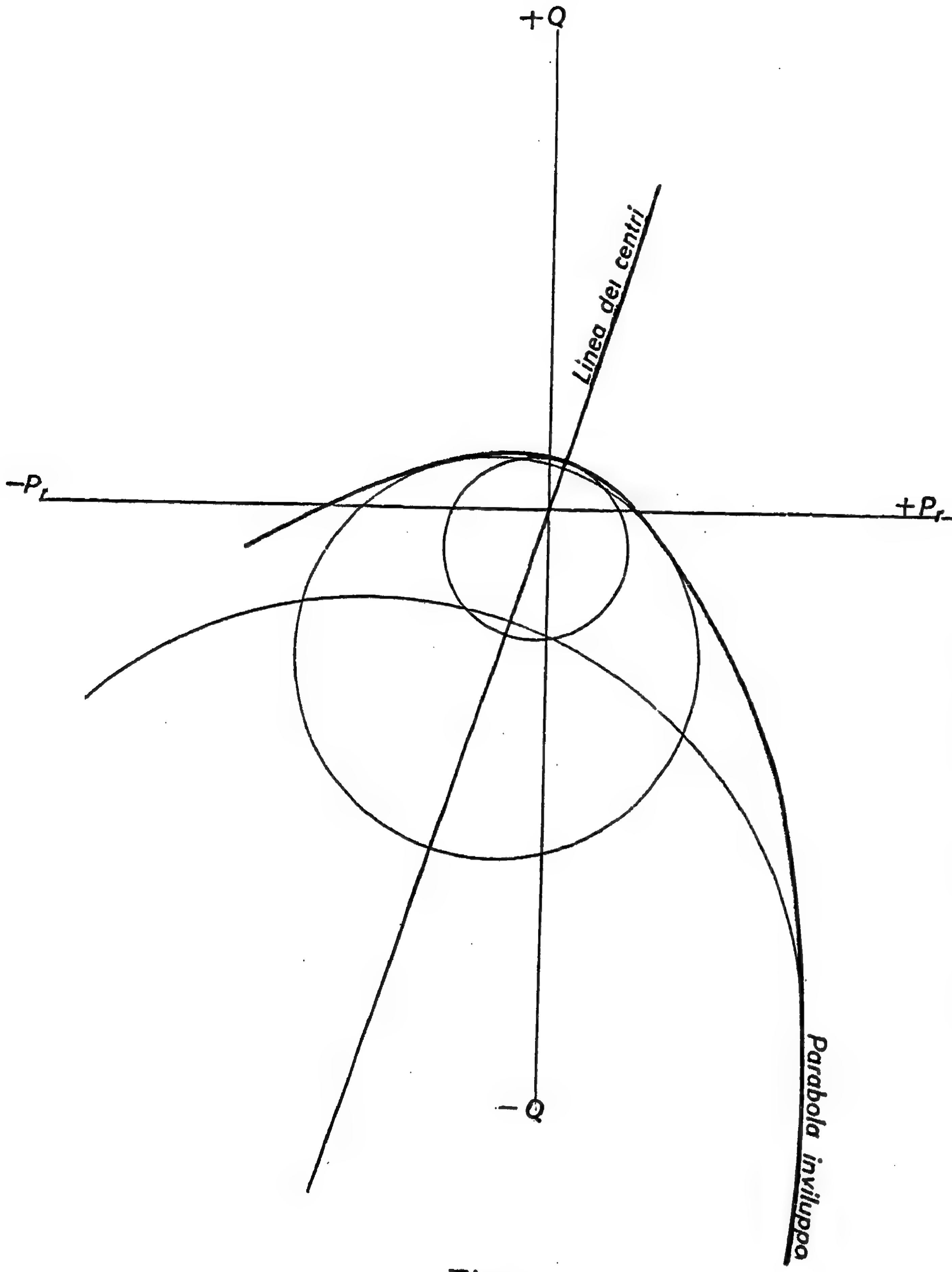


Fig. 2.

ogni valore di E_r avrò una famiglia di cerchi concentrici di raggio gradualmente crescente coll'aumentare della tensione Eg.

Se invece tengo costante il valore E_g e vario E_r, il centro della circonferenza si sposta su una retta passante per l'origine degli assi ed avente il paramento $-\dfrac{m}{l}$, il raggio stesso della circonferenza varia linearmente col variare di E_r. Per infiniti valori della tensione in arrivo si ha quindi una famiglia di cerchi il centro dei quali cade su una stessa retta fig. 2.

Tutte queste circonferenze possono essere avviluppate da una parabola che viene chiamata la *parabola inviluppo*, ed è il luogo dei punti della potenza massima trasmissibile con la conduttura in questione per le condizioni di E_g = cost e E_r variabile da zero ad infinito.

Dall'esame di questa parabola appaiono subito due fatti che possono sembrare assurdi, e cioè:

a) fissa la tensione in partenza, l'energia trasportabile può essere infinita;

b) gli aumenti di potenza trasportabile al di la di un certo limite non si ottengono a spese di una caduta di tensione, anzi al contrario aumentando la tensione in arrivo fino all'infinito.

Dico subito che quest'assurdo si ottiene a mezzo di assurde capacità di sincroni e di perdite di potenze non tollerabili: cosicchè in pratica non potrà essere mai sfruttato questo imprevisto, per quanto spiegabile fenomeno, e rimarrà sempre inalterato il principio pratico che per aumentare la capacità di una conduttura bisogna aumentarne la tensione in partenza.

Il diagramma circolare in partenza.

L'espressione (2) che dà la potenza in partenza è perfettamente simile alla formula (1) che è stata discussa fino ad ora. È quindi inutile ripetere tutte le considerazioni fatte per dimostrare che anche questa formula dà un diagramma circolare, fig. 3, avente il centro dato dall'espressione $+\;(l' + j\,m')\;E^2_g$ e quindi nel quadrante diametralmente opposto a quello occupato di centri del diagramma in arrivo. La linea dei centri passa sempre per l'origine, ed ha il paramento $\dfrac{m'}{l'}$: per linee simmetriche, essendo $m' = m$ ed $l' = l$, le linee dei centri dei due diagrammi si sovrappongono. Il raggio del cerchio in partenza è dato dalla stessa espressione trovata per il cerchio in partenza, quindi i due raggi sono eguali. L'angolo d'orientamento del raggio per un dato carico è invece diverso. È infatti facile vedere come tale angolo sia $\theta_b - \theta_v$ anzichè $\theta_b + \theta_v$; l'origine per la misura di questo angolo è ancora la parallela all'asse delle ordinate condotta per il centro della circonferenza verso le ordinate negative. Però anche quì si osserva che θ_b è costante ed uguale a quello trovato per il cerchio in arrivo e θ_v per un dato carico è parimenti uguale in due diagrammi. Quindi noto θ_v dal diagramma in arrivo lo stesso angolo riportato in senso inverso nel diagramma in partenza ci dia un punto del cerchio che è l'estremo del vettore kVA in partenza.

Tutte le considerazioni svolte per il diagramma precedente per i casi di E_r ed E_g variabili si possono ripetere anche per quasto diagramma è quindi inutile insistere sul'argomento.

È interessante notare però che i due diagrammi possono essere disegnati sugli stessi assi di riferimento ottenendosi un diagramma come in figura 4. In questa figura sono state eliminate tutte le operazioni, di costruzione lasciando soltanto la parte

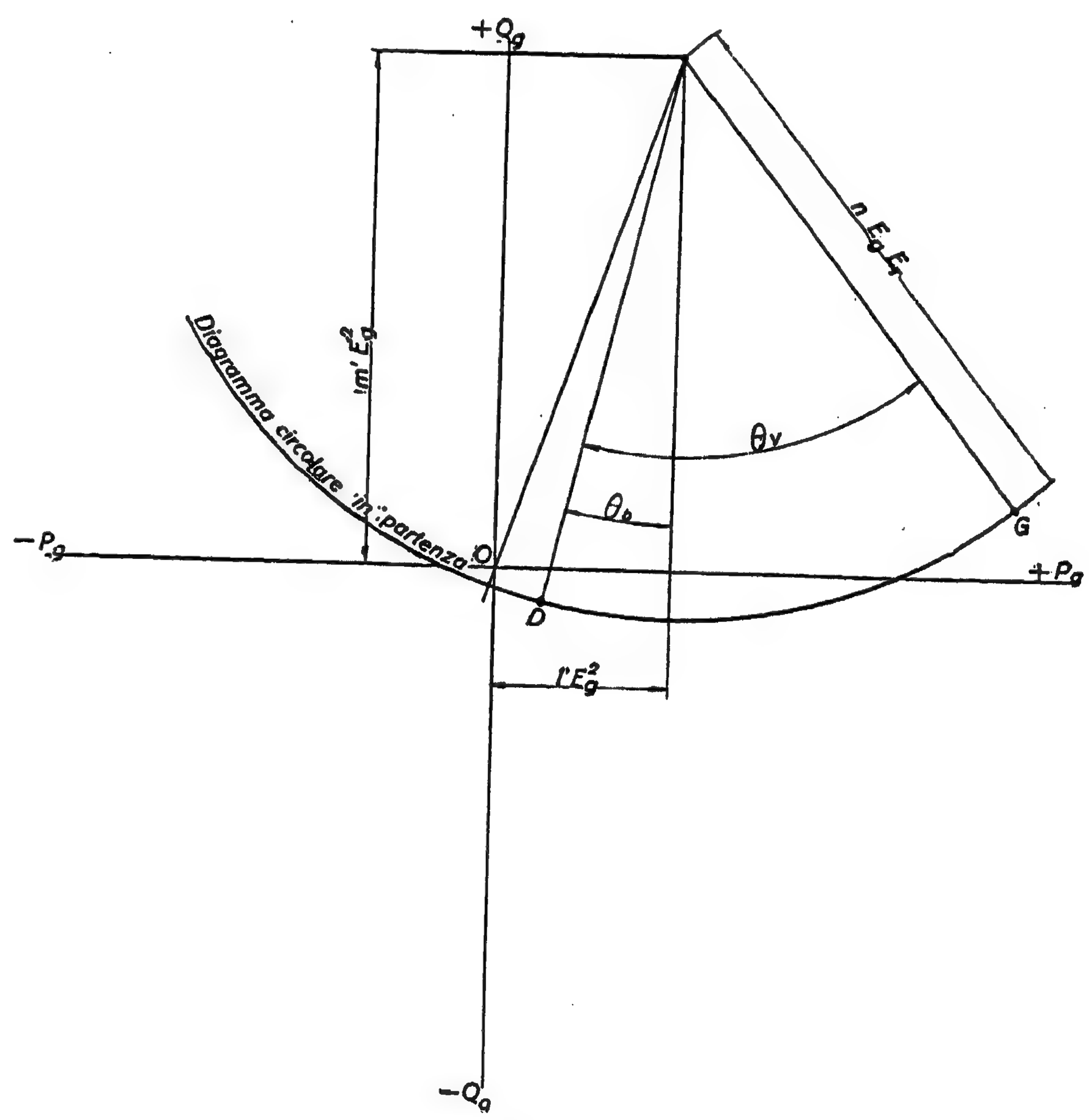


Fig. 3.

finale. Sono state usate le stesse lettere usate nelle figure 1) e 3) per indicare gli stessi punti risparmiando così ogni ulteriore spiegazione.

Sia dato ora alla stazione in arrivo un carico corrispondente al vettore $O\,F$, per soddisfare alle volute condizioni di tensione, tale carico sarà modificato coi sincroni fino a farlo ruotare e coincidere col punto F. Il segmento $F\,F'$ ci dà la potenza di sincrono necessaria all'uopo e il vettore $O\,F$ il carico effettivo in arrivo.

Tenendo ora presente che i due cerchi sono di egual raggio e che perciò archi eguali sottendono angoli eguali, si riporti sul cerchio in partenza dal punto D con un compasso l'arco $C F'$, si avrà il punto G corrispondente del punto F'; cioè il

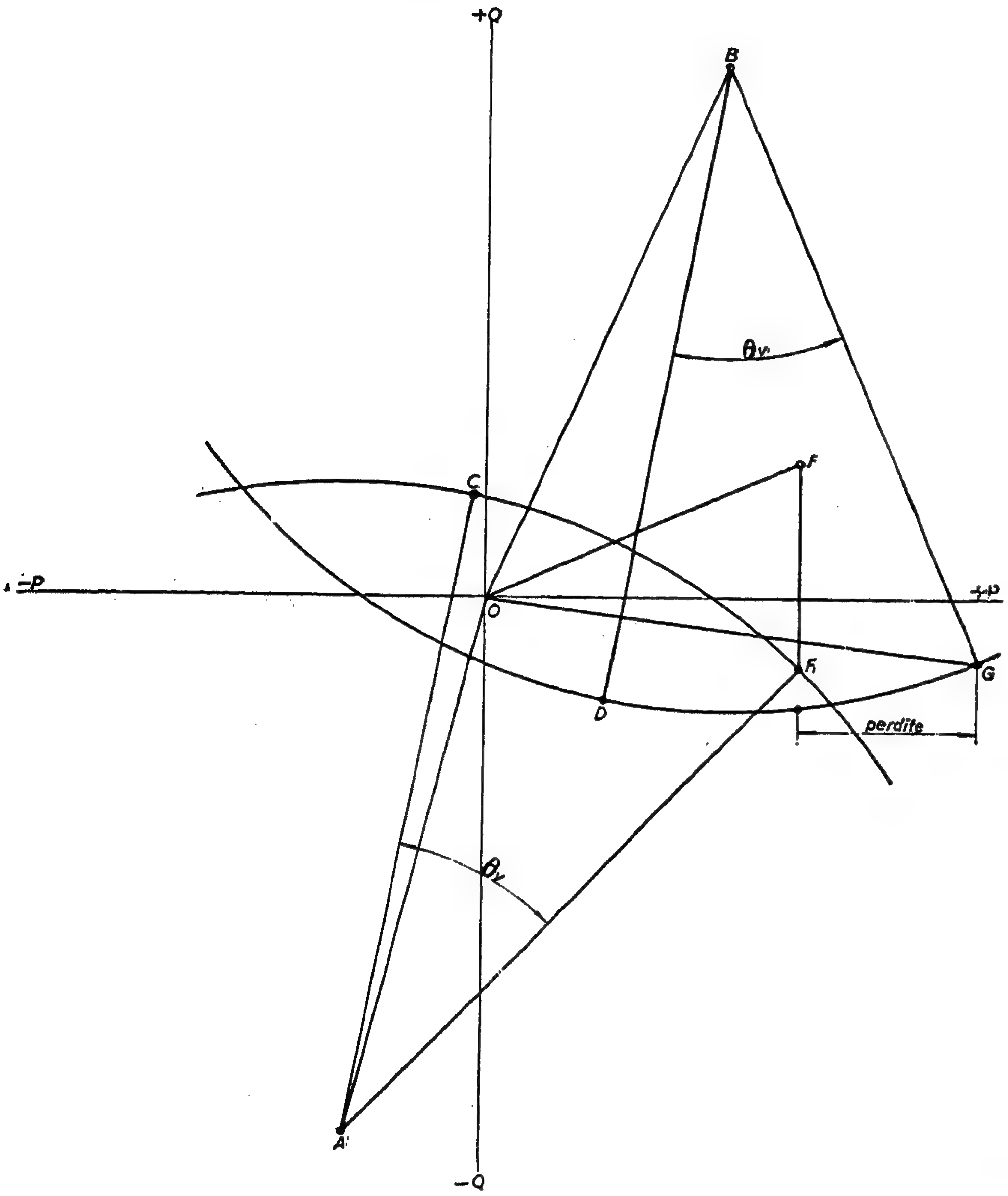


Fig. 4.

vettore $O G$ rappresenta il carico necessario in partenza per avere il carico $O F'$ in arrivo. La differenza delle ascisse dei due vettori ci dà la perdita.

PERDITE.

Questo sistema di misura delle perdite però non è molto preciso perchè si deve dedurre un piccolo valore come differenza di due valori molto grandi. Mr. C. F. Wagner ha invece studiato un metodo molto accurato, e in particolare modo adattabile al diagramma circolare.

Dalla (1) e (2) si deduce

$$P_g = l' E_g^2 - n E_r E_g (\text{sen } \theta_b \cos \theta_v - \cos \theta_b \text{ sen } \theta_v)$$

$$P_r = l E_r^2 + n E_r E_g (\text{sen } \theta_b \cos \theta_v + \cos \theta_b \text{ sen } \theta_v).$$

Ponendo $L = P_g - F_r$, ed eseguendo la sottrazione si ha

$$L = l E_r^2 + l' E_g^2 - 2 n E_r E_g \text{ sen } \theta_b \cos \theta_v. \qquad (6)$$

Anche questa espressione (6) è la formula di una circonferenza come rappresentata dalla figura 5, dalla quale si vede che il valore delle perdite è dato dal segmento $D V$ e che il carico al quale dette perdite si riferiscono è sempre determinato dall'angolo θ_v.

È logico allora pensare di utilizzare lo stesso diagramma circolare prendendo sul raggio $A C$ un segmento proporzionale ad $A V$. La proporzionalità è subito data dal rapporto dei raggi dei due cerchi cioè

$$\frac{2 n E_r E_g \text{ sen } \theta_b}{n E_r E_g} = 2 \text{ sen } \theta_b. \qquad (7)$$

Graduando il segmento $A V$ si potranno leggere direttamente su questo le perdite.

Dalla formula (6) risulta evidente che la costruzione per la misura delle perdite può farsi indifferentemente sul cerchio in arrivo o sul cerchio in partenza.

Si può dimostrare, ma tralascio la dimostrazione per brevità, che le condizioni di miglior funzionamento sono date dalla equazione

$$Q_r = -\frac{w}{2 v} E_r^2 \qquad (8)$$

se riferite al carico in arrivo, oppure riferendosi al carico in partenza,

$$Q_g = \frac{w'}{2 v'} E_g^2 \qquad (9)$$

Le equazioni (8) e (9) sono quelle di una retta parallela all'asse delle ascisse, e dicono che per il miglior rendimento della linea il carico reattivo deve essere costante a qualsiasi potenza, e pari al valore dato dalle (8) e (9) (*). È intuitivo che però la condizione di minimo di perdite non può essere rispettata nel caso di tensione costante ai due estremi della conduttura.

APPLICAZIONI SPECIALI DEL DIAGRAMMA CIRCOLARE.

Spiegando la costruzione del diagramma circolare ho già illustrato come va utilizzato il diagramma stesso per ricavare le condizioni di carico ad un estremo note quelle all'altro estremo. È stato anche detto come si possano ricavare le perdite. Per terminare credo interessante indicare tre altre applicazioni possibili del diagramma circolare.

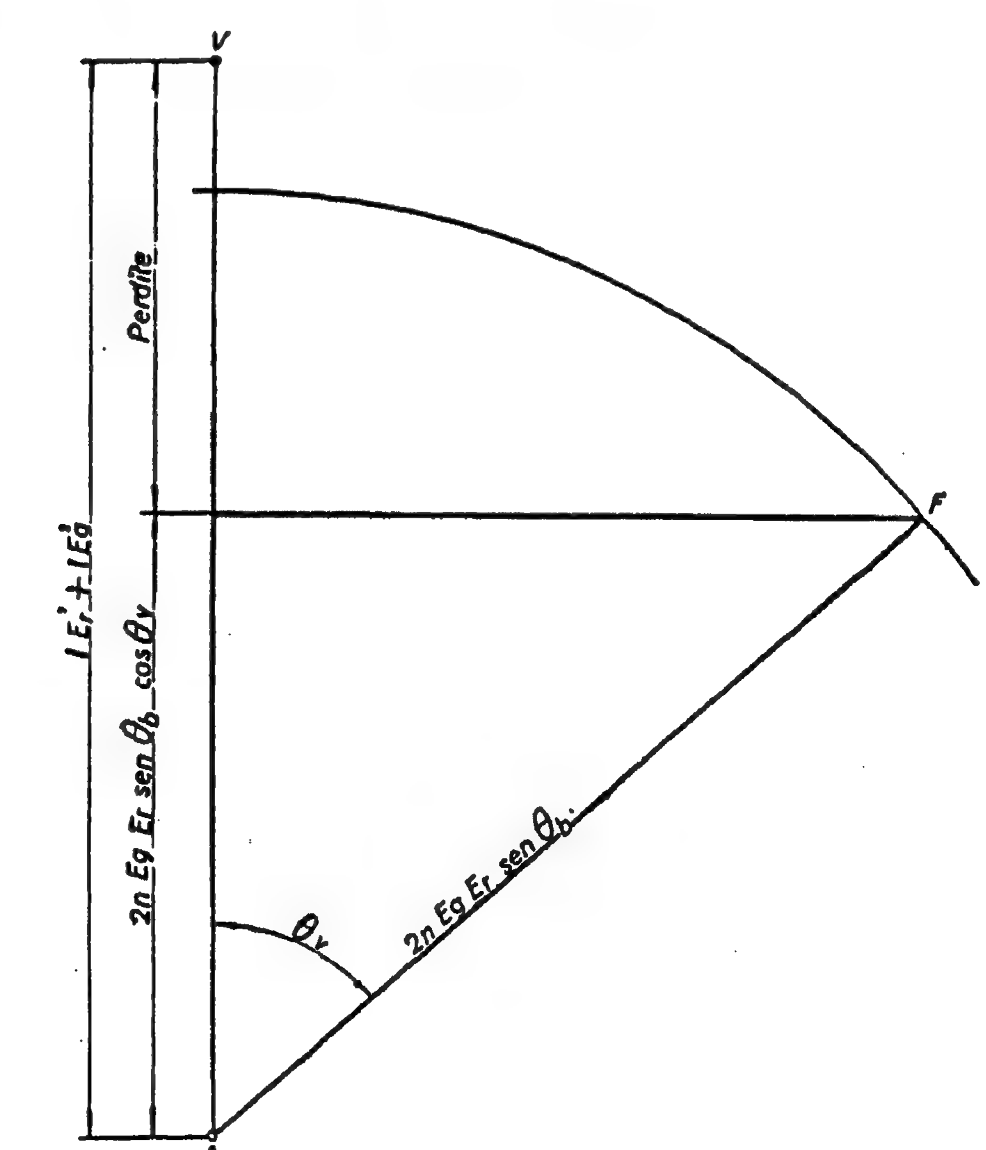


Fig. 5.

1º) Determinazione della tensione più opportuna ad uno degli estremi nota la tensione all'altro estremo; problema che si presenta sempre nello studio di una trasmissione.

Supponiamo nota la E_r e di aver già fissate le caratteristiche fisiche della linea, cioè la lunghezza, la sezione di conduttori e di conseguenza tutte le costanti elettriche.

(*) Cfr.: *L'Elettrotecnica*, anno 1927, n. 10, pag. 216.: Ing. C. PALESTRINO: « Determinazione del fattore di potenza di massimo rendimento ».

È possibile allora fissare sul diagramma il punto A, centro del cerchio in arrivo, e tracciare la linea di minime perdite. Ciò fatto fra le infinite circonferenze tracciabili con centro in A, e corrispondente alle infinite tensioni E_g, scelgo quelli che incontra la linea di minime perdite in corrispondenza del carico medio, o massimo da trasportarsi con la conduttura in istudio. È infatti evidente dalla figura 6 che, se il carico massimo da trasportarsi è 15.000 kW, e se per l'estremo trasmittente scelgo la tensione corrispondente ai cerchi 1) e 4) in nessuna condizione di esercizio sarà possibile raggiungere le condizioni di massimo rendimento mentre che, con la tensione corrispondente al cerchio 3), nelle condizioni di massimo carico sarà varificata la condizione di massimo rendimento. Se poi, come succede spesso in pratica, la stazione di partenza è una centrale dove è possibile variare la tensione degli alternatori, saranno scelti come valori massimi e minimi di tale tensione quelli corrispondenti ai cerchi 2) e 3) in modo da poter funzionare nelle condizioni di massimo rendimento per tutti i carichi compresi fra zero e 1500 kW.

È intuitivo poi che, scelto come condizione di funzionamento quella corrispondente al cerchio di raggio $A\,M$, la tensione Eg ricercata sarà data dalla espressione

$$E_g = \frac{A\,M}{n\,E_r} \qquad (10)$$

dove $n\,Er$ è noto per ipotesi.

2°) Determinazione delle condizioni di funzionamento ad un estremo note le condizioni all'altro estremo.

Nella precedente discussione si è sempre supposto noti e costanti i termini E_g e E_r. Nella pratica succede però spesso che uno solo di tali elementi è noto e costante (in genere la tensione alla sottostazione ricevente) mentre l'altro è ignoto e variabile col carico. In questo caso non è perciò possibile descrivere i due cerchi in arrivo e partenza, però, con un procedimento un po' più complesso, è possibile utilizzare il concetto

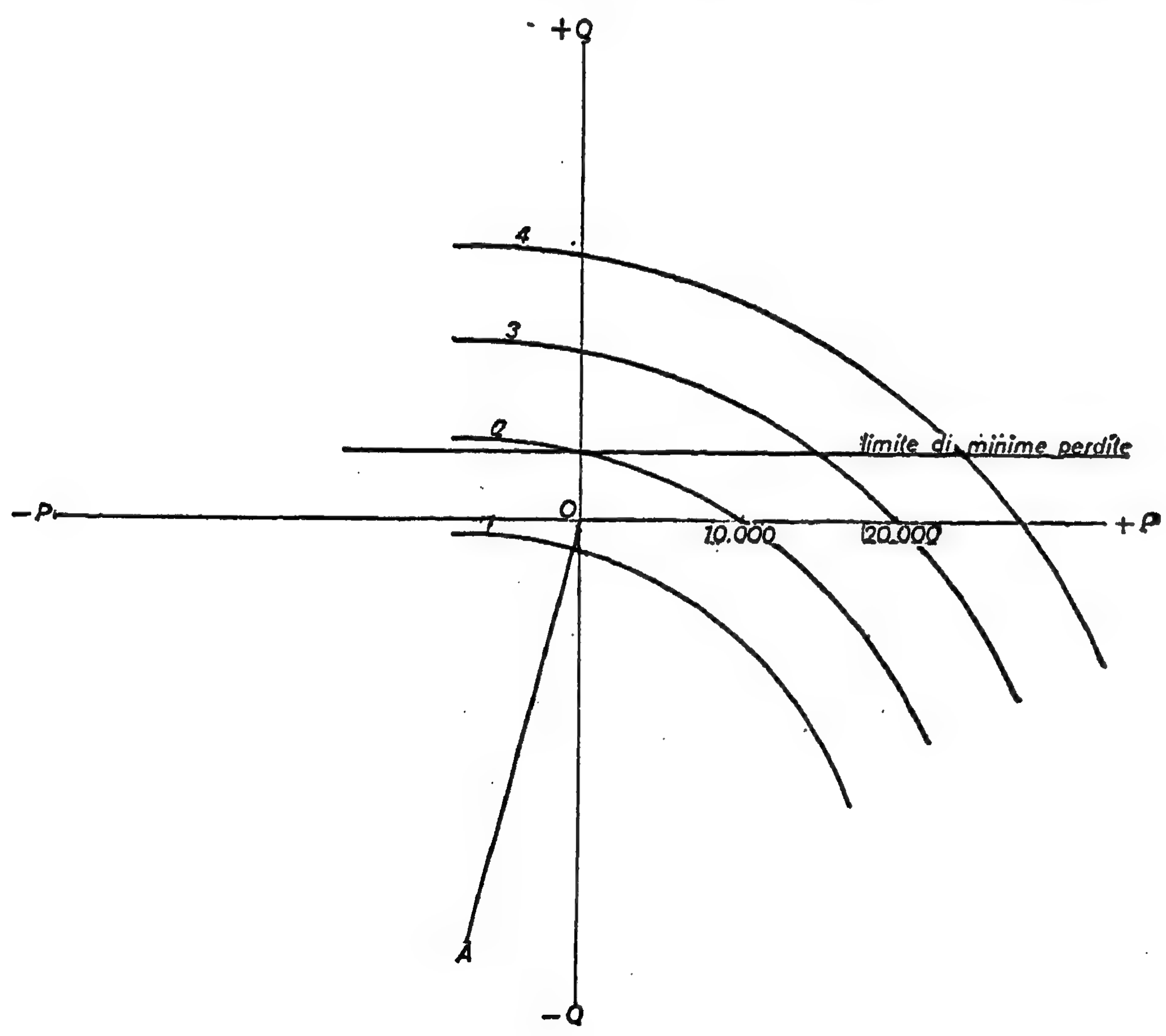


Fig. 6.

fondamentale del diagramma circolare per ritrovare tutti gli elementi ignoti.

Infatti essendo noti E_r e tutte le costanti della linea, sarà possibile, figura 7, determinare il punto A. centro del cerchio in arrivo, tracciare l'angolo θ_b e la retta lungo dei centri del diagramma in partenza.

Sia ora nella stazione in arrivo un carico corrispondente al vettore $O\,R$. Perchè siano possibili le condizioni di P_r e Q_r rappresentate da tale vettore, è evidente, da tutto quanto detto prima, che E_g deve essere tale che il prodotto $n\,E_g\,E_r$ dia un valore eguale ad $A\,R$, cioè in altre parole il punto R da solo determina già il raggio $A\,P$ del cerchio in arrivo e partenza, e l'angolo θ_v. Per costruire il diagramma in partenza manca

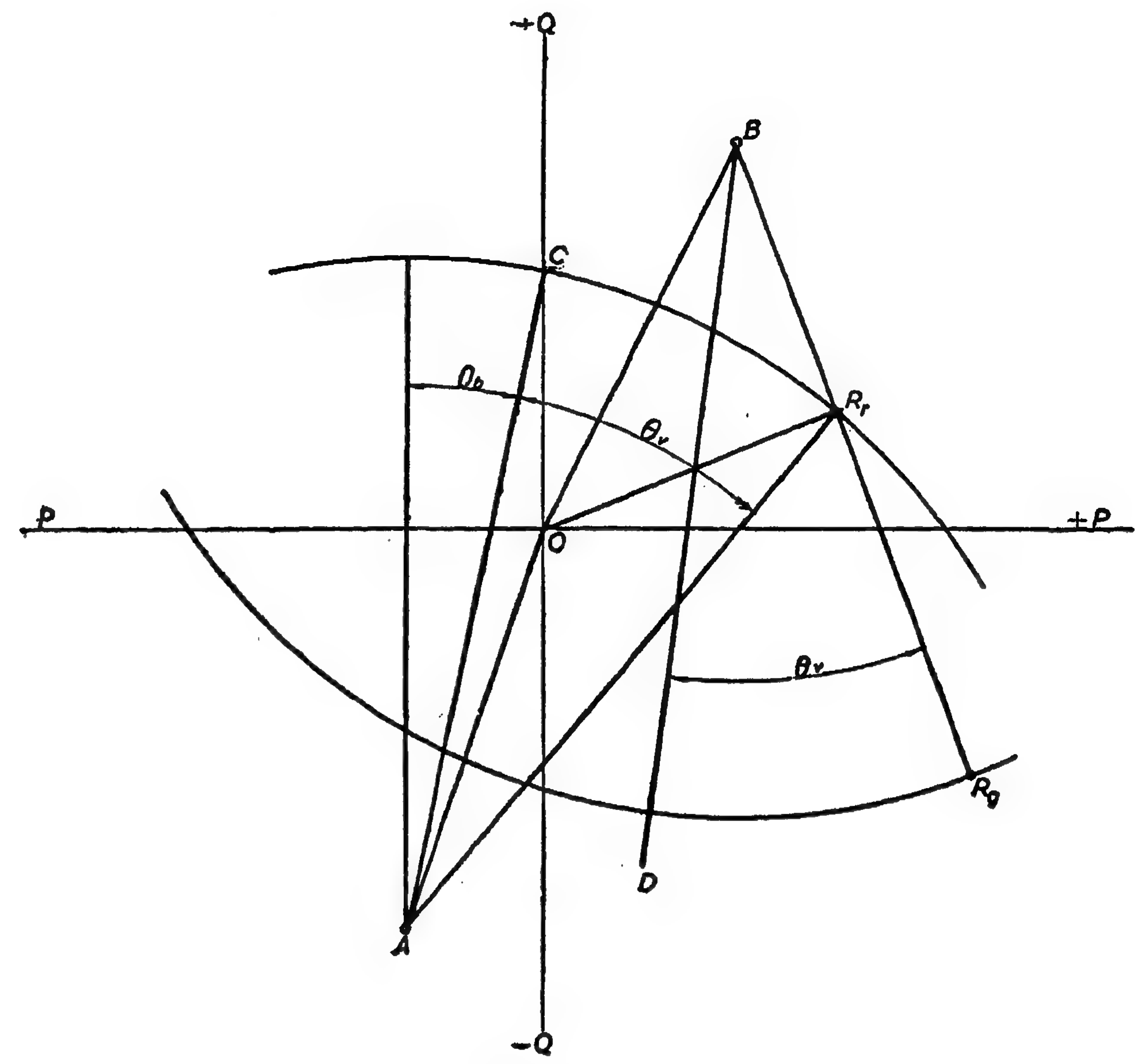


Fig. 7.

ora soltanto di conoscere le coordinate del centro del cerchio, oppure la distanza da questo centro dall'origine degli assi.

Osservo che tale distanza y è data da

$$y = E_g^2 \sqrt{m'^2 + l'^2}$$

ricordando la (10) si ha

$$y = \frac{\sqrt{m'^2 + l'^2}}{n_2\,E_r^2}\,\overline{A\,R}^2 \qquad (11)$$

equazione di una parabola che noi possiamo disegnare come in fig. 8.

Se in questo diagramma riportiamo sul compasso sull'asse delle ascisse un segmento uguale ad $A\,R$ l'ordinata della parabola in corrispondenza al punto R' così ottenuta ci dà la distanza y ricercata. Sempre riportando col compasso tale ordinata sulla linea dei centri del diagramma in partenza in figura 7,

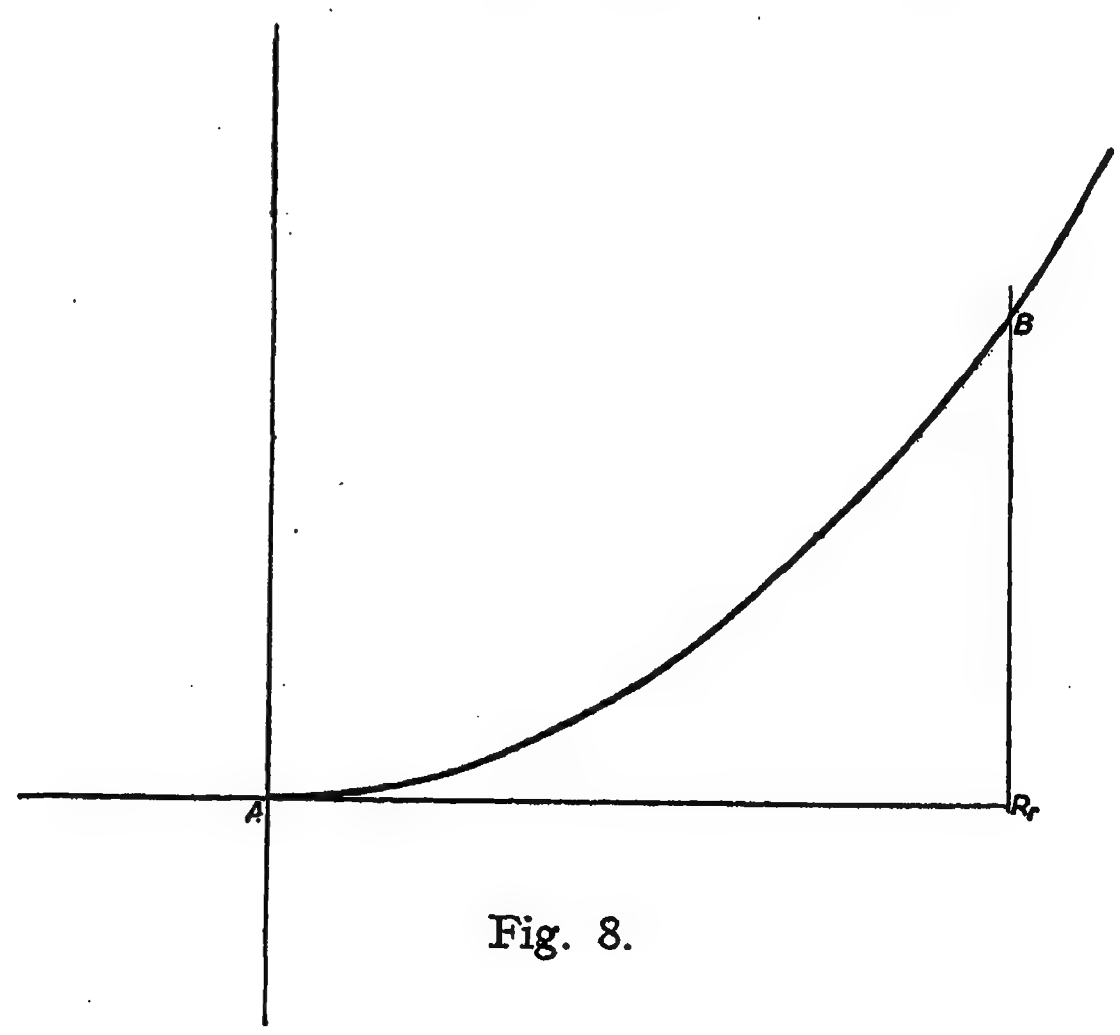


Fig. 8.

troviamo il punto$B$ facendo centro nel quale con raggio $A\,R$ si costruisce il diagramma in partenza. Conducendo infine da B il segmento $B\,D$ parallelo ad $A\,C$ abbiamo anche l'origine degli angoli θ_v. È completato così il diagramma in partenza che ci dà valori incogniti ricercati.

Non occorre dilungarci per mostrare che però in questo caso non è possibile costruire il diagramma delle perdite.

3°) Col diagramma circolare è facilissimo tracciare la curva dell'angolo di sfasamento dei due vettori E_r ed E_g. al variare del carico. Ciò deriva dal fatto che per ipotesi, e come meglio apparirà in appendice, si è supposto il vettore E_r coincidente con l'asse delle ascisse e si è fatta la posizione

$$\mathcal{E}_g = E_g\ (\cos\theta_v + j\ \text{sen}\ \theta_v)$$

Quindi l'angolo θ_v da l'angolo di sfasamento cercato.

AVVERTENZE.

I) Credo opportuno avvertire che, per tensioni basse e per linee molto brevi in rapporto alla tensione, il diagramma assume delle dimensioni notevoli, e riducendo la scala per contenere il diagramma stesso in proporzioni tollerabili, le grandezze diventano poco leggibili.

II) Tutti i calcoli sono fatti in base alle tensioni di fase E_r ed E_g., le potenze sono quindi tutte potenze di fase. Per avere la potenza complessiva trifase si può eseguire indifferentemente il calcolo con le tensioni concatenate o ridurre nel rapporto 1:3 tutta la scala del diagramma.

III) I risultati dei calcoli danno Watts; occorre quindi dividere tutto per mille per avere il diagramma in kW.

APPENDICE 1.

Nei circuiti normali a corrente alternata la potenza reale P e reattiva Q è data dal prodotto del vettore tensione, $\mathcal{E}$, per il coniugato del vettore corrente $\dot{J}$, (1), cioè

$$P + jQ = \mathcal{E}\,\dot{J} \qquad \text{(I)}$$

D'altra parte qualsiasi circuito elettrico può essere dal seguente sistema di equazioni

$$\mathcal{E}_g = \mathcal{A}\,\mathcal{E}_r + \mathcal{B}\,J_r \qquad \text{(II)}$$

$$J_g = \mathcal{D}\,J_r + \mathcal{G}\,\mathcal{E}_r \qquad \text{(III)}$$

$$\mathcal{A}\,\mathcal{E} - \mathcal{B}\,\mathcal{G} = 1 \qquad \text{(IV)}$$

dalle quali si ricavano

$$\mathcal{E}_r = \mathcal{D}\,\mathcal{E}_g - \mathcal{B}\,J_g \qquad \text{(V)}$$

$$J_r = \mathcal{A}\,J_g - \mathcal{G}\,\mathcal{E}_g \qquad \text{(V bis)}$$

$$J_r = \mathcal{E}_g \times \frac{1}{\mathcal{B}} - \mathcal{E}_r \frac{\mathcal{A}}{\mathcal{B}} \qquad \text{(VI)}$$

$$J_g = \mathcal{E}_g \times \frac{\mathcal{D}}{\mathcal{B}} - \mathcal{E}_r \left(\frac{\mathcal{A}\mathcal{D} - \mathcal{B}\mathcal{G}}{\mathcal{B}}\right) \qquad \text{(VII)}$$

le coniugate delle due ultime sono

$$\dot{J}_g = \dot{\mathcal{E}}_g \times \frac{1}{\dot{\mathcal{B}}} - \dot{\mathcal{E}}_r \times \frac{\dot{\mathcal{A}}}{\dot{\mathcal{B}}} \qquad \text{(VI bis)}$$

$$\dot{J}_g = \dot{\mathcal{E}}_g \times \frac{\dot{\mathcal{D}}}{\dot{\mathcal{B}}} - \dot{\mathcal{E}}_r \times \frac{\dot{\mathcal{A}}\dot{\mathcal{D}} - \dot{\mathcal{B}}\dot{\mathcal{G}}}{\dot{\mathcal{B}}} \qquad \text{(VII bis)}$$

Se noi sostituiamo questi valori nelle due espressioni

$$P_r + j\,Q_r = \mathcal{E}_r\,\dot{J}_r$$

$$P_g + j\,Q_g = \mathcal{E}_g\,\dot{J}_g$$

abbiamo le seguenti formule

$$P_r + j\,Q_r = \mathcal{E}_r\,\dot{\mathcal{E}}_g \frac{1}{\dot{\mathcal{B}}} - \mathcal{E}_r\,\dot{\mathcal{E}}_r \frac{\dot{\mathcal{A}}}{\dot{\mathcal{B}}} \qquad \text{(VIII)}$$

$$P_g + j\,Q_g = \mathcal{E}_g\,\dot{\mathcal{E}}_r \frac{\dot{\mathcal{D}}}{\dot{\mathcal{B}}} - \mathcal{E}_g\,\dot{\mathcal{E}}_r \frac{\dot{\mathcal{A}}\dot{\mathcal{D}} - \dot{\mathcal{B}}\dot{\mathcal{G}}}{\dot{\mathcal{B}}} \qquad \text{(IX)}$$

Se nella formula VIII consideriamo il vettore $\mathcal{E}_r$ coincidente con l'asse delle ascisse allora $\mathcal{E}_r = \dot{\mathcal{E}} = E_r$ e $\mathcal{E}_g = E_g\ (\cos\theta_v + j\ \text{sen}\ \theta_v)$. Ricordo poi che $\mathcal{E}_r\,\dot{\mathcal{E}}_r = E_r^2$ e $\mathcal{E}_g\,\dot{\mathcal{E}}_g = E_g^2$ ed infine che $\dot{\mathcal{E}}_g = E_g\ (\cos\theta_v - j\ \text{sen}\ \theta_v)$, e che (III)

$$\dot{\mathcal{A}}\dot{\mathcal{D}} - \dot{\mathcal{B}}\dot{\mathcal{G}} = 1$$

Allora le VIII e IX diventano:

$$P_r + j\,Q_2 = E_r\,E_g\ (\cos\theta_v - j\ \text{sen}\ \theta_v)\ \frac{1}{b_1 - j\,b_2} - E_r^2\,\frac{a_1\,j\,a_2}{b_1 - j\,b_2}$$

$$= E_r\,E_g\ (\cos\theta_v - j\ \text{sen}\ \theta_v)\ \frac{b_1 + j\,b_2}{b_1^2 + b_2^2} - E_r^2\,\frac{(a_1 - j\,a_2)\,(b_1 + j\,b_2)}{b_1^2 + b_2^2}$$

$$= E_r\,E_g\ (\cos\theta_v - j\ \text{sen}\ \theta_2)\ \frac{1}{\sqrt{b_1^2 + b_2^2}} \left[\frac{b_1}{\sqrt{b_1^2 + b_2^2}} + \right.$$

$$\left. + j\,\frac{b_2}{\sqrt{b_1^2 + b_2^2}}\right] - E_r^2 \left[\frac{a_1\,b_1 + a_2\,b_2}{b_1^2 + b_2^2} + j\,\frac{a_1\,b_2 - a_2\,b_1}{b_1^2 + b_2^2}\right]$$

$$= E_r\,E_g\ (\cos\theta_v\ j\ \text{sen}\ \theta_v)\ n\ [\text{sen}\ \theta_b + j\cos\theta_b] - E_r^2\ (l + j\,m) \qquad (1)$$

$$E_g + j\,Q_g = E_g^2\,\frac{d_1 - j\,d_2}{b_1 - j\,b_2} - Eg\ (\cos\theta_v - j\ \text{sen}\ \theta_v)\ E_r\,\frac{1}{b_1 - j\,b_2} =$$

$$= E_g^2\,\frac{(d_1 - j\,d_2)\ (b_1 + j\,b_2)}{b_1^2 + b_2^2} - E_g\ (\cos\theta_v - j\ \text{sen}\ \theta_2)\ E_r\,\frac{b_1 + j\,b_2}{b_1^2 + b_2^2}$$

$$= E_g^2\,\frac{d_1\,b_1 + d_2\,b_2 + j\,(d_1\,b_2 - d_2\,b_1)}{b_1^2 + b_2^2} - E_g\,E_r\ (\cos\theta_v - j\ \text{sen}\ \theta_v)$$

$$\frac{1}{\sqrt{b_1^2 + b_2^2}} \left[\frac{b_1}{\sqrt{b_1^2 + b_1^2}} + j\,\frac{b_2}{\sqrt{b_1^2 + b_2^2}}\right]$$

$$= E_g^2\ (l' + j\,m') - n\,E_g\,E_r\ (\cos\theta_v - j\ \text{sen}\ \theta_v)\ (\text{sen}\ \theta_v + j\cos\theta_v) \qquad (2)$$

Si sono ritrovate così le formule (1) e (2) che hanno servito di base alla discussione sul diagramma circolare.

APPENDICE 2. – *Diagramma circolare per la corrente.*

È interessante fare rilevare, per chi desidera avere anche un diagramma delle correnti in arrivo e in partenza, che sviluppando le formule (VI) e (VII), come fatto in precedenza nell'appendice 1) per le (VIII) e (IX), si arriva a questi risultati finali:

$$I_r = n\,E_g\ (\text{sen}\ \theta_b - j\cos\theta_b)\ (\cos\theta_v + j\ \text{sen}\ \theta_v) - \\ - (l - j\,m)\ E_r \qquad \text{(X)}$$

$$I_g = -\,n\,E_r\ (\text{sen}\ \theta_b - j\cos\theta_b)\ (\cos\theta_v - j\ \text{sen}\ \theta_v) + \\ + (l' - j\,m')\ E_g \qquad \text{(XI)}$$

Queste due espressioni sono del tutto simili alle (1) e (2); è pertanto facile vedere ripetendo tutte le considerazioni fatte sulla (1) e (2) che anche le X e XI sono le equazioni di un cerchio e che si può quindi costruire un diagramma circolare per le correnti che risulta come in fig. 9 e per il quale si possono fare tutte le considerazioni già fatte in precedenza per il diagramma delle potenze.

APPENDICE 3. – *Calcolo delle costanti $\mathcal{A}\ \mathcal{B}\ \mathcal{G}\ \mathcal{D}$ per il caso di linee assimmetriche.*

L'espressione generale di un circuito elettrico omogeneo e normale è data dalle equazioni generali (II), (III) e (IV) dell'appendice 1 che per comodità qui si ripetono

$$\mathcal{E}_g = \mathcal{A}\,\mathcal{E}_r + \mathcal{B}\,J_r \qquad \text{(II)}$$

$$J_g = \mathcal{D}\,J_r + \mathcal{G}\,\mathcal{E}_r \qquad \text{(III)}$$

$$\mathcal{A}\mathcal{D} - \mathcal{B}\mathcal{G} = 1 \qquad \text{(IV)}$$

D'altra parte le equazioni generali di una conduttura elettrica simmetrica sono date dalle formule fondamentali:

(1) Cfr.: *L'Elettrotecnica*, n. 36, anno 1925, pag. 1018. Ing. E. BOTTANI: «La moderna matematica dei circuiti trifasi», paragrafo 45.

$$\mathcal{E}_g = \mathcal{E}_r \cosh \sqrt{\mathcal{Z} J} + I\, \frac{\mathcal{Z} \operatorname{senh} \sqrt{\mathcal{Z} Y}}{\sqrt{\mathcal{Z} Y}} \qquad \text{(XII)}$$

$$I_g = I_r \cosh \sqrt{Y \mathcal{Z}} + \mathcal{E}_r\, \frac{Y \operatorname{senh} \sqrt{\mathcal{Z} Y}}{\sqrt{\mathcal{Z} Y}} \qquad \text{(XIII)}$$

Confrontando le prime con le seconde si deducono le formule già date in principio per le costanti $\mathcal{A}, \mathcal{B}, \mathcal{C}$ nel caso di linee

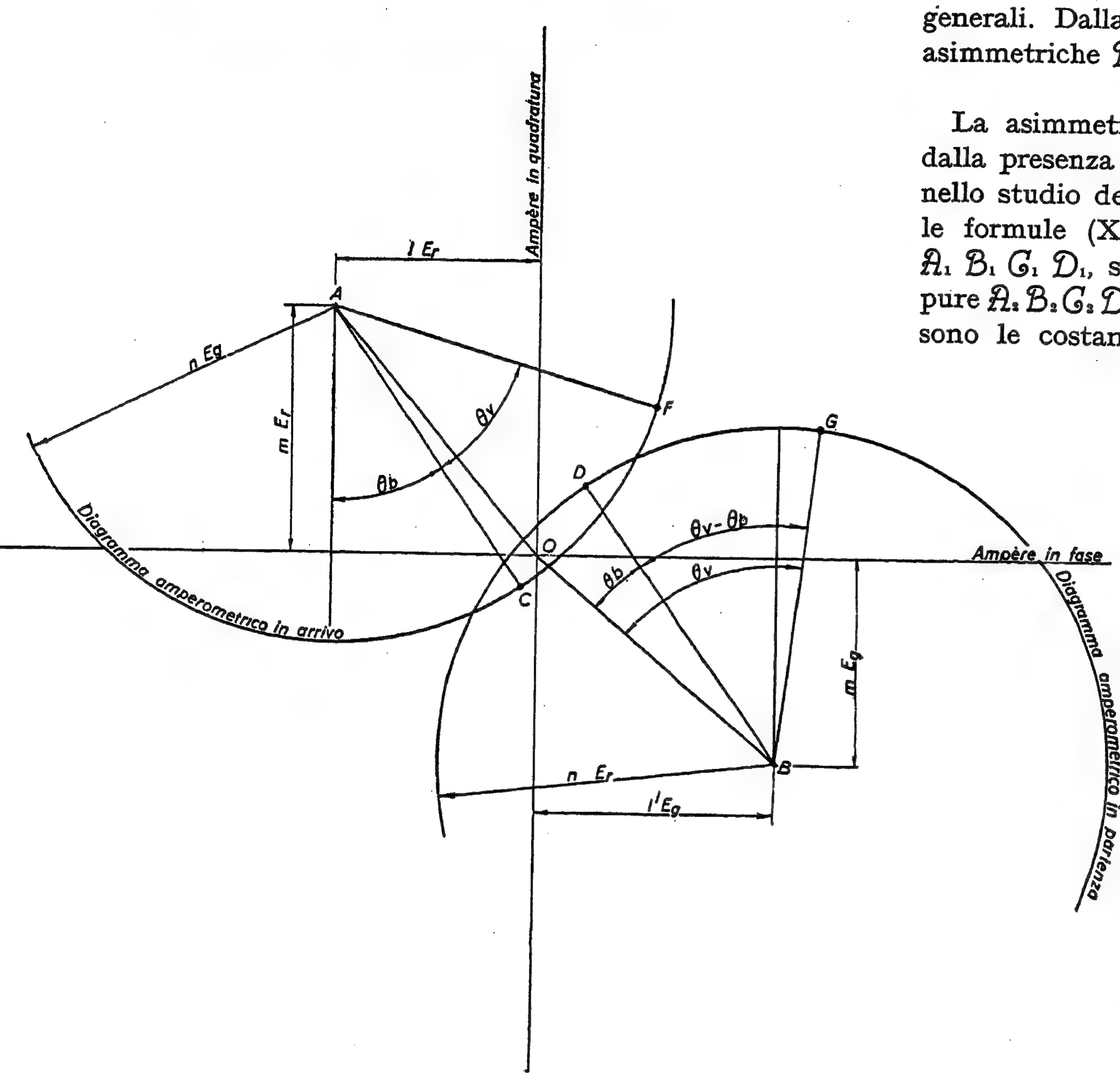


Fig. 9.

simmetriche, e per la costante $\mathcal{D}$ risulta dimostrata lasua eguaglianza con $\mathcal{A}$.

Se invece si deve calcolare una linea asimmetrica, cioè composta di tronchi differenti per ogni tronco simmetrico avremo dei gruppi costanti $\mathcal{A}_1\ \mathcal{B}_1\ \mathcal{C}_1$; $\mathcal{A}_2\ \mathcal{B}_2\ \mathcal{C}_2$; $\mathcal{A}_3\ \mathcal{B}_3\ \mathcal{C}_3$; ect., ma sono ignoto le costanti complessive del circuito $\mathcal{A}$. $\mathcal{B}$. $\mathcal{C}$. $\mathcal{D}$.

Supponiamo per ora che i tronchi siano due cioè la conduttura abbia uno schema come indicato in figura 10.

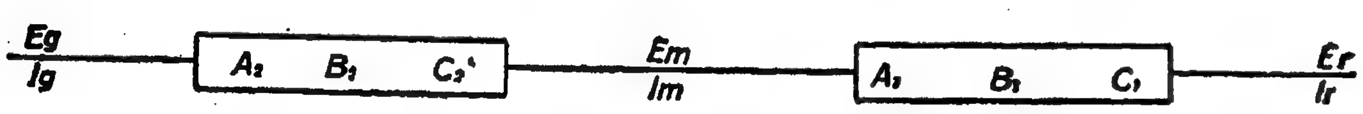


Fig 10.

Per il primo tronco avremo

$$\mathcal{E}_m = \mathcal{A}_1\, \mathcal{E}_r + \mathcal{B}_1\, \mathcal{J}_r$$
$$\mathcal{J}_m = \mathcal{C}_1\, \mathcal{E}_r + \mathcal{A}_1\, \mathcal{J}_r$$

e per il secondo tronco

$$\mathcal{E}_g = \mathcal{A}_2\, \mathcal{E}_m + \mathcal{B}_2\, \mathcal{J}_m$$
$$\mathcal{J}_g = \mathcal{C}_2\, \mathcal{E}_m + \mathcal{A}_2\, \mathcal{J}_m$$

eliminando dalle quali $\mathcal{E}_m$ ed $\mathcal{J}_m$ si ottiene

$$\mathcal{E}_g = (\mathcal{A}_1 \mathcal{A}_2 + \mathcal{B}_1 \mathcal{C}_1)\, \mathcal{E}_r + (\mathcal{A}_2 \mathcal{B}_1 + \mathcal{A}_1 \mathcal{B}_2)\, \mathcal{J}_r$$
$$\mathcal{J}_g = (\mathcal{A}_1 \mathcal{C}_2 + \mathcal{A}_2 \mathcal{C}_1)\, \mathcal{E}_r + (\mathcal{B}_1 \mathcal{C}_2 + \mathcal{A}_1 \mathcal{A}_2)\, \mathcal{J}_r$$

Le costanti generali del circuito complessivo assimmetrico sono allora

$$\mathcal{A} + \mathcal{A}_1 \mathcal{A}_2 + \mathcal{B}_1 \mathcal{C}_1 \qquad \text{(XIV)}$$
$$\mathcal{B} = \mathcal{A}_2 \mathcal{B}_1 + \mathcal{A}_1 \mathcal{B}_2 \qquad \text{(XV)}$$
$$\mathcal{C} = \mathcal{A}_1 \mathcal{C}_2 + \mathcal{A}_2 \mathcal{C}_1 \qquad \text{(XVI)}$$
$$\mathcal{D} = \mathcal{B}_1 \mathcal{C}_2 + \mathcal{A}_1 \mathcal{A}_2 \qquad \text{(XVII)}$$

È evidente che se i tronchi sono più di due basta ripetere l'operazione suddetta per tutti i gruppi, per avere le costanti generali. Dalla formula (XVII) risulta anche che per linee asimmetriche $\mathcal{D} \neq \mathcal{A}$.

La asimmetricità della conduttura può essere anche data dalla presenza di trasformatori di cui si voglia tenere calcolo nello studio della conduttura. In questo caso valgono ancora le formule (XIV), (XV), (XVI), (XVII), dove le costanti $\mathcal{A}_1\ \mathcal{B}_1\ \mathcal{C}_1\ \mathcal{D}_1$, se il trasformatore è alla stazione ricevente, oppure $\mathcal{A}_2\ \mathcal{B}_2\ \mathcal{C}_2\ \mathcal{D}_2$, se il trasformatore è alla stazione trasmittente, sono le costanti del circuito equivalente del trasformatore; e cioè detta $\mathcal{Z}_t$ l'impedenza del trasformatore e Y_t la sua ammettenza

$$\mathcal{A} = 1 + \frac{\mathcal{Z}_t\, Y_t}{2}$$
$$\mathcal{B} = \mathcal{Z}\left(1 + \frac{\mathcal{Z}\, Y}{1}\right)$$
$$C = Y$$
$$D = 1 + \frac{\mathcal{Z}_t\, Y_t}{2} = \mathcal{A}$$

Qualora si volesse trascurare l'ammettenza, non potendosi mantenere questa costante ai vari carichi ed alle varie tensioni, basta mettere nelle formule su indicate $Y = 0$.

Le costanti generali possono allora essere così semplificate: Chiamando $\mathcal{A}_1\ \mathcal{B}_1\ \mathcal{C}_1$ le costanti della linea

trasformatori situati in partenza	trasformatori situati in arrivo
$\mathcal{A} = \mathcal{A}_1 + \mathcal{C}_1\, \mathcal{Z}_{tr}$	$\mathcal{A} = \mathcal{A}_1$
$\mathcal{B} = \mathcal{B}_1 + \mathcal{A}_1\, \mathcal{Z}_{tr}$	$\mathcal{B} = \mathcal{B}_1 + \mathcal{A}_1\, \mathcal{Z}_{tr}$
$\mathcal{C} = \mathcal{C}_1$	$\mathcal{C} = \mathcal{C}_1$
$\mathcal{D} = \mathcal{A}_1$	$\mathcal{D} = \mathcal{A}_1 + \mathcal{C}_1\, \mathcal{Z}_{tr}$

APPENDICE 4. – *Esempio pratico.*

A titolo di esempio credo interessante riportare il calcolo ed il diagramma per una rete a 130 kV costituita come risulta dalla fig. 11 e cioè:

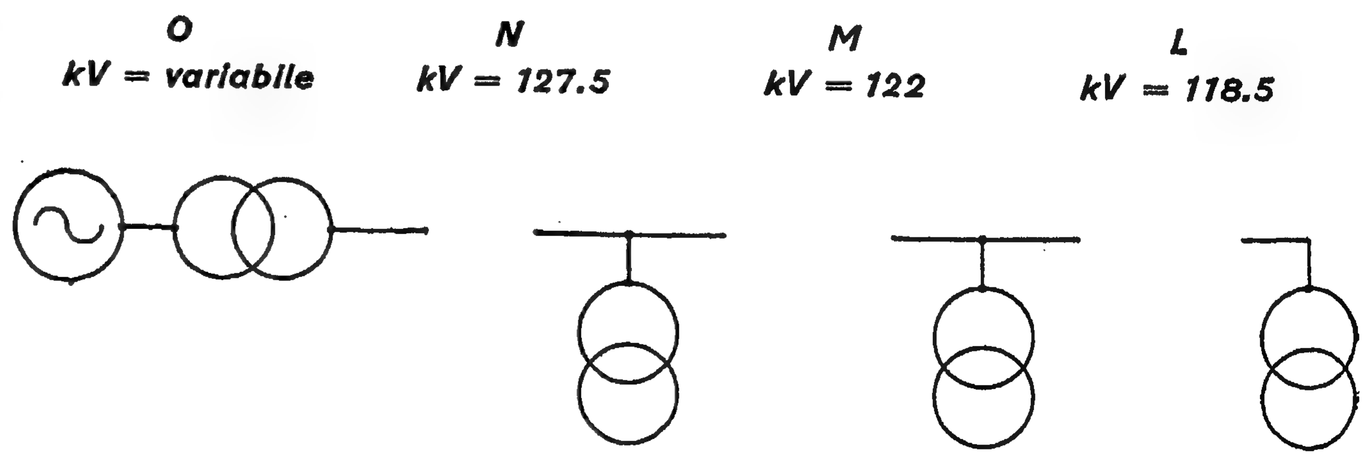


Fig. 11.

costituita di 3 tronchi simmetrici. Però nel calcolo della rete si sono tenuti conto dei trasformatori in arrivo all'estremità ricevente L e all'estremità generatrice O. Così che in pratica il calcolo va fatto per una linea simmetrica $N\ M$ e per due linee asimmetriche. Nei punti $L\ M$ ed N, nei quali sono derivate sottostazioni di trasformazione, la tensione deve essere mantenuta costante, alla centrale generatrice O invece la tensione può variare col carico.

TABELLA 2.

	Linea		
	L — M	M — N	N — O
$\mathcal{Z}$ = impedenza della linea	$13 + j\ 24$	$26 + j\ 55$	$18 + j\ 39$
Y = ammettenza della linea	$+ j\ 0.000138$	$+ j\ 0.00033$	$+ j\ 0.00024$
$\mathcal{Z}_t$ = impedenza dei trasformatori	$2.52 + j\ 32.$—	—	$1.8 + j\ 38$
Costanti generali della sola linea			
$\mathcal{A}_1 = a'_1 + j\,a'_2 = 1 + \frac{Y\mathcal{Z}}{2\,!} + \frac{Y^2\mathcal{Z}^2}{4\,!} + ...$	$0.998344 + j\ 0.000897$	$0.990935 + j\ 0.004277$	$0.995322 + j\ 0.002157$
$\mathcal{B}_1 = b'_1 + b'_2 = \mathcal{Z}\left(1 + \frac{Y\mathcal{Z}}{3\,!} + \frac{Y^2\mathcal{Z}^2}{5\,!} + ...\right)$	$12.985648 + j\ 23.990639$	$25.842862 + j\ 54.870863$	$17.943840 + j\ 38.952120$
$\mathcal{C}_1 = c'_1 + j\,c'_2 = Y\left(1 + \frac{Y\mathcal{Z}}{3\,!} + \frac{Y^2\mathcal{Z}^2}{5\,!} + ...\right)$	$j\ 0.000138$	$+ j\ 0.000329$	$+ j\ 0.000239$
Costanti generali del circuito (linea + trasformatori)			
$\mathcal{A} = a_1 + j\,a_2 = \mathcal{A}_1$ oppure $\mathcal{A}_1 + \mathcal{C}_1\mathcal{Z}_t$	$0.998344 + j\ 0.000897$	$0.990935 + j\ 0.004277$	$0.986202 + 0.002589$
$\mathcal{B} = b_1 + j\,b_2 = \mathcal{B}_1 + \mathcal{A}_1\mathcal{Z}_t$	$15.472770 + j\ 55.939698$	$25.842862 + j\ 54.870863$	$19.653453 + j\ 76.778238$
$\mathcal{C} = c_1 + j\,c_2 = \mathcal{C}_1$	$+ j\ 0.000138$	$+ j\ 0.000329$	$+ j\ 0.000239$
$\mathcal{D} = d_1 + j\,d_2 = \mathcal{A}_1 + \mathcal{C}_1\mathcal{Z}_t$ oppure $= \mathcal{A}_1$	$0.993928 + j\ 0.001244$	$0.990935 + j\ 0.00427$	$0.995322 + j\ 0.002157$
$l = \frac{a_1 b_1 + a_2 b_2}{b_1^2 + b_2^2}$	0.0046	0.007025	0.003117
$m = \frac{a_1 b_2 - a_2 b_1}{b_1^2 + b_2^2}$	0.016574	0.014750	0.012046
$l' = \frac{d_1 b_1 + d_2 b_2}{b_1^2 + b_2^2}$	0.004586	0.007025	0.003140
$m' = \frac{d_1 b_2 - d_2 b_2}{b_1^2 + b_2^2}$	0.016499	0.014750	0.012158
$n = \frac{1}{\sqrt{b_1^2 + b_2^2}}$	0.017229	0.016487	0.126177
$\text{sen}\,\theta_b = \frac{b_1}{\sqrt{b_1^2 + b_2^2}}$	0.259126	0.4262	0.2479
V_r = tensione concatenata in arrivo Volt	118.500	122.000	127.500
V_g = » » » partenza Volt	122.000	127.500	variabile
Coordinate del centro del diagramma in arrivo:			
$Y_r^2\,(l + j\,m')\,\frac{1}{1000}$	$64593 + j\ 232734$	$104560 + j\ 219539$	$50670 + j\ 196422$
Coordinate del centro del diagramma in partenza:			
$V_g^2\,(l' + j\,m')\,\frac{1}{1000}$	$68253 + j\ 245559$	$114200 + j\ 239779$	variabile
Raggio del cerchio del diagramma $n\,V_r\,V_g$	249078	256455	»
Semicorda sottesa dall'angolo θ_b su tale cerchio $n\,V_r\,V_g\ \text{sen}\,\theta_b$	64542	109306	—
Costante della parabola per costruire il cerchio in partenza $= \frac{\sqrt{m'^2 + l'^2}}{n_2\,V_r^2}$	—	—	0.000.00485

I risultati dei calcoli sono riassunti nella tabella 2 ed i diagrammi sono raggruppati nell'unica figura n. 12 in modo che risulti la grande praticità del diagramma il quale permette zione, esempio che complicherebbe troppo il diagramma. Mi auguro però di essere stato sufficentemente chiaro nell'esposizione in modo che il lettore possa orientarsi egualmente bene.

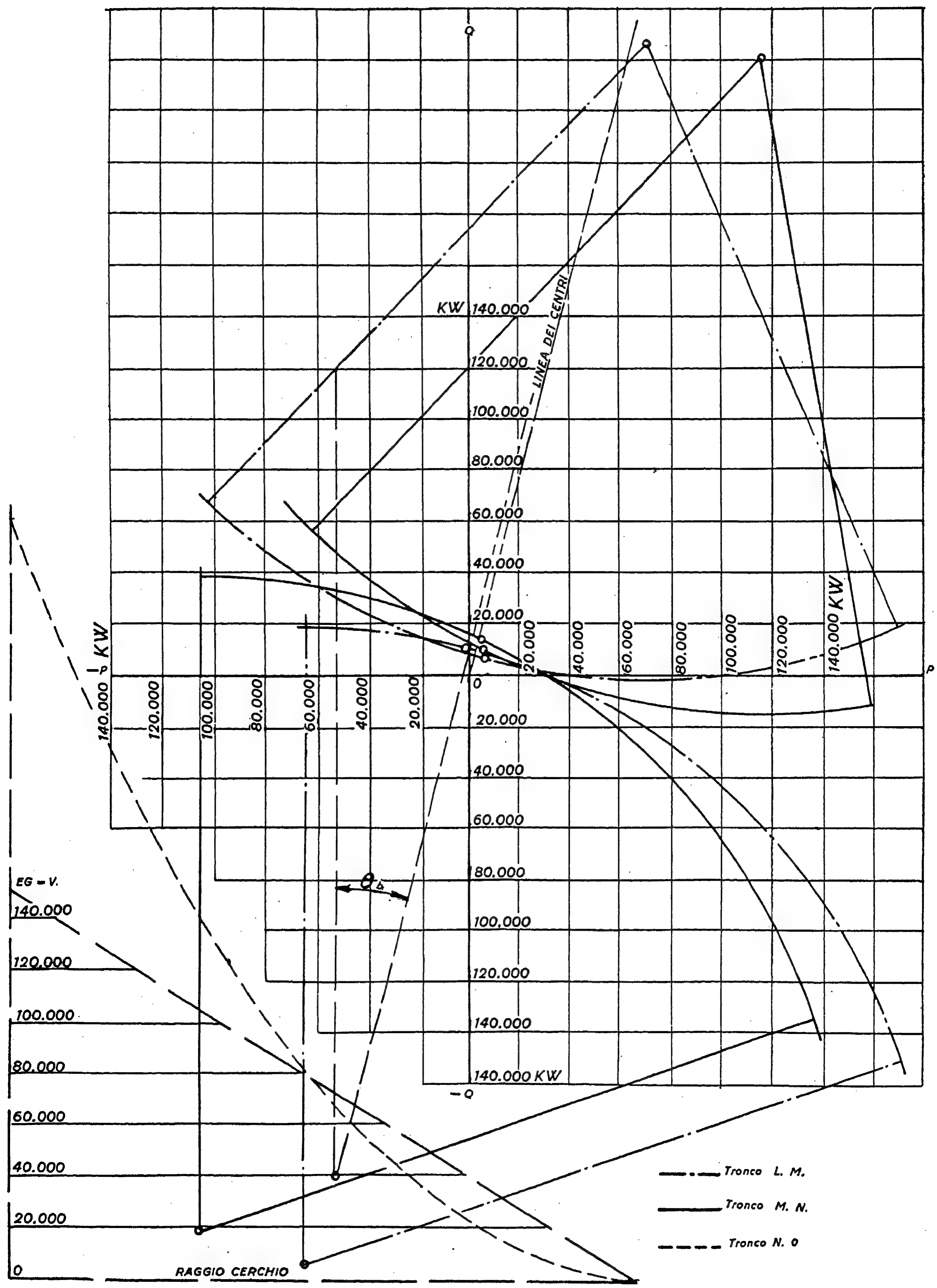


Fig. 12.

di risalire con l'uso di un semplice compasso, dal carico dell'officina *L* a quello dell'officina *M*, e da questo, aggiungendo se si vuole il carico derivato in *M*, e stabilendo la necessaria regolazione dei sincroni, alle condizioni corrispondenti alla officina *N* e alla centrale *O*.

Ragioni tipografiche imposte dalla Rivista non mi hanno permesso di presentare il diagramma in maggior grandezza come avrei voluto, e di dare un esempio pratico di tale applica-

Sempre per non complicare la figura ho dovuto rinunziare a completare il diagramma colla scala delle perdite e mi sono permesso qualche libertà nel fissare i punti origine degli angoli θ_v in modo che tali punti non si sovrapponessero confondendo il disegno.

Milano, febbraio 1930.

Leonardo Maggi.

ING. ETTORE CESÀRI

DIRETTORE DELL' « UNIONE NAZIONALE FASCISTA INDUSTRIE ELETTRICHE »

L'industria elettrica all'estero

Egitto

Caratteri dell'industria.

L'elettrificazione dell'Egitto è stata da tempo iniziata tanto da privati che da Enti pubblici: e più precisamente da Imprese esercenti la distribuzione o linee tramviarie, da Municipi sotto gli auspici del Ministero dei Servizi Comunali e dal Ministero dei Lavori Pubblici. Anche il Ministero delle Comunicazioni se ne è negli ultimi tempi interessato.

Fra le Imprese private primeggia la Ditta Lebon & C. di Parigi che possiede Centrali e distribuisce al Cairo, ad Alessandria ed a Porto Said: in quest'ultima città la Compagnia del Canale di Suez possiede pure una Centrale per proprio uso. Le Imprese tramviarie hanno tutte Centrali proprie, e così il Zuccherificio di Komombo. Vi sono poi numerosissimi impianti autonomi per l'irrigazione.

Gli impianti municipali sono 24; tre sono in costruzione per conto del Ministero dei LL. PP. In tutto le Centrali, comprendendovi le tre tramviarie, sono 36, delle quali una sola idraulica.

Il Governo Egiziano ha fatto eseguire studi per la completa elettrificazione del paese, basandosi principalmente sulle forze idrauliche del Nilo: la maggior preoccupazione è quella di avere disponibile energia per i sollevamenti d'acqua per l'irrigazione di vaste zone dove non può giungere naturalmente l'acqua delle piene del Nilo. Numerose offerte furono fatte da Ditte private in proposito, senza che finora si sia ancora presa alcuna decisione.

Risorse naturali.

Erodoto, 24 secoli or sono, scrisse che « l' Egitto è un dono del Nilo », E la frase è oggi più vera che mai.

La situazione fisica dell'Egitto e del Sudan è delle più strane. Paese senza pioggia (al Cairo non si hanno d'ordinario più di 5 o 6 giorni all'anno di pioggia, con una precipitazione media annua di 32 mm.), quasi desertico, esso vive per la presenza del Nilo in una stretta zona lungo le sue sponde, e particolarmente nel Delta. Da parecchie decine di secoli l'uomo ha cercato di regolare e sfruttare le acque di piena del gran fiume, e forse è là che l'idraulica è nata, come certamente, e per la stessa ragione, vi è nata la geometria. Il corso del Nilo, a partire dal Lago Vittoria Nyanza fino al Mediterraneo ha uno sviluppo di 6500 km., ed è superato in lunghezza solo dal Mississipi, e per poco: i giganteschi serbatoi, veri mari interni, che gli dànno origine ed alcuni dei suoi affluenti gli assicurano una portata minima di 700 mc per sec, mentre le piene raggiungono certamente al vertice del Delta gli 8000 mc. per sec. e secondo alcuni superano i 10.000. Grandissima parte del suo percorso avviene attraverso il paese arido e desertico sopra accennato.

Ormai il corso del Nilo è perfettamente conosciuto. Esso ha le sue prime origini nel Lago Vittoria Nyanza, colossale serbatoio posto sull'Equatore, che raccoglie le acque di un grande bacino imbrifero che comprende anche montagne di altezze non comuni (fino a 4300 m) Nonostante l'altissima evaporazione dovuta al clima caldo ed all'altitudine (1134 m) la portata regolata naturalmente dal Vittoria è già considerevole: anzi essa è tale in alcune stagioni che si è già studiato di regolarla trasformando il lago, che ha una superficie di 68000 kmq., in un serbatoio che, secondo il Garstin, nonostante l'enorme evaporazione potrebbe regolare ancora 140 miliardi di mc. annui, ossia una portata continua di circa 4100 mc. per secondo e ciò con una diga di 3 m. d'altezza, di non difficile costruzione (1).

Uscito dal lago equatoriale, il Nilo forma poco a valle le cascate di Ripon (circa cinque metri di salto sopra una fronte di 400 m.). È qui che sarebbe conveniente la costruzione di uno sbarramento del fiume che aumenterebbe l'invaso del lago, mediante una diga fondata su buona roccia, ma che riescirebbe tuttavia di considerevole lunghezza. Qui il fiume comincia ad espandersi in laghi e paludi, per poi entrare nel Lago Alberto (Muta Nzige) che trovasi alla quota media (620). Il percorso complessivo fra i due laghi Vittoria e Alberto supera i trecento chilometri; ma le pendenze maggiori sono nell'ultimo tratto di circa cento chilometri. La vasta superficie di evaporazione rappresentata dai diversi laghi e paludi, compreso l'Alberto che da solo misura 5200 kmq., produce una sensibilissima diminuzione della portata, nonostante che contribuisca a questo tratto del fiume un considerevole bacino.

Uscito dall'Alberto, il Nilo percorre parecchie centinaia di chilometri verso Nord fino a quando raggiunge la cosidetta « Regione del Sudd » che è un'immensa e putrida palude nella quale affluiscono in sinistra fiumi importanti ma torrentizii; comunicante con questa palude è il lago Noo. È questo enorme specchio di acqua, in clima torrido, nuova e più grave causa d'impoverimento della portata: esso per noi italiani ridesta anche un doloroso ricordo, essendo in questa palude perita la spedizione di Romolo Gessi nel 1880.

Le forze idrauliche ricavabili in questo primo tratto del Nilo, che attraversa regioni sottoposte al dominio inglese, sono enormi. Ove si regolasse il Vittoria con la diga di Ripon indicata da Garstin e si creassero opere di prosciugamento delle paludi ad essa sottostanti si potrebbero utilizzare, su diversi salti, non meno di dieci milioni di cavalli, anche supponendo che più di metà del salto totale utile andasse perduto. Inoltre gli affluenti del Vittoria e dell'Alberto potrebbero dare almeno altrettanta potenza: purtroppo in una regione ancora per molti anni quasi desertica, e lontanissima da ogni base civile.

Fra l'Alberto e il Sudd sono numerose rapide, fra cui quelle di Fola (ottava cateratta) e di Makedo (settima cateratta). Potrebbero essere utilizzate con sbarramenti di circa quindici metri d'altezza: la portata utile attuale sembra varii da 500

(1) « Irrigation projects in the upper Nile », di SIR W. GARSTIN.

a 1000 mc: ma potrebbe essere molto aumentata con le opere proposte dal Garstin.

La palude del Sudd non è ancora completamente rilevata ed ha una superficie valutata in modo assai vario, da un minimo di 12000 ad un massimo di 100.000 kmq.

Non è possibile ancora sapere il vero, ma è certo che la palude del Sudd disperde assai più della metà della portata del Nilo Superiore: si afferma pure che altra considerevole portata vi si perda per filtrazione, ma trattasi d'un'ipotesi teorica.

Gli inglesi hanno praticato canali navigabili attraverso la palude, ed hanno anche studiato una deviazione del Nilo in destra, coll'intenzione di bonificare la palude e rendere il fiume navigabile; ma trattasi di un lavoro colossale che non potrà essere eseguito che in molti anni, anche perchè di costo forse sproporzionato ai risultati.

Dopo il Sudd il Nilo non riceve più corsi d'acqua importanti in sinistra, entrando in una regione inospite dapprima boscosa poi sempre più desertica. Invece in destra riceve il Sobat, che dal Maggio all'ottobre porta le acque provenienti dal sud dell'Abissinia, ricche di sostanze fertilizzanti; secondo il Chelu, a valle del Sobat la portata massima del Nilo supera già i 4300 mc. nel settembre.

Finalmente, presso Kartoum, il Nilo *Bianco* riceve il Nilo *Azzurro* che proviene pure dall'Abissinia, avendo il suo capo nel lago Tana. Trovasi questo alla quota (1776) ed ha 3000 kmq. di superficie; e il suo emissario nel corso superiore, dove ha il nome di Abai, forma numerose rapide e cascate, che costituiscono il principale patrimonio idroelettrico dell'Abissinia (più di tre milioni di HP). Tanto il Nilo Bianco che l'Azzurro attraversano in varie loro parti regioni ricche di terreni irrigabili con vantaggio.

Dopo Kartoum il Nilo riceve ancora l'Atbara, pure proveniente dall'Abissinia: e finalmente, dopo aver descritto due enormi anse, il Nilo entra nell'Egitto a Wadi-Halfa. Le piene e le magre dei diversi rami del gran fiume sono soggette a regimi alquanto differenti, sebbene le intumescenze principali siano sensibilmente coincidenti. La escursione del livello fra massima piena e magra raggiunge in qualche punto i 7 m. Alla sua entrata nell'Egitto la massima intumescenza si verifica in settembre: l'invaso rappresentato dal suo grandioso letto e la piccola pendenza producono un sensibile ritardo nelle piene fra Kartoum e il Cairo: ed il loro andamento è seguito con attenzione e segnalato telegraficamente a valle, con parecchie settimane di anticipo.

Il grande invaso produce così una sensibile regolazione, alla quale è in parte dovuta l'apparente sconcordanza fra le portate valutate in diversi punti del corso del fiume. Questo fatto, l'enorme evaporazione e la poca precisione delle misure finora eseguite, specialmente nella parte più prossima ai laghi, spiegano le notevoli sconcordanze fra la portata assegnata al fiume nei diversi suoi tronchi.

Di recente l'Inghilterra ha concluso con l'Egitto una convenzione per la spartizione dell'acqua del Nilo fra il Sudan anglo-egiziano e l'Egitto. Con essa da un lato l'Inghilterra riconosce all'Egitto il diritto storico sulle acque del Nilo, ed il suo diritto di opposizione alla costruzione di opere idrauliche ad esso pregiudizievoli: dall'altra gli riconosce la facoltà di poter costruire anche sul territorio del Sudan inglese le opere di sbarramento che esso ritenesse necessarie. Il Governo inglese promette anche di eseguire, in un congruo termine, importanti lavori nella zona dei laghi equatoriali e sull'alto Nilo, compresa la grande deviazione in destra destinata alla bonifica della palude del Sudd. Fra le opere previste vi è pure lo sbarramento del Lago Alberto, che verrà regolato a regime di serbatoio. Per tal modo la portata media del fiume verrà aumentata, ed i deflussi saranno regolati in modo da render possibile un largo sviluppo all'irrigazione tanto nel Sudan come nell'Egitto.

Già da tempi antichissimi gli Egiziani studiarono di regolare il Nilo per prolungare l'effetto benefico delle sue piene e per diminuirlo negli anni in cui sono eccessive, a beneficio dell'anno successivo. Dato il clima locale, è ovvio il vantaggio che porterebbe il prolungamento dell'irrigazione per tutto l'anno o quasi e la regolazione biennale del fiume. Gli antichi Egizii avevano creato il Lago Meride, una delle sette meraviglie, all'epoca della XII dinastia (3000 anni prima di Cristo). Essi avevano creato una diga presso Arsinoe, costrutta in muratura, ed un complesso sistema di argini e di canali per i quali parte delle piene del Nilo venivano convogliate nel lago artificiale che occupava una grande depressione, ancora esistente e che va molto al disotto del livello del mare, detta oggi « Fayoum »; essa trovasi in sinistra del Nilo poco a monte del Delta. Le acque invasate venivano poi scaricate durante le magre nel Nilo per arricchirlo. Come questa opera (che già oggi sarebbe colossale e 5000 anni or sono dovette esigere una somma meravigliosa di ingegnosi espedienti e di lavoro) sia stata costrutta e come funzionasse non è ben chiaro, nonostante esista un'intera bibliografia su questo argomento. Si sa soltanto che misurava una superficie non minore di 40.000 ettari: il che, ammettendo uno svaso di soli quattro metri, darebbe un volume di invaso di più di un miliardo e mezzo di mc.

In tempi più recenti si costruirono, a cominciare da 500 km. a monte del Delta e profittando di numerose piccole depressioni naturali, due serie di bacini alimentati da canali di derivazione, veri rami artificiali del fiume, larghi fino a 70 m; ed esiste un intricato sistema di canali di presa e di scarico, che va ogni anno più complicandosi.

Ma le vere opere di regolazione del Nilo datano da poco più di vent'anni. Trattasi di dighe di sbarramento, in generale di considerevole lunghezza, costrutte in sezioni opportune del fiume, di altezza fino a 24 m. (Assouan), che per la piccola pendenza del fiume producono rigurgiti che si estendono per decine e talora per centinaia di km. a monte. Le principali sono quelle del Cairo, di Assiout, di Naga-Hamadi (non ancora ultimata), di Keneh e di Assouan: quest'ultima sarà sopraelevata di altri 9 m. raggiungendo una altezza totale di 33 m. sulle fondazioni, con una lunghezza che supera i due km. Altre dighe minori sono state eseguite o sono in costruzione nel Sudan: a Sennaar sul Nilo Azzurro (lunga 3025 m., alta 39.50 sulle fondazioni = volume d'invaso utile 636 milioni di mc.); a Macwardam, al monte Aulia, ecc.

Il fine principalissimo di queste gigantesche opere è l'irrigazione: milioni di Ettari di terreno arido verranno così gradatamente resi fertili sopratutto per la coltivazione del cotone. Ciascuna diga rappresenta un salto utile, dal quale può ricavarsi energia elettrica: ma questa dovrà essere sempre considerata in seconda linea, quasi come un « caput mortum », e principalmente come aiuto alla risoluzione di problemi irrigatori ed agricoli.

Di conseguenza, il problema si complica. Tutti i salti realizzabili, nel Sudan come nell'Egitto, sono variabili per il regime del fiume, che porta da solo variazioni di livello di sette metri e più oltre a quelli prodotti dagli svasi, mentre le portate sono anche più variabili. Nel caso di Sennaar (Nilo Azzurro) si hanno portate da 5500 mc/sec a 60 mc/sec: naturalmente i salti massimi coincidono colle portate minime e viceversa. Inoltre le portate utili, tolte le grandi morbide ove esse sono sempre grandissime, debbono per molti mesi dell'anno obbedire ai bisogni della irrigazione: i quali sono più complicati che non sembri, specialmente nel Sudan, perchè nelle regolazioni degli svasi oltre il criterio idraulico entra in gioco la diversa qualità dell'acqua dei due Nili nelle varie stagioni, una (del Nilo Azzurro) essendo più ricca di limo inorganico, e l'altra (del Nilo Bianco) di limo ricco di materie organiche. Ciò non avviene nell'Egitto, od avviene in forma più mitigata: ma rimane sempre la soggezione della possibile produzione di energia alla irrigazione.

Fra i fini che il Governo Egiziano si propone con l'utilizzazione delle forze idrauliche del Nilo vi è principalmente il sollevamento d'acqua per irrigare nuove zone, sempre più elevate.

Infine non va dimenticato che, essendo l'Egitto una regione completamente agricola, l'eventuale supero d'energia purchè si renda possibile sopra una durata di utilizzazione conveniente potrebbe essere utilizzato per la fissazione dell'azoto atmosferico per la produzione di concimi chimici.

Il più importante degli impianti per ora possibili è quello di Assouan. Qui il salto è variabile fra 3 e 34 metri, e la portata da 8000 a 1000 mc. Vi è quindi una corrispondenza sensibile fra le disponibilità nella massima piena e nell'estrema magra. Ma il problema della costruzione di un sistema di turbine che operi in queste condizioni non è dei più semplici. (Vedasi diagramma n. 1).

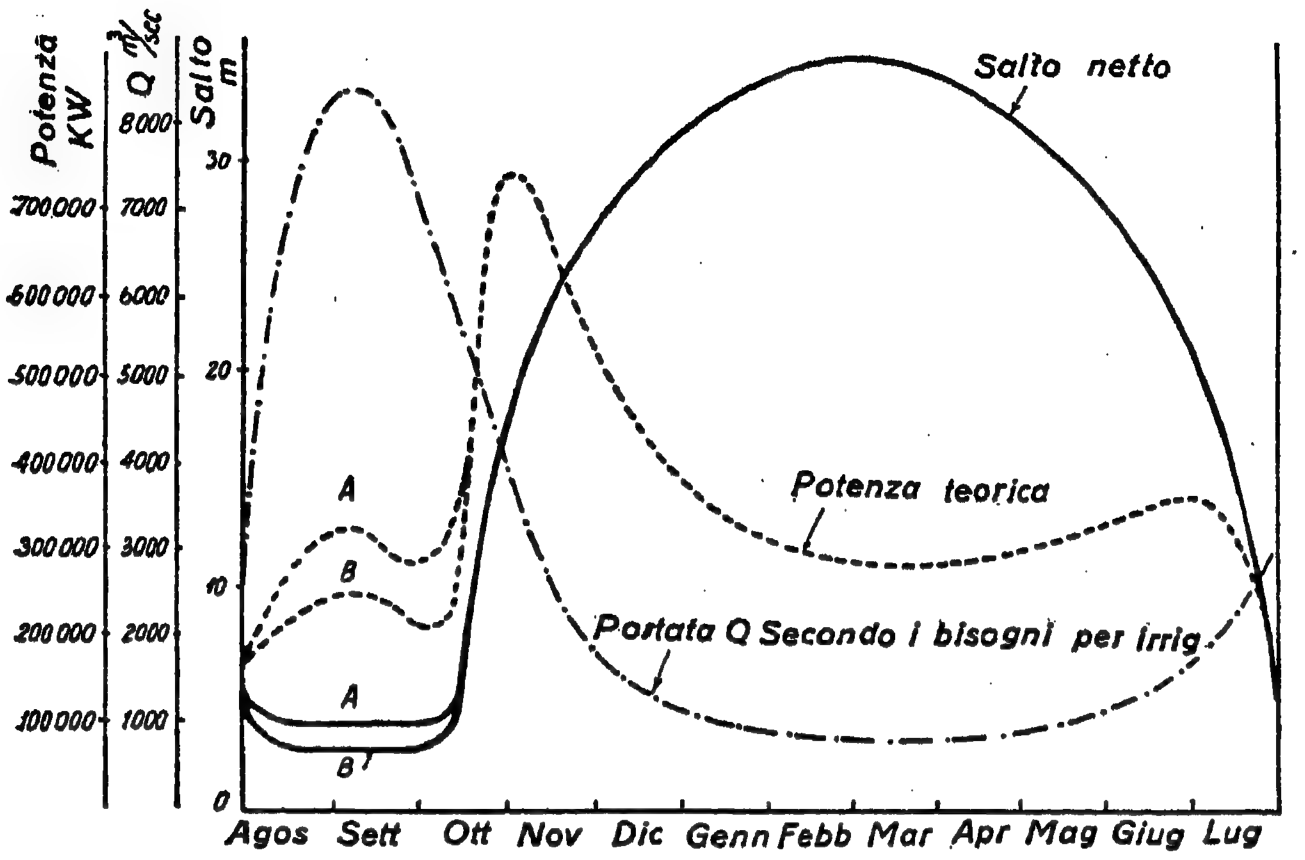


Diagramma 1.
Portate e salti disponibili alla diga di Assonan.

Fonte: F. J. RUTGERS, professore al Politecnico di Gizeh: *Lo stato attuale dell'elettrificazione nell' Egitto*. — Memoria letta all'Assemblea dell'Associazione Svizzera degli Elettricisti a St. Moritz, il 7 luglio 1929.

In condizioni peggiori si trovano gli altri possibili impianti, specialmente quelli del Sudan.

V'è poi un'altra difficoltà: le distanze. L'energia prodotta potrebbe essere consumata in posto o quasi per la parte impiegata nella produzione dell'azoto, ma per le altre applicazioni dovrebbe subire dei trasporti considerevoli, che raggiungono perfino i 900 km. Non sembra vi si oppongano difficoltà fisiche o tecniche: ma certamente il costo dell'energia salirebbe sensibilmente.

Fra i progetti che sono stati studiati va menzionato, almeno per la sua originalità, quello detto di Qattara.

Il letto dell'antico lago Meride è una profonda depressione (come ve ne sono tante nell'Africa mediterranea) che giunge a più di un centinaio di metri sotto il livello del mare, dal quale dista circa 60 km. Il progetto prevede la ricostituzione del Lago Meride alla quota (–50) ove avrebbe una superficie di 10500 km², sufficiente per evaporare (secondo gli studi del progettista) 500 mc al secondo, in media. Il salto utile sarebbe di 42 m: ma occorrono per ottenerlo 48 km. di galleria e 12 km. di canale (1).

Sebbene il progetto, a prima vista, sembri irto di difficoltà d'ogni genere, pure il Governo Egiziano sta eseguendo sondaggi del terreno per concludere se la costruzione della galleria sia o no possibile. La Centrale sorgerebbe a circa 160 km. da Alessandria: avrebbe una potenza continua di 200.000 kW, e potrebbe produrre più di un miliardo e mezzo di kWh annui.

Concludendo: le forze idrauliche dell'Egitto, e principalmente quella di Assouan che potrebbe fornire da sola in media almeno 250.000 kW, ossia due miliardi di kWh., sono un fatto realizzabile sebbene irto di non poche difficoltà. Di più lontana ma non difficile utilizzazione sono anche quelle del Sudan: ma la loro enorme distanza da centri di consumo le rende per ora irrealizzabili.

L'Egitto non ha giacimenti di combustibili fossili.

Gli impianti esistenti.

I primi impianti eseguiti in Egitto da Società private erano a corrente continua, tre fili, 2 × 220 V. Man mano si è andato adottando il trifase a 50 periodi, generalmente a 6000 V od a 3000 V.

Le Centrali esistenti sono attualmente quelle indicate alla tabella N. 1.

Se si considera che l'Egitto possiede una cinquantina soltanto di abitati di almeno 10.000 abitanti, e di questi tre o quattro soli sono vere e proprie città, è evidente che il progresso ottenuto non è trascurabile. Il piccolo consumo è naturale conseguenza dell'essere il paese agricolo e per niente industriale, nonchè pel tenore di vita che ancora è seguito da nove decimi della popolazione.

Si stanno costruendo, nel Delta, diverse grandi Centrali a vapore destinate ad operare in parallelo sopra una rete a 66.000 Volts che alimenterà stazioni di pompatura per irrigazione e bonifica, di cui è detto in seguito. Altra è in costruzione nell'Alto Egitto, pure a vapore, che alimenterà altra linea analoga e destinata ad uguali scopi fra Assouan ed Isna (130 km).

L'unica centrale idroelettrica oggi esistente con due gruppi da 270 kW. ciascuno è quella di Fayoum, con un salto di 8 m creato sopra un importante canale d'irrigazione che serve a rendere fertile una parte della depressione di cui si è già parlato.

Lo sviluppo avvenire.

Per quanto non sia facile fare certe previsioni, pure si può affermare che, per la ferma volontà del Governo egiziano, l'Egitto avrà un sicuro avvenire per ciò che riguarda gli impianti elettrici.

Sebbene sia da ritenersi che lo sviluppo della distribuzione minuta procederà con lentezza, di pari passo coll'europeizzazione dei costumi popolari, già oggi si manifestano varie possibilità di collocamento dell'energia. Esistono ora più di 20.000 motori Diesel, per un complesso di 700.000 HP., e sebbene non sia prevedibile che possano sparire tutti insieme, buona parte di essi, specialmente nel Delta e nel Fayoum, potrebbero essere sostituiti da motori elettrici. Calcolando anche le piccole industrie agricole, il Prof. Rutgers giunge a prevedere, in un prossimo avvenire, in 50 milioni di kWh il consumo urbano, in 30 milioni quello delle tramvie urbane e provinciali, in 80 milioni il consumo per l'elettrificazione ferroviaria, ora allo studio, in 30 milioni il consumo per irrigazione e bonifica, ed in 50 milioni il consumo delle piccole industrie agricole (principalmente molini). Egli poi afferma che l'industria dell'azoto potrebbe assorbire 300 milioni di kWh, cifra giustificata dall'importazione attuale dei concimi azotati che nel 1928 raggiunse 190.000 tonnellate.

In questi calcoli non è previsto lo sviluppo dell'irrigazione nelle zone che non sono ancora irrigue. Calcolando anche solo a due miliardi di kWh annui la produzione idroelettrica egiziana praticamente possibile per anno, resterebbe disponibile per tale applicazione poco meno d'un miliardo e mezzo di kWh, valutati alle Centrali. Dati i lunghi trasporti e le altre circostanze occorre essere prudenti nel calcolare i rendimenti.

Un primo progetto studiato dal Governo egiziano creerebbe una Centrale idroelettrica alla Diga di Nag-Hamadi (la costruzione della quale si sta ora ultimando) fra Esna ed Assiout: da essa sarebbero azionate numerose stazioni di pompatura, verso Nord e verso Sud. Dieci di tali stazioni sorgerebbero presso Esna. Centrali termiche sono in via di esecuzione a Mex, Abu al Menaga, Sern, Atf, Esna e Belgas, mentre quella importante di Amria funziona dal principio del 1929. Ciò di-

(1) Ved. H. SIRRY BEY: « The Qattara Power Scheme ». - *Geographical Review* - Vol. XIX, n. 2, Aprile 1929.

TABELLA I.

STATISTICA PROVVISORIA DELLE CENTRALI ELETTRICHE IN EGITTO

CENTRALE	Esercita da:	Caratteristiche della corrente generata	Tensione dei generatori	Tensione di distribuzione	Potenza della centrale kW	Specie di macchinario istallato	Energia prodotta nel 1928 kWh
Alessandria	Lebon & C.	~ 40	20000	~2 × 110	17.900	Turbine a vapore	20.000.00
		3 × 40	2/5.000	Δ 190			
Alessandria	Tramvie	—	550	550	ca. 5.000	—	circa 10.000.000
Assiout	Municipio	~ 50	3.000	2 × 110	420	Diesel	57.400
Atf (in costruzione)	Lavori pubbl.	3 × 50	3.000	30.000	3.500	Diesel	—
Benha	Municipio	— 3 fili	470	2 × 220	290	Diesel	230.700
Beni-Mazar	Municipio	— 3 fili	470	2 × 220	60	Diesel	86.900
Beni-Souef	Municipio	— 3 fili	470	2 × 220	490	Diesel	87.700
Belgas (in costruzione)	Lavori pubbl.	3 ~ 25	6.000	55.000	2.250	Diesel	—
Bilbeis	Municipio	— 3 fili	470	2 × 220	120	Diesel	870600
Chebin el Kom	Municipio	— 3 fili	470	2 × 220	290	Diesel	188.000
Damanhour	Municipio	3 ~ 50	3.000	200	270	Diesel	330.000
Damietta	Municipio	3 ~ 50	3.000	200	270	Diesel	294.000
Fashu el Beba	Municipio	3 ~ 50	3.000	200	270	Diesel	—
Fayoum (idraulica)	Municipio	3 ~ 50	3.000	200	540	Turbine idrauliche	800.000
Héliopolis (Choubra)	Tibre Cairo El. Railways Heliopolis Oasis. Co.	3 ~ 50	10.000	200/115	6.300	Turbine a vapore	6.000.000
Isna (in costruzione)	Lavori pubbl.	3 ~ 50	—	—	5.000	Turbine a vapore	
Kafr el Zayet	Municipio	— 3 fili	470	2 × 220	200	Diesel	—
Keneh	Municipio	3 ~ 50	3.000	200	—	—	173.000
Komombo	Zuccherificio	—	220	220	950	Diesel	—
		~ 42	2.000	100		Diesel e turbine a vapore	—
Cairo	Lebon & C.	3 ~ 42	10.000	200	18.565		
Cairo	S. A. dei Tramways del Cairo	—	550	500	6.700	Turbine a vapore	17.000.000
Louqsor	Municipio	3 ~ 50	3.000	200	—	—	18.000.000
Maghagha	Municipio	3 ~ 50	6.000	200	—	—	
Mansourah	Municipio	—	470	2 × 220	530	Diesel	—
		3 ~ 50	3.000	200	125	Diesel	—
Meadi	Oasis Co.	3 ~ 50	3.200	—	550	Diesel	1.011.000
Mellawi	Municipio	3 ~ 50	3.000	200	320	Diesel	—
Mehalla el Kobra	Municipio	3 ~ 50	3.000	200	400	Diesel	318.200
Minia el Kamh	Municipio	— 3 fili	470	2 × 220	80	Diesel	104.500
Minieh	Municipio	3 ~ 50	3.000	200	400	Diesel	77.700
Porto-Saïd	Lebon & Co.	3 ~ 40	2.000	220/110	1.400	Diesel	390.000
Porto-Saïd	Compagnia del Canale di Suez	3 ~ 50	5.000	190	2.000	Turbine a vapore	—
Simbellawein	Municipio	3 ~ 50	3.000	200	—	—	—
Zifta e Ghamz	Municipio	3 ~ 50	3.000	200	420	Diesel	—
Suez	Municipio	3 ~ 50	3.000	200	730	Diesel	314.500
Tanta	Lebon & C.	—	—	200			1.383.000
	Municipio			—	—	—	
							—
Zagazig	Municipio	~ 50	3.000	~2 × 110	600	Diesel	465.000

Totali al 31 dicembre 1928: *circa* 76.940 *kW*. *circa* 78.811.200 *kWh*

Fonte: F. J. RUTGERS, professore al Politecnico di Gizeh: *Lo stato attuale dell'elettrificazione nell'Egitto.* – Memoria letta all'Assemblea dell'Associazione Svizzera degli Elettricisti a St. Moritz, il 7 luglio 1929.

mostra che moltissimo è ancora da fare, sebbene non sia lecito fare profezie troppo precise in proposito (1).

Sembra certo che, almeno nella Regione del Delta e del Fayoum e nella vallata del Nilo fino ad Assouan, si addivenga presto alla creazione di reti ad alta tensione: come poi se ne farà l'alimentazione, se da centrali idrauliche o termiche o di entrambi i tipi non è ancor certo. Il Governo egiziano ha già bandito il concorso per l'appalto di un primo gruppo di linee ad alta tensione, a due terne 66.000 Volt, con conduttura di terra, per la parte settentrionale del Delta. Trattasi di 313 km. di linea collegante diverse sottostazioni con le tre Centrali termiche di Belgâs, El Seru ed El Atf di cui fu già fatto cenno.

Le stazioni di pompatura sono 15, con una potenza complessiva di 8.685 kVA.

(1) Ved. il « Rapporto dell'Addetto commerciale inglese al Cairo » R. M. TURNER, in *Electrical Review*, 1° novembre 1929.

Tariffe e prezzi. Prevale la vendita a contatore libero. I prezzi variano per la luce fra L. 3.90 (che è il prezzo più diffuso) a L. 2.45; per la forza fra L. 2.92 (Tantah) e L. 0.98 (Beni Souef) per kWh. Ad Heliopolis vige la doppia tariffa oraria a L. 3.35 e L. 1.15, per luce e riscaldamento. Per la forza, L. 1,90 per kWh.

La trazione ferroviaria. Finora in Egitto furono elettrificate soltanto le tramvie urbane e suburbane. Il Ministro delle Comunicazioni sta studiando l'elettrificazione delle linee di maggiore traffico, cominciando da quella di Matarieh, per la quale sono state già stanziate in bilancio Lire egiziane 30.000 come prima quota delle 190.000 previste per tale elettrificazione.

L'importazione di materiale elettrico. Fino al 1928 l'importazione di macchinario e materiale elettrico era fatto principalmente dall'Inghilterra: nel 1929 la Francia prese il suo posto passando in prima linea, mentre va crescendo l'importazione italiana, che prima era trascurabile. Secondo la Relazione citata dell'Addetto inglese Turner ciò è dipeso sopratutto da una concorrenza di prezzi.

Nel 1928 l'importazione di *macchinari elettrici* fu, in valuta italiana, di L. 14.500.000 delle quali L. 3.060.000 dall'Inghilterra e L. 4.100.000 dalla Francia. Gli *accumulatori e pile* diedero un totale di L. 3.340.000 delle quali L. 530.000 dalla Germania. Il *rame nudo* viene importato per la maggior parte dalla Francia: i *fili isolati* furono importati per circa Lire 10.000.000 dall'Inghilterra sopra un totale di L. 13.800.000; i *cavi* furcno principalmente importati dalla Francia, dalla Germania e dal Belgio per un importo di L. 3.360.000.

I francesi hanno organizzato a mezzo del « Comité français des Expositions », una mostra di prodotti industriali, e sembra che i tedeschi abbiano intenzione di fare altrettanto fra breve. I giapponesi tengono aperta al Cairo una Esposizione permanente dei loro prodotti. Non risulta che le Ditte Italiane abbiano finora, almeno per la parte che ci interessa, molto curato l'importante mercato egiziano pel collocamento dei loro prodotti. Gli italiani rappresentano la migliore delle colonie europee in Egitto, e quella che meglio si è affiatata con la popolazione egiziana: molti italiani hanno ottenuto da quel Governo importanti incarichi, anche per lo studio di problemi attinenti alla nostra industria. È sperabile che la nostra industria costruttrice possa ottenere, in un mercato così importante e legato a noi da tanti vincoli, una posizione ragguardevole.

Marocco Francese

Caratteri dell' industria. Il Marocco francese è fra i paesi dell'Africa ove l'industria elettrica ha conseguito in pochi anni maggior progresso.

L'elettrificazione del Marocco mediante sfruttamento delle forze idrauliche è stato affidato principalmente alla Soc. Anonima « Energie électrique du Maroc » (capitale 10 milioni fr. fr.), intorno alla quale si sono raggruppate diverse Società distributrici.

Per diverse ragioni il Marocco ha un avvenire industriale, specialmente a Casablanca; ciò spiega in parte come l'utilizzazione delle sue risorse idroelettriche abbia attirato l'attenzione dei finanzieri francesi. Il paese si va coprendo di ferrovie, ed ha un patrimonio minerario importante, specialmente di fosfati.

L'organizzazione fondamentale dell'utilizzazione delle forze idrauliche e delle reti di trasporto e distribuzione fu stabilita in un Decreto Sceriffale del 1923. Già nel 1924 l'energia era disponibile a Casablanca e Rabat; in principio del 1927 funzionava la prima linea ferroviaria elettrificata. La costruzione di nuovi impianti produttori e l'estensione delle reti sono in rapido progresso, favoriti dalla situazione di piena libertà nella quale l'industria si muove.

Risorse naturali. Consistono quasi esclusivamente nelle forze idrauliche delle quali il Marocco è relativamente ricco. Secondo l'« Annuaire de Statistique générale du Maroc » le potenze disponibili sarebbero come dalla tabella che segue.

Questi fiumi provengono dal medio ed alto Atlante, sul quale le precipitazioni sono abbondanti ed in parte nevose nell'autunno ed in principio dell'inverno. Nell'estate si hanno magre assai prolungate. Secondo il « Geological Survey » il patrimonio idraulico del Marocco (compresa la parte Spagnuola) sarebbe di 250.000 cavalli effettivi.

PATRIMONIO IDRAULICO DEL MAROCCO FRANCESE.

CORSI D'ACQUA	Potenza media in HP
Oum-er-Rebia superiore	26.700.—
Oum-er-Rebia inferiore	26.700.—
Centrale di Sidi-Machon	21.300.—
Oued-el-Abid	13.350.—
Oued-Sebou superiore	9.330.—
Oued-N'ja	16.000.—
Oued-Fés	800.—
Oued-Bou-Fekrane	400.—
Oued-Za	677.—
Totale	115.257.—

Fonte: *Les Annales de l'énergie*, N. 209, maggio 1928, p. 58.

Impianti esistenti. La prima Centrale messa in esercizio fu quella di Roches Noires presso Casablanca: è termica, ed entrò in servizio nel 1925. Ad essa ne fu aggiunta in seguito una seconda. Complessivamente esse possiedono quattro gruppi da 6000 kW (turboalternatori), un gruppo a vapore da 500 kW, e due gruppi Diesel da 1000 kW. Questi macchinari finiranno per fare da riserva alle Centrali idrauliche, man mano che queste entreranno in servizio.

Altra Centrale a vapore è quella di Rabat-Salé. Comprende due gruppi (macchina a vapore-alternatore) da 400 kW ciascuno e due gruppi Diesel da 800 kW ciascuno.

Queste Centrali termiche consumano carbone importato dalla Francia, dall'Inghilterra e dalla Germania.

La prima Centrale idroelettrica, a Sidi-Machon, fu iniziata nel 1925 e sta per entrare in esercizio (fine 1929). I lavori furono ritardati dalle operazioni militari contro Abd-el-Krim.

Utilizza le acque dell'Onn-er-Rebia, a 90 km. al Sud di Casablanca. La portata utilizzata è di 108 metri cubi al secondo, il salto netto medio di 17 metri, la potenza installata di 30.000 cavalli. La derivazione comprende una diga di sbarramento che crea un invaso quotidiano di 1.500.000 mc.: per tal modo la portata massima utile è aumentata a 145 mc./sec. La magra massima è di 35 mc./sec.

In aiuto a questa Centrale ne verrà presto una seconda, di 8000 kW, utilizzando nella stagione estiva l'acqua del grande serbatoio costruito dal Protettorato sull'Oued-Beth per uso d'irrigazione (200 milioni di mc.). Essa costituirà una riserva estiva.

Sono in progetto numerosi altri sbarramenti analoghi per irrigazione sull'Oued-Nefis, sull'alto corso dell'Oum-er-Rebia, alla confluenza degli Ouadi Tessaout ed Ahchbad e sull'Oued-el-Abid. Alcune delle dighe previste raggiungono 60 metri di altezza: quasi tutte possono dar luogo ad importanti utilizzazioni idroelettriche. La più importante è quella dell'Oued-el-Abid, che comprenderà 22 km. di canale dei quali 10 in galleria, scaricando le acque nella prossima vallata dell'Oum-er-Rebia: il salto utile sarà di 250 metri e la Centrale di 50.000 cavalli.

A Fez ed a Meknès esistono piccole Centrali idrauliche di 500 cavalli e di 300 cavalli.

La produzione d'energia.

L'incremento della produzione è dei più rapidi essendo passata la produzione fra il 1925 ed il 1927 da 12,5 milioni kWh a 33 milioni: non si hanno ancora statistiche ulteriori, ma si sa che la produzione è in rapidissimo aumento.

Il solo centro di Casablanca dove si vanno installando importanti stabilimenti industriali (concimi, cemento) consuma poco meno della metà dell'energia prodotta.

La trasmissione dell'energia.

È stata costrutta una linea Casablanca-Rabat Salé-Kourigha e Rabat Salé-Sidi-Machon per portare a Casablanca ed alle miniere di fosfati l'energia idroelettrica della Centrale di Sidi-Machon. Altro tronco collega Casablanca con Rabat. Esiste anche una linea a 32.000 Volt fra Casablanca e Fedhala. Serie difficoltà climatiche hanno impedito l'adozione di tensioni maggiori, per l'elevata salinità dell'aria e per le pioggie torrenziali. Si stanno studiando per queste linee tipi speciali d'isolatori. In tutto sono stati costruiti circa 350 km. di linee ad alta tensione.

L'elettrificazione ferroviaria.

Sebbene ciò possa sembrare strano, il Marocco è forse il paese del mondo che possiede la maggior percentuale di ferrovie elettrificate. Infatti su 583 km. costituenti la rete marocchina in esercizio già ora sono elettrificati 158 km., e fra breve più di metà della rete funzionerà a trazione elettrica. Le ragioni che hanno consigliato l'elettrificazione sono l'alto costo del combustibile, la mancanza di acqua adatta all'alimentazione di locomotive, la disponibilità d'energia idraulica di basso prezzo e le pendenze.

L'elettrificazione si fa con corrente continua a 3000 Volt, linea di contatto aerea. È previsto il ricupero nelle discese. La linea già elettrificata serve principalmente le miniere di fosfati. L'alimentazione è fatta dalle Centrali commerciali, in parallelo col servizio di distribuzione. Il consumo annuo d'energia ha già raggiunto 9.400.000 kWh.

Il traffico delle ferrovie marocchine è considerevole: nel 1927 era già salito a 243 milioni di tonn./km.: esso è principalmente alimentato dai fosfati.

Ing. Ettore Cesàri.

ING. GIOVANNI MASCARINI
SOCIO DELLA SEZIONE TECNOLOGICA DELL'UNFIEL

Impiego di energia stagionale per uso termico

Il problema della utilizzazione della energia stagionale per produzione di calore, se non è scarsamente conosciuto, è in generale considerato con criteri di calcolo che non corrispondono esattamente alle condizioni che si verificano nella pratica.

Il vettore normalmente usato nella industria per la utilizzazione delle calorie dei combustibili è il vapore e la quasi totalità delle macchine è disposta per essere riscaldata mediante vapore: converrà quindi nella considerazione attenersi a una tale utilizzazione la quale è sola a permettere lo sfruttamento della energia elettrica, con forniture senza garanzia di continuità.

Un' industria avrà la convenienza di adottare il riscaldamento elettrico quando esso le permetta di ottenere il Kg di vapore a un prezzo inferiore a quello risultante dalla caldaia a carbone. Si dovrà però tener conto dei vantaggi che una logica utilizzazione delle caratteristiche delle caldaie elettriche può dare anche per la soluzione di problemi speciali che si possono presentare.

La determinazione del prezzo al quale l'energia deve essere fornita è spinosa in quanto essa dipende, anzi è una sola, con quella del costo del Kg di vapore prodotto con carbone.

Quest'ultimo dipende dalla importanza della installazione di caldaie, dalla regolarità nella richiesta di vapore, dalla presenza di apparecchi economizzatori, preriscaldatori ecc., dalla natura del combustibile, dallo stato di manutenzione delle caldaie, dalla condotta del fuoco, dalla temperatura dell'acqua di alimentazione ecc.

Le variabili quindi sono parecchie. Ciascuna di esse influenza il costo del Kg di vapore prodotto e quindi concorre a determinare il prezzo del kWh. Si tenga presente a questo proposito che in una caldaia elettrica il rendimento, che arriva al $(98 \div 99)\%$, può essere ritenuto praticamente del 100%.

Se si considera un grande impianto modernissimo, nuovissimo, con una condotta perfetta, guidata da dispositivi automatici di segnalazione delle condizioni di combustione, con una erogazione quasi costante ecc. si può arrivare ad una produzione di 10 Kg di vapore per ogni Kg di carbone e, nella supposizione che il carbone costi, dato alla bocca del focolare, L. 200 la tonnellata, comprendendovi i cali ecc., il costo del Kg di vapore sarà di 2 cent. se si trascurano tutte le altre spese.

Poichè un kWh nelle migliori condizioni, cioè con alimentazione con acqua calda dà 1,4 Kg di vapore, occorrerà che l'energia venga fornita a 2,8 cent.

Queste sono però le condizioni degli impianti di produzione di vapore nelle grandi industrie, specialmente in quelle nelle quali il costo del Kg di vapore incide fortemente sul costo del prodotto che forma oggetto dell'industria, ad esempio nella produzione termica dell'energia elettrica; allora tutte le cure sono rivolte a raggiungere la perfezione per la riduzione del costo del prodotto finale. Ma quando la incidenza è piccola, l'industria trascura tutto quell'insieme di disposizioni che portano al massimo rendimento non solo, ma trascura anche la manutenzione, la pulizia, la condotta del fuoco, così che in molti casi la produzione di vapore per Kg di carbone scende fino al disotto di 4 Kg. Si vede allora come l'energia elettrica potrebbe essere pagata fino a 7 cent. per kWh. Vi sono poi dei casi speciali nei quali l'utilizzazione di vapore si fa per poche ore del giorno, magari per erogazioni orarie abbastanza forti; allora sia per la intermittenza delle erogazioni, sia per la spesa del combustibile nel preriscaldamento, spesa che viene distribuita sopra una piccola quantità di vapore, si scende con la produzione al disotto di 3 Kg per Kg di carbone e quindi si sale al prezzo di 9,5 centesimi.

***

Questi risultati si ottengono quando si mette la caldaia elettrica nelle stesse condizioni della caldaia a combustibile: ma una tale applicazione non sarebbe certo logica.

La produzione del vapore a mezzo del carbone richiede un accentramento dell'impianto, poichè non si può immaginare di collocare dei generatori là dove occorre il vapore, e ciò per ovvie ragioni tecniche, economiche e di sicurezza.

La caldaia elettrica invece può essere collocata in qualunque punto di uno stabilimento o di una sala di lavoro. Si può dire che la caldaia elettrica sta alla caldaia combustibile come il motore elettrico sta alla motrice a vapore; il motore elettrico ha permesso il frazionamento della produzione di forza motrice, una logica applicazione della caldaia elettrica deve basarsi sopra un frazionamento della produzione di vapore eliminando le lunghe condotte che dànno luogo a gravissime perdite di calore, come lo sono per la forza motrice le trasmissioni e le cinghie.

***

Si entra quindi in un altro campo spinoso. Quali sono le perdite di calore delle condotte? Queste perdite dipendono da molti elementi e principalmente dalla isolazione termica, dalla lunghezza delle tubazioni e dal loro proporzionamento alla portata di vapore; è però evidente che di perdite se ne avranno sempre.

Anche quì si può fare la distinzione già prima fatta nei riguardi della incidenza del costo del vapore sul prodotto finale: le isolazioni termiche saranno tanto migliori quanto maggiore è l'incidenza. Nella pratica tali perdite rappresentano una percentuale molto forte, tale da elevare il costo del Kg di vapore dal 15 al 50%.

Si capisce che il vapore realmente utilizzato tanto più costerà quanto maggiore sarà la distanza fra la caldaia e l'apparecchio che chiede il vapore.

Da tutto questo sommarsi di elementi risultano delle conseguenze molto interessanti: così in un impianto che richiede circa 300 Kg di vapore si è trovato che la parità di spesa sarebbe raggiunta pagando il kWh intorno ai 12 centesimi. In questo caso, oltre ad una certa distanza fra le caldaie e la macchina utilizzatrice si verifica, una variazione forte nella richiesta di vapore, variazione che si ripercuote dannosamente sul rendimento della caldaia a combustibile, mentre non ha influenza di sorta sulla caldaia elettrica la quale può seguire la richiesta di vapore proporzionando ad essa la richiesta di energia. Le caldaie elettriche vanno quindi installate dove si ha richiesta di vapore e specialmente a servizio delle macchine che trovansi a maggior distanza dalla centrale del vapore.

Da quanto si è detto risulta che i prezzi del kWh devono essere molto bassi senza però arrivare ai valori catastrofici che molti indicano basandosi sui massimi rendimenti dei migliori impianti a combustibile anzichè sugli impianti normali.

Quanto ho scritto può sembrare una visione assai pessimistica delle condizioni di funzionamento degli impianti di produzione del vapore a mezzo di combustibili e delle reti di distribuzione, ma a chi conosca *de visu* gli stabilimenti, se non avrà potuto formarsi un concetto della produzione di vapore per Kg di combustibile, avrà notato come l'isolamento termico o brilli per la sua assenza o sia ridotto assai spesso in condizioni tali da equivalere ad una totale assenza. Spesso si trova che il fuochista è addetto ad altri lavori, così che la condotta del fuoco è totalmente trascurata.

Il Governo, preoccupato dello sciupio di combustibile che ora si fa nelle industrie, ha creato l'ufficio per il controllo della combustione allo scopo di disciplinare un poco le cose, non certo nei riguardi dei grossi impianti.

Il problema è gravissimo perchè la sostituzione di caldaie ridotte in condizione di minor efficienza importa spese assai gravose, rispetto alle quali la economia di combustibile è tanto piccola da generare una resistenza alla applicazione delle decisioni degli Uffici.

***

L'uso delle caldaie elettriche, se messe in parallelo con quelle a combustibile in un punto qualunque della rete della tubazione, e possibilmente nei punti che presentano il maggior abbassamento di pressione così da dare un'economia di spesa e un miglioramento di esercizio, permette all'industriale, dietro un preavviso assai breve di togliere di funzione le caldaie elettriche e continuare con quelle a combustibile. Conviene quindi in molti casi trattare una tale fornitura come una utilizzazione di comodo: il provento di una tale vendita, la quale non implica sensibile aumento di spesa di esercizio, si potrebbe considerare nel bilancio quasi come una sopravvenienza attiva.

La mancanza di garanzia di continuità che il fornitore può imporre come condizione di fornitura e che giustifica la differenza di prezzo fra l'energia data per forza motrice o luce e quella per riscaldamento, può però far si che il cliente non trovi conveniente la installazione che non è sicuro di ammortizzare in un tempo determinato; di qui la necessità di un ammortamento rapido che lo spingerebbe a chiedere un prezzo dell'energia molto basso e tale da non essere accettato. In queste condizioni è stata talvolta proposta ed anche accettata una formula che permette al fornitore di chiedere un prezzo più alto e dà all'utente la sicurezza di avere un vantaggio: il fornitore di energia elettrica anzichè dell'energia elettrica, venderebbe all'industriale il vapore, provvedendo a sue spese all'installazione delle caldaie.

Un caso pratico ultimamente trattato riguardava la fornitura ad una industria stagionale estiva di circa 3.000 kW per 24 ore e per 4 mesi. L'industria ha un impianto di produzione di forza motrice e utilizza il vapore di ricupero; per tutta la fornitura di forza motrice e di vapore è calcolato un prezzo di convenienza di 4 cent. il kWh, così che per 100 giorni lavorativi la fornitura ammonterebbe a circa 7.500.000 kWh con un introito di 300.000 Lire. Siccome l'impianto della caldaia e accessori per la forza motrice costa intorno a L. 200.000, durante il primo anno di esercizio la Società elettrica ammortizzerebbe largamente l'impianto con energia stagionale, con un avanzo di 100.000 lire; negli anni successivi l'introito, considerato come sopravvenienza attiva, entrerebbe per intero a far parte degli utili.

Riferiamoci ad un caso più modesto, cioè ad una fornitura di 300 kW per 4 mesi, con utilizzazione giornaliera di 10 ore, in uno stabilimento dove il costo del Kg di vapore effettivamente utilizzato è di 6 cent.; supposto di fornire il vapore al prezzo di 5 cent. e che 1 kWh dia Kg 1,35 di vapore, risulta che con 1 kWh si guadagnano 6,75 cent. Coll'utilizzazione sopradetta, cioè per 1200 ore annue complessive, i 360.000 kWh forniti renderanno L. 24.300, che permetteranno nel primo di esercizio di ammortizzare la spesa di impianto della caldaia di L. 24.000.

Se l'industriale dovesse fare l'impianto sarebbe necessario dargli un margine tale da permettere un ammortamento in un tempo ragionevole ed il prezzo in questo caso dovrebbe scendere tenendo conto che ogni centesimo di lira di riduzione gli rappresenta una diminuzione di spesa di L. 3.600. L'ammortamento in tre anni richiede quindi una diminuzione di 2,2 centesimi il kWh. In questo caso però la Società dovrebbe impegnarsi a fornire la energia almeno per tre anni.

Si noti che nel fare il calcolo io ho considerato di installare le caldaie elettriche dove sarebbero quelle a combustibile cioè nelle peggiori condizioni: la fornitura del vapore con caldaie disposte logicamente permetterebbe di ricavare dall'energia un prezzo di almeno il 20% superiore.

È stata ventilata un'altra soluzione: il cliente fa un impianto con un ammortamento, poniamo in 5 anni; la Società si riserva il diritto di rescindere il contratto quando le piaccia, rifondendo all'utente la cifra ancora scoperta per l'ammortamento.

***

Quanto si è detto sopra vale per l'energia stagionale estiva per la zona alpina, e invernale per le zone a regime appenninico.

Per questa ultima zona si può presentare la convenienza a cedere l'energia stagionale per il riscaldamento sia di sale da lavoro sia di abitazione, specialmente dove si abbiano termosifoni il cui carico è costante per lunghi periodi.

La pratica fatta in parecchie installazioni di tale genere, mostra che il prezzo di convenienza per il cliente è di cent. 10 a 12 dato il minor rendimento delle caldaie a combustibile in ghisa rispetto a quelle industriali.

Nella zona appenninica l'applicazione è certo conveniente se si pensa che nella zona alpina si fanno già prezzi molto bassi per fornitura notturna invernale.

***

Le applicazioni del riscaldamento elettrico industriale sono numerosissime e lo si comprende quando si pensi che la grandissima maggioranza delle industrie hanno impianti per produzione di vapore.

Nelle città un'utilizzazione dell'energia elettrica estiva si può fare largamente negli alberghi e nelle moderne case di abitazione dove si ha la distribuzione di acqua calda. Durante i mesi estivi si possono spegnere le caldaie a combustibile e utilizzare caldaie elettriche con vantaggio per l'utente, mentre durante l'inverno il servizio di riscaldamento locali assorbe già l'opera di una persona che attende anche alla caldaia del servizio acqua calda.

Nei bagni pubblici, negli alberghi diurni si ha modo di fornire grandi quantità d'energia, pur utilizzando un carico continuo ridotto per la possibilità di installare assai semplicemente dei serbatoi di acqua calda.

***

La piccola industria assai spesso può pagare molto bene l'energia elettrica usata per produrre il poco vapore occorrente. Una piccola fabbrica di cappelli che ha una caldaia elettrica da 10 kW e dei riscaldatori di piastre a resistenza metallica per 15 kW trova la convenienza a pagare L. 40 per kW-mese più 27 centesimi per kWh, ciò che dimostra come la questione del rendimento sia di importanza capitale.

Un'industria di tintoria in Lombardia trova la convenienza a usare una caldaia elettrica per qualche centinaio di kW pagando cent. 11 per ogni kWh, perchè questa gli ha permesso, con un'opportuna disposizione, di migliorare la distribuzione della pressione nella condotta e di aumentare la produttività del macchinario.

***

Il riscaldamento elettrico quindi si presta assai bene, per la sua natura, a forniture senza garanzia di continuità, così da lasciar libere le Società distributrici di disporre dell'energia a scopi più rimuneratori quando essi si presentano e rendere possibile l'utilizzazione delle disponibilità stagionali.

ING. GIOVANNI MASCARINI.

FATTI E TESTIMONIANZE

A DIFESA DELLE SOCIETÀ ELETTRICHE ITALIANE

Dal *Coltivatore* del 30 Gennaio 1930:

« Il *Coltivatore* del 10 novembre u. s., discorrendo dell'eventuale impiego della corrente elettrica per riscaldare il terreno al posto del letame, dichiara *che in Italia non si può assolutamente pensare ad un siffatto uso della corrente elettrica che ha già dei prezzi proibitivi per l'illuminazione e per l'industria.*

« L'Istituto Centrale di Statistica nel suo Bollettino di ottobre dichiara che complessivamente durante i primi nove mesi del 1929 è stata prodotta energia elettrica per 6.765.215.000 kWh mentre nello stesso periodo del 1928 l'energia elettrica prodotta risultò di 6.177.551.000 kWh.

« Un aumento di consumo di 600 mila kWh, in nove mesi dimostra in modo lampante *che i prezzi praticati dalle società elettriche non sono affatto proibitivi.*

« Osservato ciò, farò sapere come i prezzi attuali della luce elettrica a contatore praticati nelle principali città d'Italia sono inferiori a quelli di tutti gli altri paesi d'Europa e che Torino tiene il record dei bassi prezzi. Ecco i prezzi attuali a Kilowattora per la luce: Torino L. 0,80; Milano L. 0,90; Napoli L. 1; Roma L. 1,05; Firenze L. 1,35; Lisbona L. 1,30; Svezia da L. 1,40 a L. 1,94 secondo le località; Svizzera da L. 1,40 a L. 2 secondo le località; Praga L. 1,57; Copenaghen L. 1,70; Berlino L. 2,40.

« La prova poi che i prezzi praticati per la forza motrice non sono affatto proibitivi risulta dal fatto che le imprese elettriche riuscirono a soppiantare ed a ridurre al silenzio quasi tutti gli impianti a vapore e successivamente pure quelli a gas e perfino i molini ad acqua. Infatti vediamo che anche nelle piccole località non appena esse vengono dotate di forza elettrica, sorgono molini, segherie ed altri stabilimenti industriali azionati dall'elettricità.

« *Per conseguenza invece di biasimare le società elettriche si deve riconoscere ch'esse hanno avuto, anche sotto il punto di vista dell'economia generale, incontestabili meriti.* Terminato l'immane conflitto occorreva all'industria italiana, per poter svilupparsi in modo da corrispondere alle richieste del Paese, maggior quantità di forza motrice. Per ottenerla, le società elettriche dovevano naturalmente aumentare le loro installazioni. Ora la situazione del Paese di cui i risparmi erano assorbiti dai sisavanzi dei bilanci dello Stato (non dimentichiamo che quello del 1923-24 (Tangora) prevedeva un disavanzo di 3586 milioni e quello successivo (De Stefani) di 2616 milioni, non permetteva a queste società di trovare in Italia i capitali necessari. Esse ebbero il merito d'ispirare fiducia al capitale americano ottenendo, a condizioni però alquanto gravose, in prestito, circa due miliardi di lire italiane. Furono queste somme, che vennero corrisposte in dollari effettivi che, trattenute dal Governo, lo misero in grado di consolidare la valuta italiana.

« Ciò premesso posso dichiarare che le Società elettriche tengono ovunque della forza a disposizione degli agricoltori e ciò a condizioni eque perchè si rendono perfettamente conto come lo sviluppo dell'agricoltura aumenta la ricchezza del Paese e come il consumo di luce è in rapporto diretto col benessere dei cittadini.

« Fra le Società che vanno acquistando le più alte benemerenze verso l'agricoltura menzionerò la Società Meridionale Elettricità di Napoli la quale nell'Assemblea Generale Straordinaria del 20 novembre portava il suo capitale da 450 a 600 milioni aumentandolo così di 150 milioni.

« Questa somma è destinata a creare nuove linee pel trasporto di forza motrice nella Provincia di Salerno e nelle Calabrie, regioni eminentemente agricole che trovansi in via di benefiche trasformazioni.

....

« Pure le Società Elettriche dell'Alta Italia mettono a disposizione degli agricoltori della forza motrice a prezzi equi.

« A questo proposito è bene sapere come precisamente in questi giorni la Commissione nominata dal Gruppo agrario del Sindacato provinciale fascista Ingegneri di Milano, ha indetto un concorso fra le fattorie elettrificate del Basso Milanese distribuendo a quest'effetto 350 schede a detentori di fondi rurali. Quindi in una sola regione esistono 350 agricoltori che trovano convenienza di usare della forza motrice elettrica per la conduzione dei loro fondi.

E questo fia suggel ch'ogni uom sganni! »

JAMES AGUET.

***

SENZA COMMENTI

Pubblichiamo senza commenti; togliendolo dal *Popolo di Pavia* del 16 febbraio:

« La Società Ticino va sistematicamente e con inesorabile precisione, denunziando all'autorità giudiziaria tutti quegli utenti che, avendo liquidata la contravvenzione per frode di tassa governativa con l'Ufficio tecnico di Finanza, si rifiutano o non possono pagare quanto pretende la Società stessa per risarcimento danni in dipendenza di sottrazione di energia elettrica. Pare che le denunzie per furto di energia elettrica non siano poche, tanto che qualche foglio cittadino le calcolava, in base a quanto si dice, intorno alle *trecento*. Non intendiamo tornare su quanto abbiamo scritto intorno all'argomento: sulla esosità delle tariffe praticate dalla « Ticino », sul monopolio da essa detenuto in Vigevano per la vendita dell'energia elettrica, sullo sconcio del minimo fisso, sulla correttezza degli agenti della Società. Sono questi argomenti trascurabili e di nessun valore per la « Ticino ». Non è inutile però segnalare che, se è vero che circa trecento denunzie per furti di energia elettrica sussistono sul tavolo del Procuratore del Re, la cosa non è poi così semplice da ridursi ad un episodio di ordinaria amministrazione. Tanto più che la pluralità dei denunziati appartiene alla classe dei meno abbienti, degli operai, di coloro cioè che oggi si trovano nella pura impossibilità di pagare. E allora il fatto riveste carattere di un avvenimento che tocca l'interesse pubblico e reclama per quella *sua peculiarità l'intervento delle autorità amministrative. Si è detto che i provvedimenti della « Ticino » sono giustificati dalla misura allarmante presa in questi ultimi tempi dai furti di energia elettrica. Concordiamo nel riconoscere il fatto, ma a nostra volta osserviamo che se il furto di energia elettrica si è diffuso su così larga scala, e se furono accertati di questi reati anche nei con-*

fronti di chi per nessuna ragione avrebbe dovuto commetterne, evidentemente una causa determinante ben forte deve sussistere. Noi l'abbiamo richiamata più volte, ma non vi è peggior sordo di chi non vuol sentire. Oggi per un complesso di circostanze ci troviamo di fronte al caso di un numero rilevante di utenti, e quando si dice utenti può intendersi famiglie, impossibilitati di pagare e perciò denunziati all'autorità giudiziaria per furto qualificato, reato di indubbia gravità che esula finanche dalla competenza del pretore per entrare nella sfera di competenza del Tribunale. Si può coscienziosamente lasciar condannare i denunziati senza muovere un passo presso i magnati dell'elettricità o quanto meno senza tentare di imbrigliare i loro desideri che sono seguiti da immediata azione? Si può permettere che chi, oberato da una ratiffa senza uguale, ha consumato dell'energia elettrica senza pagarla, venga a trovarsi gomito a gomito col delinquente inveterato che di notte tempo si introduce nell'altrui abitazione, magari scassinando usci e rimovendo altre misure di sicurezza, per impadronirsi del denaro altrui? Le cose sono proprio giunte a questo punto e probabilmente andranno oltre. A noi non resta che segnalare il gesto di alcuni industriali vigevanesi che hanno ricorso all'estremo rimedio di disdire il contratto di fornitura d'energia con la « Ticino » *facendo degli impianti propri, che in pratica si sono dimostrati più comodi e più economici* ».

***

Togliamo da un articolo del *Lavoro* di Genova (21 febbraio 1930) il seguente brano:

« È nostra opinione che la « vexata quaestio » dell'intervento statale nel disciplinamento delle tariffe — della quale questione ci siamo altra volta occupati — interessi mediocremente la classe industriale, che pur assorbe in Italia l'85% della produzione; e ciò per la chiara ragione che se le tariffe luce sono, in qualche regione del Mezzogiorno, più elevate che in altre parti d'Italia, le tariffe per usi industriali sono allo stesso livello delle altre re-a gioni più progredite. Si può anzi affermare che, a cagione della ubicazione sul mare delle più grosse industrie del Mezzogiorno, la strenua concorrenza dei mezzi termici fa godere quelle industrie di tariffe più favorevoli di quelle praticate per le industrie del Nord, dove la produzione autonoma di energia è gravata dalle notevolissime spese di trasporto del combustibile.

« Comunque, senza dover scendere a una disanima particolareggiata, basterà ricordare che l'energia elettrica, nel complesso della nostra economia, supposto il reddito complessivo degli italiani di 120 miliardi, l'introito lordo delle imprese elettriche, di 3 miliardi, rappresenta poco più del 2%; che la scarsa incidenza del costo dell'energia elettrica nelle industrie, eccezione fatta delle industrie elettrochimiche, non è contestabile e risulta dalle pubblicazioni e dai bilanci delle aziende industriali ».

***

Per dare un'idea del valore mentale degli avversari dell'industria elettrica, riportiamo da una Rivista semiclandestina il seguente periodo:

« Il problema (*quello di elettrificare l'agricoltura* n. d. r.) merita di essere studiato a fondo sulla scorta di visite e indagini all'estero, e non certo sul parere dei produttori di energia. Il Monopolio degli Idroelettrici — sempre più affannato nel suo programma di accaparramento di tutta l'industria elettrica — ha l'evidente interesse di mettere in tacere la questione ».

A leggere soltanto questo periodo, il lettore dovrebbe scervellarsi per scoprire quale sia poi realmente questo interesse di tacere, dichiarato così evidente dall'articolista.

Il buon senso direbbe che certamente si deve trattare di un problema nel quale l'industria non abbia nulla da guadagnare.

Ma poco più avanti l'articolista scrive:

« L'attuale Monopolio, il quale si preoccupa sopratutto di fabbricare dei dividendi e di realizzare un lucro immediato, non può certo interessarsi di questo problema. Siamo i primi a riconoscere che l'elettrificazione agricola non può dare un utile immediato (come del resto qualunque lavoro di bonifica), ma bisogna però ammettere che fra le speculazioni a lunga scadenza questa è forse la più redditizia ».

Non facciamo commenti perchè guasterebbero questi bellissimi rebus. Ci limitiamo a ripetere fino alla noia, come dice il Signor ALFA, che il preteso monopolio della nostra industria è un'invenzione dei nostri avversari. Chiunque in Italia abbia capacità e mezzi può ottenere concessioni di impianti idraulici e può mettersi a vendere energia elettrica, salvo che, e questo lo dedichiamo al Sig. ALFA, non pretenda di fare la concorrenza a taluna azienda municipale, nel qual caso, anche offrendo un ribasso del 15 o del 20%, può sentirsi dire dall'Autorità che la concorrenza non è ammessa!!

REPLICA AL SIGNOR ALFA

Dopo qualche mese di faticose elucubrazioni il Signor ALFA risponde al nostro *x. y...*, punzecchiando ancora l'On.le Motta, il quale, informato della cosa, ci scrive quanto segue:

« Non sono sorpreso che il Sig. ALFA si occupi così poco garbatamente di mè, che non ho il piacere di conoscerlo. Egli è a disagio nella sua polemica con *x. y.* per l'ingenuità del suo primo articolo e la efficacia della replica del nostro amico.

« Sono qui, ad ogni modo, a dichiarargli d'essere uscito dai quadri dell'insegnamento da parecchi anni, e di non avere intenzione di rientrarvi. Se però ALFA vuole qualche nozione sull'industria elettrica e sugli argomenti che egli ha creduto di trattare, potrei forse accontentarlo, quando abbia prima compiuto una piccola formalità per far sapere pubblicamente il suo riverito nome. È soltanto quando io sappia a chi dovrei prestare la mia opera, che potrò decidere se effettivamente accordarla.

« È notorio infatti che io rifiuto di rispondere a certe persone molto più presuntuose che non competenti, ed è risaputo che si spreca ranno e sapone quando si vuole ostinarsi a lavare la testa all'asino ».

G. Motta.

Quanto a *x. y.* replicherà al Sig. ALFA in un modo molto semplice: per ordine del compianto Ministro Bianchi, il Genio Civile ha cancellato dal disciplinare di un impianto idroelettrico la riserva che il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici aveva voluto inserirvi per dettare norme sulle tariffe dei consumi.

x. y. pensa che questo fatto valga parecchie migliaia di volte più di tutte le lettere dell'alfabeto greco.

x. y.

DIRITTO E GIURISPRUDENZA

ELETTRODOTTO

Spostamento di linea telefonica in seguito ad elettrificazione di ferrovia. - Danni e spese. - Extracontrattualità del diritto alla rifusione.

MASSIMA

Stipulatasi fra i competenti ministeri e una società telefonica una convenzione concernente la concessione dell'esercizio dei telefoni in una determinata zona, è di natura extracontrattuale, e pertanto esula dalla competenza arbitrale stabilita dalla clausola compromissoria espressa nella suddetta convenzione, l'azione della società diretta ad ottenere la rifusione di danni e spese, subìti per aver dovuto rimuovere impianti telefonici resi inutilizzabili in seguito ad elettrificazione di linee ferroviarie concorrenti (1).

Cassazione del Regno, Sez. Unite, 4 luglio 1929-VII. Pres. D'Amelio, Rel. Messa, P. M. Santoro (concl. conf.) AMMIN. POSTE E TELEGRAFI, AZIENDA DI STATO PEI SERVIZI TELEFONICI, MINISTERO FINANZE, AMMIN. DELLE FERROVIE DELLO STATO, SOCIETÀ ITALIANA TELEFONICA DELLE VENEZIE.

(*Omissis*).

Mediante convenzione 30 marzo 1925, stipulata in rappresentanza dei Ministeri delle Comunicazioni e delle Finanze dai rispettivi Ministri, ed approvata con R. Decreto 23 aprile 1925, n. 506, venne fatta concessione ad una costituenda «Società Anonima Telefonica delle Venezie» dell'esercizio dei telefoni nelle Provincie Venete, stabilendosi, fra l'altro, di deferire ad arbitri «tutte le questioni, non particolarmente previste, che potessero sorgere riguardo all'interpretazione ed applicazione della convenzione».

Successivamente l'Amministrazione delle Ferrovie dello Stato diede inizio ai lavori per l'elettrificazione della Ferrovia del Brennero, lungo la quale corre pure una linea telefonica. A seguito di ciò la Società convenne avanti il Tribunale di Venezia «l'Amministrazione dello Stato in persona dei Ministri delle Comunicazioni e delle Finanze» nonchè l'Amministrazione Autonoma delle Ferrovie dello Stato in persona del Capo Compartimento di Venezia, chiedendo di «essere indennizzata dalla seconda, o, quanto meno, dalla prima, di tutte le spese e danni a cui avrebbe dovuto sottostare per effetto di tale elettrificazione», la quale, rendendo inutilizzabile gli impianti telefonici esistenti sulla sede stessa della linea ferroviaria ed in prossimità della medesima, obbligava la società a trasferirli a notevole distanza. La difesa erariale, in rappresentanza dell'Amministrazione concedente, e cioè di quella delle Poste e Telegrafi, eccepì preliminarmente l'incompetenza dell'autorità giudiziaria in base alla clausola compromissoria inserita nella convenzione. Nel merito oppose di non esser tenuta a rispondere come contraente perchè il fatto, di cui l'attrice si doleva, era stato posto in essere dall'Amministrazione Autonoma delle Ferrovie dello Stato, che sola avrebbe potuto esserne chiamata a rispondere. Il Tribunale ritenne non invocabile la clausola compromissoria, non trattandosi nel caso concreto di «interpretare ed applicare la convenzione» ma facendosi questione di responsabilità per fatto estraneo. La sentenza fu confermata dalla Corte di Appello di Venezia. Le Amministrazioni dello Stato ricorrono per cassazione per tre motivi, il primo dei quali appartiene alla cognizione delle Sezioni Unite nella parte in cui denuncia l'errore commesso dalla Corte di Appello respingendo l'eccezione subordinata di incompetenza, mentre era manifesto che l'azione spiegata dalla Società, in quanto azione per l'indennizzo dovuto in conseguenza della violazione dell'accordo intervenuto, e, ad ogni modo, in quanto promossa contro l'Amministrazione delle Poste, in confronto della quale non si poteva invocare altro titolo che la convenzione, esulava dalla competenza giudiziaria, dato il tenore della clausola compromissoria inserita nella convenzione stessa.

È manifesto che per decidere questo punto di controversia è necessario determinare preliminarmente l'oggetto della causa e la natura dell'azione promossa dalla Società, perchè se fosse da ritenere che la Società ponga a fondamento della sua domanda l'affermazione di una violazione qualsiasi, da parte dello Stato, degli obblighi assunti con la convenzione del 30 marzo 1925, ossia reclami il risarcimento di danni contrattuali, l'azione si dovrebbe ritenere di competenza degli arbitri, data l'ampiezza della formula della clausola compromissoria, non essendo seriamente discutibile che la questione sull'esistenza della violazione degli impegni assunti in un contratto si risolva in una questione sulla portata di tali impegni, e perciò sull'«interpretazione ed applicazione» del contratto medesimo. Ora, se inizialmente potè apparire incerta la ragione giuridica della domanda di indennizzo secondo l'attrice, in principalità per essersi proposta la domanda stessa alternativamente in confronto dell'Amministrazione delle Ferrovie, dalla quale è stata disposta l'elettrificazione della strada ferrata del Brennero, e delle Amministrazioni delle Finanze e delle Poste e Telegrafi, che avevano stipulata la convenzione del 1925, ogni incertezza scomparve però nel corso della causa, avendo la Società Telefonica precisato che reclamava, in sostanza, il rimborso delle spese occorrenti per lo spostamento delle sue linee, reso necessario da quell'elettrificazione. Sostenne, infatti, doversi distinguere fra le condutture telefoniche appoggiate ai pali del telegrafo che corre lungo la linea ferroviaria, e le condutture su terreno di proprietà non delle Ferrovie, e fondò la richiesta di indennizzo, quanto alla prima sulle norme dell'art. 13 del Regolamento 25 ottobre 1895, n. 642 per l'esecuzione della legge 7 giugno 1894 sulla trasmissione a distanza dell'energia per mezzo di correnti elettriche, e quanto alla seconda sui principi relativi all'immissione dannosa *in alienum;* oltre che rispetto alle une ed alle altre sulla norma dell'art. 46 della legge sull'espropriazione per pubblica utilità. Divenne così evidente che l'azione aveva una base extra contrattuale, non essendo punto intesa ad ottenere la riparazione di un'inadempienza contrattuale, o la esecuzione regolare degli accordi intervenuti, tanto più che era escluso che le Amministrazioni delle Finanze e delle Poste nell'addivenire alla concessione, alla vendita, ed alla locazione, consacrate nell'atto del 30 marzo 1925, avessero impegnato lo Stato a rinunziare alla già decretata elettrificazione della Ferrovia del Brennero, o si fossero addossate contrattualmente l'obbligo di rimborsare alla società le spese, che dal fatto dell'elettrificazione fossero per derivarle volendo mantenere in efficienza la linea telefonica; ed anzi risultava che nella convenzione erasi esplicitamente detto «che la Società obbligavasi» a costruire, ricostruire e sviluppare gli impianti, ed a mantenerli in perfetto stato di funzionamento provvedendo in ogni tempo (s'intende a proprie spese) ad introdurre le modificazioni necessarie. Escluso che si trattasse di azione fondata sul contratto, restava esclusa pure la competenza arbitrale.

P. M. Q.

La Corte a Sezioni Unite *dichiara* la competenza giudiziaria a pronunziare sulle domande della Società Telefonica delle Venezie.

(*Omissis*).

NOTA

(1) Ci sembra che la massima accolta da questa sentenza non possa dar luogo a dubbî circa la sua esattezza.

Infatti, anche supponendo fondata la discutibilissima tesi sostenuta in causa dalla Società telefonica, secondo cui dovrebbe farsi risalire allo Stato, nella sua unità di persona giuridica, una *responsabilità contrattuale* per fatto dipendente da una amministrazione diversa da quella che ha stipulato la conven-

zione col privato, ed anche supponendo applicabili (il che è altrettanto dubbio) le norme ordinarie della responsabilità contrattuale ad un negozio di diritto pubblico quale è la concessione amministrativa di pubblico servizio, appare certo come non possa ascriversi a violazione di contratto la circostanza che, per effetto della elettrificazione di un importante ramo ferroviario, legittimamente attuata dai competenti organi amministrativi, si sia reso necessario lo spostamento di preesistenti linee telefoniche.

Questo fatto non porta attentato alla concessione, in sè stessa, ma soltanto addossa al concessionario particolari oneri, che sono per legge inerenti, almeno potenzialmente, a qualunque servitù di elettrodotto, e che, appunto in virtù della legge determinano l'obbligo di un risarcimento, fondato su titolo affatto diverso da quello del *damnum iniuria datum* o, comunque, di un danno da inadempienza contrattuale.

Non si può quindi parlare di responsabilità contrattuale, là dove non vi sia violazione di contratto, e dove il contratto stesso non contenga esplicita clausola di garanzia per il danno lamentato.

Per quanto riguarda la natura pubblicistica dell'atto di concessione amministrativa, merita di essere ricordato l'importante studio del CAMMEO in *Giurisprudenza Italiana* (1925, III, 209) e, sulla questione generale dell'interferenza del diritto pubblico nella disciplina dei contratti, veggasi il recentissimo articolo del CARNELUTTI: «Contratto e diritto pubblico», apparso nel fascicolo di dicembre 1929 della *Rivista di Diritto Pubblico*.

Spostamento di linea telefonica in seguito ad elettrificazione di ferrovia. - Titolo, condizioni d'esercizio e limiti del diritto alla rifusione delle spese relative.

MASSIMA

Non costituisce violazione degli obblighi assuntisi dallo Stato con la concessione dell'esercizio telefonico ad una società privata, il fatto che per l'elettrificazione di una linea ferroviaria si renda necessario rimuovere e spostare le preesistenti condutture telefoniche, passate alla Società per effetto della concessione medesima (1).

Il diritto alla rifusione delle spese e danni relativi al suddetto spostamento non ha base nelle disposizioni della legge 25 giugno 1865, n. 2359 *sulle espropriazioni per pubblica utilità, inquantochè, tale legge riguarda esclusivamente le espropriazioni di immobili, o i danni derivanti ai fondi privati dall'esecuzione di opere pubbliche* (art. 46), *mentre la concessione governativa del servizio telefonico non ha carattere immobiliare* (2).

Neppure può ricercarsi la base di tale diritto in una responsabilità per colpa, o per indebita «inmissio in alienum», perchè tale responsabilità ha come presupposto una «iniuria» o comportamento illecito; mentre nella fattispecie l'amministrazione delle ferrovie nel procedere alla elettrificazione della ferrovia di cui si tratta non ha ecceduto dai limiti dei propri diritti.

Il diritto alla rifusione delle spese occorse per lo spostamento deriva dall'art. 13, *secondo capoverso, del Regolamento* 25 *ottobre* 1895, *n.* 642 *per l'esecuzione della legge* 7 *giugno* 1894, *n.* 232 *sulla trasmissione a distanza dell'energia elettrica; ma l'esperimento in sede giudiziaria del diritto medesimo è subordinato al preventivo accertamento in sede amministrativa delle «ragionevoli prescrizioni» di cui al primo capoverso del citato art.* 13.

La disposizione dell'art. 5 *della legge* 3 *maggio* 1903 *sui telefoni, per la quale il proprietario del fondo su cui passano fili telefonici può sempre fare nel fondo stesso qualunque innovazione senza essere tenuto a indennizzi qualora queste rendano necessaria la rimozione ed il diverso collocamento di quei fili, si applica non soltanto nel caso di servitù di elettrodotto imposta coattivamente, ma anche in quello di servitù consentita dal proprietario del fondo* (3).

Cassazione del Regno, Sezione Civile, 4 luglio 1929-VII. Pres. D'Amelio, Rel. Messa. P. M. Santoro (concl. conf.) in causa AMMIN. POSTE E TELEGRAFI, AZIENDA DI STATO PEI SERVIZI TELEFONICI, MINISTERO FINANZE, AMMIN. DELLE FERROVIE DELLO STATO, SOCIETÀ ITALIANA TELEFONICA DELLE VENEZIE.

FATTO

Con convenzione del 30 marzo 1925, approvata con R. Decreto 23 aprile 1925, n. 506, i Ministeri delle Finanze e delle Comunicazioni, rappresentati dai rispettivi Ministri, fecero concessione ad una «Società Anonima Telefonica delle Venezie», da costituirsi entro un mese, dell'esercizio dei telefoni nelle provincie venete, alle seguenti condizioni principali: 1° cessione alla società della rete già in esercizio, con affitto degli stabili nei quali avevano sede gli impianti urbani ed interurbani, e vendita degli impianti interni, esterni, e delle scorte; 2° obbligo della società di costruire, ricostruire e sviluppare in relazione alle esigenze del pubblico servizio, gli impianti della zona, e di mantenerli in perfetto stato di funzionamento, provvedendo in ogni tempo ad introdurre in essi quelle modificazioni, che a tale scopo si rendessero necessarie; 3° clausola compromissoria relativamente a tutte le questioni che potessero sorgere riguardo all'interpretazione ed applicazione della convenzione.

Avendo successivamente l'amministrazione delle Ferrovie dello Stato iniziato i lavori per l'elettrificazione della Ferrovia del Brennero, lungo la quale corre pure una linea telefonica, in esecuzione del Decreto 31 luglio 1921 del Ministro dei Lavori Pubblici, emanato in base al R. Decreto Legge 2 maggio 1920, n. 597, la Società Telefonica delle Venezie, con citazione 10 settembre 1926 convenne avanti il Tribunale di Venezia «l'Amministrazione dello Stato in persona del Ministro delle Comunicazioni e del Ministro delle Finanze», nonchè «l'Amministrazione Autonoma delle Ferrovie dello Stato in persona del Capo Compartimento di Venezia» chiedendo di «essere indennizzata dalla seconda, o quanto meno dalla prima, di tutte le spese e danni a cui avrebbe dovuto sottostare per effetto di tale elettrizzazione», la quale rendendo inutilizzabili gli impianti telefonici esistenti nella sede stessa della linea ferroviaria, od in prossimità della medesima, obbligava la società a trasferirli a notevole distanza. In giudizio sostenne doversi distinguere fra le «condutture telefoniche sovrastanti alla proprietà dello Stato» e precisamente a quelle appoggiate ai pali del telegrafo, che corre lungo la linea ferroviaria, e le «condutture su terreno in proprietà non delle Ferrovie dello Stato», la richiesta di indennizzo trovando fondamento, quanto alle prime, nella norma dell'art. 13 del Regolamento 25 ottobre 1895 n. 642, e quanto alle seconde nei principi relativi all'immissione dannosa «in alienum», oltre che rispetto alle une ed alle altre nella disposizione dell'art. 46 della legge sull'espropriazione per pubblica utilità.

La difesa erariale in rappresentanza dell'Amministrazione concedente, e, cioè dell'Amministrazione delle Poste e Telegrafi, eccepì pregiudizialmente l'incompentenza dell'autorità giudiziaria, derivante dall'inserzione della clausola compromissoria nella convenzione. Nel merito oppose di non essere tenuta a rispondere come contraente perchè il fatto, di cui dolevasi la società, era stato posto in essere da altra amministrazione, contro la quale unicamente era proponibile la domanda. In rappresentanza, poi, dell'amministrazione ferroviaria, obbiettò il principio dell'art. 5 cap. 4° del T. U. 3 maggio 1903 delle leggi sui telefoni n. 196; la non ammissibilità nel nostro diritto della teoria della responsabilità senza colpa, e la non applicabilità in concreto della norma dell'art. 13 del regolamento 25 ottobre 1895, che suppone l'esistenza di più elettrodotti su fondo altrui.

Il Tribunale ritenne non invocabile la clausola compromissoria, non trattandosi nel caso concreto di interpretare ed applicare la convenzione, ma facendosi questione di responsabilità pel fatto estraneo. Affermò l'unicità delle amministrazioni dello Stato, in relazione all'unità della personalità giuridica di questo, e dichiarò lo Stato stesso, rappresentato dal Ministero delle Comunicazioni, in obbligo di pagare l'indennizzo richiesto dalla società unicamente in quanto non gli era consentito, dopo aver fatta la concessione, di renderla parzialmente inutilizzabile, respingendo la tesi della responsabilità senza colpa, e della responsabilità per l'art. 46 della legge sull'espropriazione forzata per utilità pubblica, sulle quali particolarmente la parte attrice aveva fondate le sue istanze.

Le amministrazioni dello Stato interposero appello, ma la Corte di Venezia confermò nel dispositivo la sentenza di primo grado. Dichiarò dovuto il risarcimento: *a*) in applicazione sia dei «principi generali» proclamati dall'art. 29 dello Statuto del Regno e dall'art. 448 del Codice Civile, sia delle norme sull'espropriazione per utilità pubblica; *b*) per i principi sull'«inmissio in alienum»; *c*) come «effetto d'una violazione contrattuale»; *d*) infine, a mente dell'art. 13 del Regolamento 25 ottobre 1895.

Le amministrazioni dello Stato ricorrono contro questa sentenza, prospettando tre motivi di annullamento.

Nel primo denunciano la contraddizione, nella quale è caduta la Corte di Appello, che dopo avere riconosciuto il principio dell'individualità ed autonomia delle singole amministrazioni dello Stato, lo ha disapplicato, non solo col tenere in causa le varie amministrazioni convenute perchè rispondessero l'una del fatto e delle obbligazioni contrattuali dell'altra, ma anche col confermare la pronuncia del Tribunale, che quel principio aveva negato condannando il Ministero delle Comunicazioni nella generica rappresentanza dello Stato, tenuto a rispondere dei danni, in forza dell'obbligo assunto con la concessione, di non ostacolarne la pratica attuazione. Aggiungono che l'azione

spiegata dalla società, in quanto azione per l'indennizzo dovuto per la violazione della convenzione, e, ad ogni modo, in quanto proposta contro l'amministrazione delle Poste, in confronto della quale il solo titolo invocabile era la convenzione, avrebbe dovuto, a norma della convenzione, essere proposta avanti il collegio arbitrale.

Nel secondo motivo, proposto per il caso si ritenga avere la Corte inteso di coinvolgere l'amministrazione delle Poste nella condanna pronunciata contro il Ministero delle Comunicazioni senz'altra individuazione, si sostiene che a torto l'amministrazione stessa fu ritenuta responsabile dei danni derivati dall'elettrificazione della linea ferroviaria, disposta dall'amministrazione delle Ferrovie dello Stato, e cioè, da un fatto per il quale la società non ha titolo nella convenzione per chiedere il risarcimento.

Il terzo motivo, poi, riguarda le singole ragioni di responsabilità ritenute dalla Corte di merito, alla quale il ricorso addebita la violazione o mala intelligenza ed applicazione delle disposizioni di legge e dei principi di diritto richiamati. Questa Corte a Sezioni Unite ha già affermata la competenza giudiziaria, escludendo quella arbitrale, nel riflesso che, se in origine poteva apparire incerta la ragione giuridica della domanda attrice, specialmente perchè questa era stata proposta alternativamente contro l'Amministrazione delle Ferrovie dello Stato, che procedeva all'elettrificazione, causa dei lamentati danni, e contro le Amministrazioni delle Finanze e delle Poste, che avevano stipulata la convenzione del 30 marzo 1925, in seguito, però, erasi chiarito che la società reclamava il rimborso della spesa occorrente per lo spostamento delle sue linee, reso necessario da quell'elettrificazione, proponeva, cioè un'azione avente base non già nel contratto, ma fuori di esso, e proponibile, pertanto, unicamente in confronto dell'amministrazione alla quale dovevasi il fatto dannoso. Ora la clausola compromissoria riguardava soltanto le questioni circa « l'interpretazione ed applicazione » delle clausole della convenzione.

Da questo chiarimento della natura dell'azione promossa, non solo discendeva l'esclusione della competenza arbitrale, ma, logicamente, anche la necessità di limitare il contraddittorio all'Amministrazione Ferroviaria, unica legittima contraddittrice della società stando sia al primo dei titoli di indennizzo fatto valere dall'attrice (risarcibilità dei danni a mente dell'art. 46 della legge sull'espropriazione per pubblica utilità) che al secondo (risarcibilità per le regole dell'inmissio in alienum), ed al terzo (risarcibilità in base all'art. 13 del regolamento 25 ottobre 1895).

Bene è vero che la amministrazioni statali non costituiscono persone distinte, e si ricompongono ad unità nell'unità dello Stato; però è anche certo che a ciascuna la legge assegna una particolare sfera di azione, entro la quale ciascuna opera ad esclusione delle altre, rappresentando e vincolando a mezzo dei propri funzionarî lo stato quale soggetto di diritto ed obblighi. Il che è vero pure se, ai fini dell'uniformità di indirizzo, o per opportunità di collaborazione, o per altre ragione d'ordine pubblico a più amministrazioni venga data una suprema direzione comune, quando ciò malgrado non rimanga annullata la rispettiva loro autonomia, come si verifica appunto riguardo alle amministrazioni delle Poste e dei Telegrafi, e delle Ferrovie dello Stato, costituite, nell'attuale nostro ordinamento positivo, in aziende autonome, che oggi si trovano a far parte del Ministero delle Comunicazioni. Ben meritate sono, adunque, le censure, che si contengono nei due primi motivi del ricorso, avendo la Corte di Appello, pur ammettendo in linea di principio l'autonomia delle varie amministrazioni statali, ritenuta priva d'importanza la questione relativa alla delimitazione del contraddittorio, perchè, qualunque sia l'amministrazione dalla quale è partito l'ordine « del fatto produttivo del danno, e qualunque quella alla quale nei rapporti interni », fra le Amministrazioni Statali, deve fare carico l'indennizzo, la responsabilità del fatto medesimo e l'obbligo del risarcimento risalgono all'unico vero soggetto passivo dell'azione, lo Stato.

In massima, poi, appariscono esatte anche le censure contenute nel terzo motivo, riguardante le ragioni o, come dice la sentenza impugnata, le « determinanti » giuridiche della condanna.

A) Non è possibile, anzitutto, come già si è accennato a proposito della competenza, dare per fondamento alla domanda di indennizzo la violazione del contratto, perchè riguardo all'elettrificazione della strada ferrata dalle amministrazioni concedenti, o, se vuolsi, dallo Stato, non si sono contrattualmente assunti verso la concessionaria impegni, dei quali a questa sia dato ora lamentare a buon diritto la violazione. Secondo la Corte di Appello il provvedimento dell'Amministrazione Ferroviaria costituisce, nei rapporti dello Stato con la società telefonica, una violazione degli obblighi contrattuali, in quanto ha per effetto l'« annullamento della concessione ». L'inammissibilità di una consimile concezione giuridica risulta evidente appena si consideri che la « concessione » riguarda « l'esercizio della telefonia pubblica nelle provincie venete » e che tale esercizio, non solo non è reso impossibile, ma non riceve neppure restrizione dalla disposta elettrificazione della ferrovia, potendo continuare in tutta la sua pienezza purchè, come prescrive la convenzione, la società mantenga gli impianti in istato di funzionamento, adottando le modificazioni, e le altre misure del caso. Ed in realtà i danni, dei quali reclama il risarcimento, non si fanno consistere dall'attrice nell'asserito annullamento della « concessione » o in una revoca arbitraria, totale o parziale, della medesima, sibbene nell'inutilizzabilità dell'impianto attuale, ossia del materiale che formò oggetto, non già di concessione da parte dell'Amministrazione delle Poste e dei Telegrafi, ma di vendita od affitto da parte dell'Amministrazione delle Finanze. Non si può pertanto accettare la conclusione alla quale è pervenuta la sentenza impugnata a seguito di siffatta erronea impostazione della questione della risarcibilità del danno lamentato, e, cioè, che lo Stato sia tenuto all'indennizzo in quanto « non può annullare le concessioni fatte regolarmente se non a condizione di indennizzare i concessionari ».

B) Su terreno più consistente si pone la Corte di merito quando si riporta ai principi relativi all'espropriazione per pubblica utilità, inspirati al concetto fondamentale che lo Stato, per l'attuazione dei suoi fini, ben può richiedere il sacrificio della proprietà del singolo, ma deve un indennizzo al proprietario. Però erra allorchè ritiene applicabili senz'altro al caso concreto le norme positive della legge 25 giugno 1865, n. 2359. Basta riflettere che questa legge riguarda l'espropriazione degli immobili, mentre di nessun immobile rimane privata la società attrice in conseguenza dell'elettrificazione della ferrovia, anzi neppure viene a soffrire la perdita dei beni mobili, come fili, pali, apparecchi, o di diritti, ma solo è posta nella necessità di incontrare una spesa per continuare l'esercizio della concessione. Ed è frutto di manifesto equivoco l'osservazione della Corte di Appello che l'applicabilità delle norme della legge sull'espropriazione per pubblica utilità risulti anche da ciò che nell'art. 3 del R. Decreto legge 2 maggio 1920, autorizzante il Ministero dei Lavori pubblici (dal quale allora dipendevano le Ferrovie dello Stato) a determinare con suoi decreti le linee ferroviarie da elettrizzare, attribuisce a tali decreti valore di dichiarazione di pubblica utilità agli effetti della legge 25 giugno 1865. Così disponendo il decreto-legge ha voluto semplicemente uniformarsi a quanto stabilisce il capoverso dell'art. 9 di quella legge, secondo il quale non v'è d'uopo di apposita dichiarazione di pubblica utilità per i lavori accessori occorribili nella costruzione delle ferrovie pubbliche, la cui esecuzione sia autorizzata da una legge, dovendo l'approvazione dei relativi progetti da parte del Ministro dei Lavori Pubblici avere valore di dichiarazione di pubblica utilità a tutti gli effetti della legge sull'espropriazione: e, cioè ha provveduto in ordine alle espropriazioni che si rendessero necessarie per l'elettrificazione (occupazioni permanenti o temporanee di stabili), e non ha inteso punto di proclamare che quanto fosse per verificarsi in occasione od a causa dell'elettrificazione dovesse trovare la sua norma regolatrice nella legge sull'espropriazione per utilità pubblica. Non si può neppure convenire nell'avviso della società che l'indennizzo sia dovuto in forza del testuale disposto dell'art. 46 di detta legge, nel quale è stabilita la regola della risarcibilità dei danni derivabili, all'infuori di ogni espropriazione, ai proprietarî di fondi dall'esecuzione dell'opera pubblica per perdita o diminuzione di diritto, non avendo « in lege condita » natura di diritto immobiliare la concessione governativa ed il modo d'esercizio di essa (art. 415 e 418 Cod. Civ.). Certo il principio informatore di questa norma è invocabile anche in casi analoghi quando non provveda ad essi una speciale disposizione di legge: ma l'applicazione analogica si giustifica solo se può escludersi nei singoli casi l'esistenza della speciale disposizione; il che non si avvera nel caso presente.

C) Non appaga neppure il richiamo della Corte alla teoria dell' « inmissio in alienum », teoria di incerta base, e, ad ogni modo, di assai limitata applicazione. Il canone fondamentale anche nel moderno nostro diritto è che non si incorre in responsabilità, fino a che si resta nei limiti dell'esercizio legittimo del proprio diritto (« qui suo iure utitur neminem laedit »). I limiti dell'esercizio legittimo di un diritto non possono che risultare dalla legge, esplicitamente, se la legge stabilisce delle norme, generali o speciali, per regolare la collisione dei diritti, implicitamente, se all'uopo non provvedono che i supremi princiṕî della convivenza sociale. Solo quando si verifichi la violazione di quelle norme o di questi principi, l'*iumissio in alienum* è veramente illecita, e fa sorgere l'obbligo del risarcimento del danno: il quale, però non ha, come particolare base giuridica, una ragione sua propria, ma discende ancora dal principio

della responsabilità per ogni danno «iniuria datum», perchè quando si oltrepassano i limiti dell'esercizio legittimo di un diritto non si agisce più *iure*, ed «omme quod non iure fit est iniuria». Così, ben si comprende come nel caso ricordato dalla resistente sia stato tenuto rcsponsabile di danni il proprietario di uno stabilimento, il quale nell'esercizio della sua industria aveva immesso gas venefici, sul fondo altrui, perchè il diritto al godimento di una cosa non può comprendere la facoltà di impunemente intossicare le acque, l'aria od il terreno del vicino. Se anche ciò non risultasse da espliciti divieti legislativi, dovrebbe ritenersi in base alle norme elementari della vita civile. Vi era stato, adunque, anche in quel caso un esercizio illegittimo del diritto, e la sanzione della condanna ai danni era inevitabile e derivava dall'applicazione delle regole ordinarie sulla colpa. Questa era «insita in re», e non doveva essere ricercata nell'intenzione dell'agente. La ricerca dell'intenzione dell'agente, del resto, non ha in generale alcuna importanza per le risoluzioni della questione della responsabilità per colpa; perchè a stabilire tale responsabilità basta il fatto compiuto «iniuria»: mentre il proposito di fare un'azione oltrepassante i limiti del diritto proprio, e per questo lesiva del diritto altrui, può soltanto portare ad un aggravamento di responsabilità. Nel caso concreto neppure dalla società si assume che l'Amministrazione delle Ferrovie dello Stato nel procedere all'elettrificazione della linea del Brennero in esecuzione di una legge, abbia ecceduto i limiti dei diritti propri, invadendo illegittimamente la sfera dei diritti altrui: nè le regole della responsabilità per colpa, nè quelle dell'indebita «inmissio in alienum» possono, perciò, trovare applicazione.

D) E non resta che vedere se la domanda di indennizzo abbia una base in alcuna delle disposizioni delle leggi speciali disciplinanti la natura delle condotte elettriche.

Le regole generali in materia risultano dall'art. 13 del Regolamento 25 ottobre 1895, n. 642, emanato per l'esecuzione della legge 7 giugno 1894, n. 232 sulla trasmissione a distanza dell'energia elettrica, e dall'art. 5 cap. 4° del T. U. 3 maggio 1903, n. 156 delle leggi sui telefoni: entrambi ricordati anche dalla sentenza impugnata, ma male da essa applicati;

I) L'art. 13 del Regolamento 25 ottobre 1895 prevede appunto il caso che si voglia stabilire una conduttura elettrica sul percorso di altre condutture, e linee telefoniche o telegrafiche, e dispone che si debba anzitutto accertare quale sia la parte che ha titolo di preminenza per motivi di pubblico servizio ovvero che, a parità di titoli, sia prevalente per ragioni di preesistenza: e successivamente «concordare» le «ragionevoli prescrizioni per la tutela del regolare esercizio di ciascuna condutura e linea». Se le «prescrizioni concordate» aggiunge la legge, «esigono lo spostamento o la modificazione dei conduttori le spese relative saranno a carico di chi le rende necessarie».

Infine l'articolo accorda alle pubbliche Amministrazioni competenti la facoltà di ordinare «lo spostamento delle condutture elettriche per imprescindibili ragioni di pubblico servizio». Il principio dell'obbligo della corrisponsione di un'indennità, sotto forma di rimborso di spese, a carico della parte che rende necessario «lo spostamento o la modificazione dei conduttori» delle altre parti, è qui, come del resto, nell'art. 21 del Regolamento 21 maggio 1903, n. 253 per l'applicazione della legge sui telefoni, esplicitamente affermato. Però è affermato pure che sia la valutazione preliminare dei titoli di preminenza per ragione di pubblico servizio e per preesistenza, sia la determinazione delle «ragionevoli prescrizioni per la tutela del regolare esercizio di ciascuna conduttura», e la determinazione delle modificazioni ai conduttori e degli spostamenti necessari, debbono seguire in sede amministrativa, avanti le competenti autorità, con questa distinzione che, cioè, per i titoli di prevalenza è possibile anche il ricorso all'autorità giudiziaria, che perciò viene espressamente fatto salvo («...fino a ragione conosciuta in via giudiziaria...»), onde la decisione in sede amministrativa ha carattere soltanto provvisorio, mentre le «ragionevoli prescrizioni per la tutela del regolare esercizio», le modificazioni dei conduttori» e gli «spostamenti» sono determinati in quella sede discrezionalmente e perciò definitivamente; tanto che la legge non fa a questo proposito accenno alla possibilità di reclamo giudiziario. Nel caso presente non potevasi certo far questione del titolo di preminenza; perchè, quanto all'elettrificazione della ferrovia, essa risultava già dal Decreto Ministeriale che l'elettrificazione stessa aveva disposta in attuazione della legge del 1920, nonchè dal R. Decreto-legge 1° febbraio 1922, che aveva autorizzata la spesa straordinaria di 150 milioni di lire per lo spostamento di linee telegrafiche e telefoniche, in dipendenza dell'elettrificazione delle ferrovie. Ma per tutto il resto non potevasi fare a meno della trattazione in sede amministrativa, e delle determinazioni dell'autorità amministrativa competente.

Il rimborso delle spese alle quali la società è costretta dall'iniziata elettrificazione della via ferrata, potrà essere chiesta giudizialmente in difetto di accordo, solo dopo che amministrativamente si saranno stabilite quelle provvidenze che la società dovrà adottare: e cioè se «modificazioni ai conduttori», o «spostamento di linee», e, dato che occorra lo spostamento, se questo debba essere indipendente dallo spostamento delle linee telegrafiche, o non possa, a risparmio di spese, aver luogo congiuntamente al medesimo, approfittando la società dei nuovi impianti delle linee telegrafiche, come il Ministero delle Comunicazioni aveva proposto con la sua lettera del 9 agosto 1926 per le linee telefoniche già appoggiantisi per l'intero loro percorso, o per una parte di esso, sulle palificazioni dell'Amministrazione delle Poste e Telegrafi. La domanda di indennizzo spiegata dalla società avrebbe dovuto, pertanto, dichiararsi prematuramente proposta.

II) Secondo l'art. 5, cap. 4° della legge 3 maggio 1903 sui telefoni, il proprietario del fondo, sul quale si appoggiano o passano fili telefonici «ha sempre facoltà di fare sul fondo stesso qualunque innovazione, ancorchè questa importi la rimozione ed il diverso collocamento di quei fili, nè per ciò è tenuto ad alcuna indennità». Poichè la linea telefonica, della quale l'elettrificazione della Ferrovia del Brennero minaccia di disturbare il funzionamento, in parte corre su terreno di proprietà dell'Amministrazione delle Ferrovie, appoggiata ai pali della linea telegrafica, l'innovazione introdotta dall'Amministrazione proprietaria, per quanto possa importare la rimozione dei fili, non legittimerebbe, secondo quella disposizione, la pretesa dell'indennità. La resistente afferma il contrario, osservando che l'art. 5 riguarda il caso di servitù di elettrodotto imposta, non quello di servitù consentita. Veramente la legge non distingue, e sarebbe ingiusto che il proprietario, il quale, a termini dell'art. 4 cap. 2° del Regolamento, avesse, per spirito di arrendevolezza, assentito volontariamente al passaggio ed all'appoggio della linea telefonica sulla sua proprietà, senza l'intervento del decreto prefettizio e l'adempimento delle formalità stabilite nello stesso art. 5, fosse trattato più duramente del proprietario arresosi solo di fronte al decreto del Prefetto, al deposito dell'indennità, ecc. mentre in entrambi i casi ricorre quella medesima ragione di favore della proprietà terriera ed edilizia, che dà ragione della disposizione in parola. Ad ogni modo nel caso presente è escluso che la società resistente potesse pensare nel 1925, allorchè otteneva la concessione, allo stabilirsi a suo favore, quasi per destinazione del *pater familias*, di una permanente servitù di passaggio ed appoggio dei fili telefonici sulla proprietà dello Stato (servitù anteriormente non concepibile per il principio che «nemini res sua servit»), perchè già da anni era stata decretata l'elettrificazione della ferrovia ed in considerazione di essa era stato fatto per Decreto legge lo stanziamento delle somme occorrenti per l'allontanamento delle linee telegrafiche e telefoniche. Essendo mancata formalmente la costituzione della servitù, e non potendosi desumerla dallo stato di fatto esistente al tempo della convenzione perchè vi si oppone la situazione di diritto che erasi venuta formando, la Corte di merito non avrebbe dovuto escludere l'applicabilità della norma dell'art. 5 cap. 4° nei rapporti tra le ferrovie e la società telefonica.

P. Q. M.

La Corte: visto l'art. 542 Cod. Proc. Civ. accoglie il ricorso e cassa la sentenza impugnata, rinviando la causa per nuovo esame, alla Corte di Appello di Milano, che statuirà anche sulle spese del presente grado di giudizio.

(*Omissis*).

NOTA

(1) Questa prima massima non è che la riaffermazione del principio accolto — agli effetti dell'indagine sulla competenza — dalla sentenza delle Sezioni Unite, sopra riportata. Ci richiamiamo quindi, per questo punto, alla nostra nota in calce alla sentenza suddetta.

(2) La seconda massima, per quanto in sè stessa corretta, implica però una contraddizione con la precedente, in quanto esclude la applicabilità nel caso concreto della legge sulle espropriazioni per pubblica utilità, in base al riflesso, che la «concessione» non crea diritti di natura immobiliare, mentre poco prima aveva affermato *che non si tratta nella fattispecie di una lesione dei diritti nascenti dalla concessione*.

A nostro parere la esclusione della applicabilità della legge sulle espropriazioni avrebbe potuto più correttamente arguirsi dal concetto, adombrato in altra parte della sentenza, che il rapporto controverso è regolato da disposizioni di carattere speciale (art. 13 del Regolamento 1895 sulla servitù di elet-

trodotto) le quali forniscono un autonomo titolo giuridico alla domanda di risarcimento.

In ogni modo, date le premesse, non si vede perchè la sentenza abbia soffermato il proprio esame sulla natura dei diritti nascenti dalla concessione, in luogo di esaminare — coerentemente alla prima massima — se avessero, o meno, natura immobiliare, i diritti della società che risultavano specificamente lesi dalla sopravvenuta elettrificazione: e cioè i diritti sulle condutture telefoniche e le relative servitù.

(3) Questa massima non ci sembra controvertibile, poichè l'art. 5 della legge non enuncia in proposito alcuna distinzione e: «*ubi lex non distinguit, nec nos distinguere debemus*».

Responsabilità per morte da fulminazione. - Ripari prescritti. - Corone di spuntoni e targhe di segnalazione.

MASSIMA

L'utente di una conduttura elettrica ad alto potenziale non è tenuto a provvedere in modo continuo alla riverniciatura delle targhette segnalanti il pericolo di morte, nè a munire le antenne che sostengono i fili di corone di spuntoni, limitandosi l'art. 10 *del Regolamento* 25 *ottobre* 1895, *n.* 642 *a prescrivere che i sostegni dei fili conduttori siano «muniti di ripari atti ad impedire che si acceda ai conduttori stessi senza l'aiuto di scale o di mezzi analoghi».*

Per conseguenza l'utente della conduttura non è responsabile penalmente della morte di un fanciullo arrampicatosi sopra un'antenna per impadronirsi di un nido d'uccelli e rimasto fulminato dalla corrente, se l'antenna medesima sia protetta alla base da un rivestimento in cemento o in muratura, il quale impedisca di salirvi senza l'aiuto di scale od altri mezzi consimili.

Tribunale Penale di Roma, Sez. IX, 8 novembre 1929. Pres. Zucconi. Ing. Leone Guido Fano; Del Moro.

SENTENZA

Nella causa penale

CONTRO

1°) *Fano Leone Guido* di Giacomo, di anni 49, da Padova abitante in Roma in Piazza Poli, 14 - libero - presente;
2°) *Del Moro Pietro* fu Matteo, di anni 48, da Genova, abitante in Roma Viale del Lazio 45 - libero - non comparso;

IMPUTATI

del delitto previsto dall'art. 371 Codice Penale per avere per imprudenza e inosservanza dei regolamenti, cagionato la morte del bambino Zaccaria Luigi, avvenuta in Tivoli il 30 giugno 1924 essendo il predetto Zaccaria salito sopra un palo sostenente fili elettrici ad alta tensione e che era sprovvisto dei prescritti ripari e della prescritta corona di spuntoni di ferro atti ad evitare pericoli per l'altrui incolumità.

In esito all'odierno dibattimento.

Sentiti il Pubblico Ministero, il difensore avv. Persico e l'imputato Fano, presente, essendo l'altro imputato deceduto nelle more del giudizio.

IN FATTO E IN DIRITTO

Ritenuto in fatto che nel giorno 30 giugno 1924 veniva rinvenuto morto ai piedi di una antenna sostenente fili elettrici ad alta tensione in località Colle Cacioppo e precisamente nei pressi del cimitero di questa città, il ragazzo Zaccaria Luigi fu Gaspare di anni 10.

Facili a intuire le cause della morte data la posizione del cadavere, dato il punto dove questo fu rinvenuto e dato il fatto che il ragazzo stringeva ancora nella immobilità della morte un nido di uccelli.

Chiaro quindi si era che il ragazzo stesso nella incoscienza della sua età, doveva essersi arrampicato lungo l'antenna per prendere uno dei tanti nidi di uccelli che vi si trovavano, e nel far ciò aveva toccato qualcuno dei fili elettrici rimanendo fulminato e precipitando conseguentemente a terra, ove poco dopo era stato rinvenuto dagli altri ragazzi De Santis Paris e Sciarretta Nello.

Fatto visitare il cadavere da un sanitario questi emetteva il seguente giudizio: «Essendo evidente la causa della morte «avvenuta unicamente in seguito alla ustione di terzo grado «provocata dalla corrente elettrica ad alta tensione ed alla «commozione generale dovuta alla caduta dall'alto, ritengo «superfluo procedere alla autopsia. La morte risale a circa «quaranta ore».

Espletatesi le indagini del caso, dopo essersi dubitato della responsabilità di altre persone, contro le quali però l'istruttoria non condusse ad esiti positivi poichè mentre uno dei sospettati, nel frattempo decedeva e nei confronti di un altro, Marconi Giuseppe, veniva emessa dal Giudice Istruttore sentenza di non luogo per non avere concorso al fatto, venivano rinviati a giudizio gli attuali imputati per rispondere del reato come sopra loro ascritto.

Successivamente però in data 30 giugno 1926 decedeva, come da certificato esistente in atti, anche l'imputato Del Moro Pietro e quindi il dibattimento celebravasi unicamente alla presenza dell'imputato Ing. Leone Guido Fano.

Considerato che il Fano si è difeso prospettando due diverse considerazioni. Esso cioè ha innanzi tutto affermato che, nella sua qualità di Direttore dei servizi elettrici presso la sede della Soc. Elettricità e Gas di Roma, non poteva a lui risalire responsabilità alcuna in relazione alla morte del ragazzo Zaccaria Luigi, spettando ad altri provvedere alle disposizioni concernenti la esecuzione dei lavori e la manutenzione delle linee.

Ha rilevato poi che in ogni ipotesi responsabilità penali nel caso non possono esservi in quanto l'impianto della linea era stato effettuato secondo le norme regolamentari tendenti ad evitare disgrazie mentre nel caso concreto la disgrazia sarebbe avvenuta unicamente per la imprudenza imprevedibile ed inevitabile della stessa vittima.

Considerato che è logico che prima di addivenire all'esame dell'eventuali singole responsabilità, il Tribunale deve vedere se di responsabilità penale possa in genere trattarsi, poichè, se a tale quesito dovesse rispondersi negativamente, superflua apparirebbe qualsiasi ulteriore indagine.

Come e per quale causa sia avvenuta la morte del povero bambino Zaccaria Luigi, risulta chiaramente dagli accertamenti generici. Resta quindi solo a vedersi se le condizioni nelle quali era stata posta l'antenna sostenente i fili, sulla quale salì e dalla quale di poi precipitava fulminato il ragazzo fossero tali da costituire una qualsiasi responsabilità a carico di alcuno per imprudenza, negligenza e inosservanza di regolamenti.

Lo stato di fatto, come risulta anche dalla perizia giudiziaria, era questo: l'antenna era costruita secondo le norme comuni ed era circondata alla sua base da un piedistallo a cemento, alto circa due metri, tendente appunto ad impedire, data la mancanza di ogni presa sulle relative pareti, che alcuno potesse con semplice agilità personale compiere la insalizione delle pareti stesse per poi raggiungere i ferri dell'antenna e proseguire nella scalata.

Tutto ciò è pacifico.

Senonchè gli elementi che indussero a prospettare una ipotesi di colpa in coloro che erano addetti ai lavori ed alla manutenzione di questi sono due: si accennò cioè al fatto che la targhetta coi segnali «pericolo di morte» che si trovava realmente affissa sull'antenna, fosse sbiadita e quindi inservibile ai fini per i quali era posta: e ciò lo si dedusse dal fatto che, quando il perito, dopo diversi giorni dalla disgrazia, si recò sul posto constatò che la targhetta stessa, portava tracce di inverniciatura recente e probabilmente quindi posteriore al giorno della disgrazia, si volle quindi dedurne che anche nel caso in esame potesse trovare applicazione il vecchio detto, che cioè si fosse chiusa la stalla dopo scappati i buoi; altro capo od elementi di responsabilità, *si volle trovare nel fatto che sulla antenna non fu riscontrata la corona di spuntoni di ferro* che trovasi in altre palificazioni. Considerato che quanto al primo elemento non si è potuto in modo certo stabilire che realmente la targhetta sia stata riverniciata dopo la disgrazia, *ma in compenso si è accertato che la targhetta era apposta anche in precedenza in modo pur sempre visibile.*

Ciò stante ogni elemento di colpa viene a cadere quanto a tal punto, poichè, data la quantità e la estensione delle linee e la posizione nella quale si trovano le antenne, esposte necessariamente a tutte le intemperie e collocate talvolta in località poco accessibili, *non può logicamente pretendersi che l'utente provveda in modo continuo alla verniciatura di tali targhette tanto da renderne il loro aspetto sempre in condizioni perfette.*

Venendo quindi al secondo argomento di accusa, sul quale maggiormente si appoggia la perizia in atti, *è certo che la così detta corona di spuntoni non esisteva*, MA NON CREDE IL TRIBUNALE CHE TALE CIRCOSTANZA DI FATTO POSSA COSTITUIRE UNA COLPA QUALSIASI.

Le trasmissioni a distanza, come ricorda lo stesso perito, sono regolate dalla legge 7 giugno 1894, n. 232 e dal regolamento 25 ottobre 1905 n. 642.

L'art. 10 di tale regolamento dice:

« Nell'impianto e nell'esercizio delle condutture elettriche « l'utente sarà tenuto ad attuare, sotto la sua responsabilità, « tutti i provvedimenti intesi a garantire la incolumità delle « persone e l'uso delle cose, che saranno in ogni caso consigliati « dalla scienza e dalla pratica, e ad osservare inoltre le seguenti « norme generali ».

(*Omissis*).

« 6°) I pali, le mensole e gli altri sostegni per conduttori, « sui quali si abbiano potenziali pericolosi, dovranno essere « muniti di ripari atti *ad impedire che si acceda ai conduttori « stessi senza l'aiuto di scale o di mezzi analoghi* ».

Da tali disposizioni deducesi che non si è creduto opportuno di specificare ed imporre le modalità di tali ripari lasciandole al criterio dei tecnici e ciò ben logicamente, in quanto che sarebbe stato più che inopportuno, assurdo, costringere entro precise norme, provvedimenti, che, dato il continuo sviluppo e le continue modificazioni che avvengono in tali aziende industriali, avrebbero dovuto modificarsi continuamente con una serie di regolamenti nuovi.

Sta di fatto quindi che la mancanza della corona di spuntoni non costituisce di per sè alcuna inosservanza di regolamento, e solo quindi deve vedersi se tale mancanza costituisca in genere elemento di negligenza od imprudenza.

La risposta negativa anche a tale questione risulta chiara dagli accertamenti processuali, e più particolarmente dall'affermazione di persone tecniche, che sono venute a deporre in proposito.

È stato affermato infatti all'orale dibattimento che se la detta corona di spuntoni è usata in alcune palificazioni, non è però, come del resto lo stesso perito giudiziale ammette, di uso generale, poichè anzi la pratica ha insegnato che un tale sistema può essere più dannoso che utile, poichè gli spuntoni, che pur debbono essere messi in modo da lasciar libera la insalizione agli addetti ai lavori che, per ragioni di urgenza e di ubicazione di molte antenne, non possono servirsi di scale o di altri mezzi, possono invece servire di appoggio a chi, dotato della necessaria agilità, cerchi di arrampicarsi sulle antenne stesse.

Ed i tecnici hanno invece affermato che il sistema più utile, e quindi più convenientemente praticato, è quello di rivestire le basi delle antenne con una muratura, che, non prestandosi ad essere intaccata e scalata, può ostacolare se non impedire, la insalizione di chi voglia salire sull'antenna.

È ben vero che trattasi di ostacoli e non già di assoluti impedimenti, poichè umanamente impossibile è porre le cose in modo che la salita sulle antenne divenga completamente impossibile.

Nel caso in esame ad esempio il ragazzo Zaccaria, deve avere avuto l'aiuto di qualcosa che gli abbia permesso di sorpassare l'ostacolo di un muro impraticabile, alto quasi il doppio della sua statura. L'impedimento quindi del quale si parla nell'art. 6 del regolamento sopra indicato, non può essere che un impedimento relativo poichè un impedimento assoluto costituirebbe un impedimento all'esercizio della linea o quanto meno un inammissibile intralcio all'esercizio stesso.

Pur troppo le continue nuove esplicazioni delle attività e delle industrie in genere portano quasi sempre con loro la creazione di nuovi pericoli che impongono in genere maggiore prudenza a tutti coloro che intendono andarvi. Basti ad esempio citare i provvedimenti emanati per i passaggi a livello delle ferrovie, passaggi la cui custodia, per necessità di cose, si è dovuta attenuare rimettendo alla prudenza dei viandanti il pensiero di evitare disgrazie. *In conclusione quindi, nel caso concreto, l'antenna dove avvenne la disgrazia era posta in condizioni di sicurezza sufficienti*, e se il povero ragazzo Zaccaria vi incontrò la morte nessuna responsabilità ricadeva a carico di alcuno, non già per la abbandonata teoria della compensazione delle colpe, ma semplicemente perchè colpa non vi fu altro che da parte sua.

Considerato che nei confronti dell'altro imputato Del Moro Pietro non può che pregiudizialmente dichiararsi la estinzione della azione penale nei suoi confronti per essere esso decesso.

P. Q. M.

Visti gli articoli 85 Codice Penale, 421 Cod. Proc. Penale

ASSOLVE

Fano Leone Guido dalla imputazione ascrittagli perchè il fatto non costituisce reato.

ASSOLVE

Del Moro Pietro per estinzione dell'azione penale per morte dell'imputato.

PRASSI AMMINISTRATIVA

Nella presente rubrica vengono riassunti principii, che hanno carattere generale, ma che vengono affermati dalla giurisprudenza o dalla stessa Pubblica Amministrazione in occasione di specifici provvedimenti amministrativi in materia attinente a derivazioni di acque pubbliche a scopo di produzione di energia elettrica o di provvedimenti relativi a servitù di elettrodotto, concessioni di sussidi a impianti e linee elettriche, laghi e serbatoi artificiali etc. La massima viene desunta dal testo di sentenza o decisione e dal decreto, e dal relativo parere del Consiglio dei ll. pp. la ricerca del provvedimento testuale è resa possibile ai lettori colle indicazioni della decisione o sentenza — che vengono indicati per ciascuna massima — o della data del decreto — e annesso disciplinare che sono pubblicati nei *Bollettino del Ministero dei Lavori Pubblici* — colla data e numero del relativo parere del Consiglio dei ll. pp. In ogni modo la Direzione della Rivista è a disposizione degli interessati per ogni altra ricerca, richiesta di copie e simili.

Ogni massima ha un numero progressivo che sarà richiamato nell'apposito indice annuale.

48 – *Concessione idroelettrica - Limite di fluenza - Modo diretto e meccanico di insuperabilità.*

Nel disciplinare di una concessione idroelettriva il limite di fluenza può essere meccanicamente assicurato nei termini deguenti: « Affinchè la portata di concessione non possa essere superata, le turbine saranno calcolate per modo da non potere smaltire una quantità d'acqua maggiore di quella concessa ».

R. D. 9 maggio 1929. Derivazione dalla Dora Baltea in Comune di S. Marcel (Aosta). Concessione alla Società Ital. Prodotti Asolat. Parere n. 1625 del Cons. Sup. LL. PP. 15 gennaio 1928. (*Boll. LL. PP.*, 1929 pag. 3045).

49 – *Capacità giuridica del Sindacato Fascista Agricoltori di presentare domanda e progetto per derivazione ed utilizzazione di acqua pubblica.*

I Sindacati Fascisti Agricoltori hanno veste e capacità giuridica a presentare domanda e progetto di concessione di derivazione d'acqua a uso irriguo e per produzione di forza motrice. Nella specie se i sindacati fascisti che presentano la domanda sono di due provincie contermini la domanda è utile se a scopi di gestione consortile e l'istanza può essere accolta anche fino ai soli usi irrigui, come limitazione di altra concorrente a scopo di produzione di energia.

R. D. 17 giugno 1929. Derivazione dal Tronto (Ascoli), in comune di Monsampolo. Concessione Ditta Trezzo e Consorzio irriguo Valle del Tronto. Parere n. 1123 Cons. Sup. LL. PP. 29 luglio 1928. (*Boll. LL. PP.* 1929. pag. 3073).

50 – *Concessione idroelettrica - Variabilità massima e normale di fluenza determinata da necessità d'usi irrigui - Adeguamento conseguenziale del canone demaniale di concessione.*

Una concessione di derivazione, può avvenire, sempre nei limiti della portata disponibile del corpo d'acqua, tenendo conto degli usi legittimi preesistenti, fino ad un limite determinato e normale (nella specie moduli 700). Può essere accordato anche il precario eventuale fino ad un massimo ulteriore (nella specie moduli 900), tenendo conto delle utilizzazioni irrigue a monte, intendendosi inoltre che queste ultime godono la preferenza fino al rispettivo limite di concessione e che il secondo concessionario a valle, per trasformazione idroelettrica, non può sollevare obbiezioni per tale presenza (ferma la fluenza naturale per ambedue) ove la seconda utilizzazione scende sotto 900 ma fino a 700.

D. R. 24 marzo 1929. Derivazione medio Adige (Verona). Concessione Consorzio Camussoni. Parere Cons. Sup. LL. PP., 25 sett. 1927, n. 2404. (*Boll. LL. PP.* 1929 pag. 2927).

51 — *Concessione idroelettrica - Imposizione di allacciamento di altre acque del bacino - Eventuale futuro aumento di portata a seguito di scarico a monte per effetto di altra derivazione superiore - Comprensione dell'aumento di portata per la concessione a valle.*

In una concessione idroelettrica può essere ammessa la facoltà dell'esecuzione delle opere di allacciamento di acque del bacino lungo il percorso del canale derivatore nella specie con facoltà di usare corrispondenti vasche di carico. Potrà anche essere previsto il caso dell'immissione successiva di altre acque a monte, per effetto di scarico di altra derivazione da altro corso d'acqua, estendendosi, in tal caso, la portata media derivabile e conseguentemente il canone annuo, alla concessione di derivazione a valle.

D. R. 4 aprile 1929. Concessione dal Volturno alla Società Idroelettrica Tirrena e alla Amministrazione Provinciale di Campobasso. Parere del Cons. Sup. LL. PP. n. 1923 del 1925, n. 2879 del 1926, n. 2176 del 1927 e n. 1011 del 1928. (*Boll. LL. PP.* 1929, pag. 2341).

52 — *Riserve di fornitura di energia a prezzo di costo per le ferrovie di Stato - Limiti di impegno ove occorrano speciali oneri costruttivi.*

Ove la concessione idroelettrica contempli la riserva di una determinata quantità di energia per le Ferrovie di Stato, da cedere a prezzo di costo e tale fornitura richiegga particolari oneri di costruzione degli impianti idraulici ed elettrici, l'impegno di consumo della fornitura da parte delle FF. di Stato sarà definita dalla data di definizione dei relativi accordi.

Ivi, come al n. 51. (*Boll. Min. LL. PP.* 1929, pag. 2349).

53 — *Creazione di serbatoi per una centrale a monte di altra - Obblighi di regolazione del serbatoio e modalità per assicurare la regolarità del deflusso alla centrale sottostante.*

Tra le condizioni particolari cui debba soddisfare una derivazione può essere così disciplinato il caso della creazione di un serbatoio, con successive vasche di compensazione relative alla centrale di concessione, a valle della quale siavi altra derivazione e altra centrale: « La concessione della costruzione del serbatoio è subordinata alla contemporanea costruzione delle vasche di compensazione a valle dello scarico della centrale. Dette vasche dovranno avere complessivamente una capacità non inferiore a.......... e dovranno essere costruite in modo che nessun danno o pregiudizio possa in qualsiasi modo provenire alla sottostante derivazione di.........provvedendole di quegli apparecchi e dispositivi idonei ad eliminare completamente l'effetto degli invasi di acqua che la ditta concessionaria si propone di effettuare »

Per gli apparecchi e dispositivi di cui sopra la clausola specifica, nel caso in esame, fu la seguente: « A valle della vasca compensativa e prima del sottostante canale della.... (Società esercente la seconda derivazione a valle), verrà installato a cura della Ditta concessionaria una valvola automatica di compensazione racchiusa in apposita vaschetta e atta a rendere costante l'erogazione dell'acqua ».

D. R. 25 aprile 1929. Concessione del Torrente Re, affluente del Tovere, nel comune di Navone (Brescia), alla Ditta Carlo Tosana. Parere Cons. Sup. LL. PP. n. 1064, del 15 aprile 1927. (*Boll. Min. LL. PP.* 21 sett. 1929, pag. 2251 e 2252).

54 — *Opere a carico di una concessione idroelettrica - Determinabilità anche dopo l'inizio dei lavori - Emenda dei danni.*

In casi speciali può essere addossata al concessionario di derivazione idroelettrica l'esecuzione e manutenzione di opere necessarie per le difese della proprietà e del buon regime delle acque dei corsi locali interessati, tanto se il bisogno di dette si riconosca prima di iniziare i lavori, quanto se venga accertato in seguito. In ogni caso al concessionario può essere addossato l'onere di tener sollevato lo Stato e i suoi funzionari (sic) per qualsiasi molestia e protesta di danni da parte di terzi ritenutisi pregiudicati dalla concessione.

D. R. 6 giugno 1929. Concessione di tre rivi dell'Alpe Streit, alla Società Idroelettrica dell'Ossola. Parere Cons. Sup. LL. PP. n. 2962, del 15 nov, 1928. (*Boll. LL. PP.* 1929, pag. 2428, art. 8).

55 — *Concessioni idroelettriche in zone interessanti la difesa militare - Clausole speciali sulla cittadinanza degli addetti ai lavori di costruzione e all'esercizio della concessione, nonchè alle visite dei lavoei da parte di estranei.*

Nei disciplinar[1] di concessione idroelettrica di zona di confine, può essere introdotta nel disciplinare una clausola che imponga al Concessionario di impiegare esclusivamente personale regnicolo e bene accetto all'autorità militare tanto nei lavori, quanto nell'esercizio della concessione. Può anche essere imposto l'obbligo di non consentire sopraluoghi e visite a persone che di tali requisiti manchino.

D. R. 24 giugno 1929. Concessione di derivazione dal Roia, nel Comune di Olivetta (Imperia). Parere Cons. Sup. LL. PP. n. 1404 del 15 maggio 1927. (*Boll. LL. PP.* 1929, pag 2444 e 2445).

56 — *Sovvenzioni statali agl'impianti idroelettrici - Decorrenza dall'effettivo funzionamento e anche prima della firma del disciplinare - Circolare n. 9553 del 14 agosto 1926.*

Quando risulti da verbale ufficiale la data d'immissione dell'acqua nel canale di derivazione anche prima della firma del disciplinare e quindi dell'emissione del decreto di concessione, la decorrenza della sovvenzione governativa all'impianto idroelettrico può essere fissata nella data di effettivo inizio di funzionamento, ove risulti che il concessionario non fu mai invitato alla firma del disciplinare. A tale principio è di conforto il disposto contenuto nella circolare n. 9553 del 14 agosto 1926 della Direzione Generale delle Opere Idrauliche e Bonifiche.

D. R. 24 giugno 1929. Concessione di derivazione dal Torrente Cuccio nel Comune di S. Bartolomeo V. (Como) alla Società Idroelettrica Comacina. Parere Cons. Sup. LL. PP. n. 2257, del 29 agosto 1927. (*Boll. Min. LL. PP.* 1929, pag. 2451).

Due lodi arbitrali in applicazione del Decreto 681

I Comuni di Perugia e Bastia Umbra erano ricorsi all'arbitrato (Decr. n. 681) per ottenete un ribasso di tariffe da parte della Società Umbra (Unes), con essi da molti anni legata da contratti speciali, i quali avevano anche subìte alcune modificazioni ed aumenti consensuali di tariffe nel dopo guerra. La Umbra controricorreva per ottenere invece un aumento.

Il Collegio arbitrale in entrambi i casi ha stabilito innanzi tutto che, ove esistano patti contrattuali non attinenti le tariffe, ogni questione ad essi relativa non è di competenza degli Arbitri nominati in base al Decreto n. 681; che ove nel periodo corrente fra la promulgazione del Decreto n. 1264 del 1919 e del Decreto n. 681 del 1926 siano state pattuite fra le parti modificazioni ai prezzi originarii ciò non obbliga gli Arbitri a limitare l'indagine al periodo decorso dalle avvenute modificazioni ad oggi, ma li lascia liberi di risalire anche al periodo precedente; ha concluso infine col concedere un aumento medio del 41,5% rispetto ai prezzi del 1925 per Perugia, e del 220% rispetto a quelli del 1915 nel caso di Bastia Umbra.

L'Illuminazione

Compilazione a cura dell'Associazione Nazionale per lo Sviluppo dell'Illuminazione (Ansi)
Milano - Via Vincenzo Monti, 5 - Telefono 80-295

In attesa della Esposizione di Monza

Commenti a nove lampadari

In seguito alla lettera di Bruno Moretti, che pubblicammo sul numero di Gennaio de L'ILLUMINAZIONE – *e nella quale veniva considerata l'opportunità che il Direttorio della Esposizione di Monza instituisse concorsi a premio per apparecchi e dispositivi di illuminazione, da giudicare in base ai criteri tecnici ed artistici, allo scopo di far conoscere al pubblico, agli architetti ed ai costruttori in genere, i migliori risultati della tecnica moderna, e di orientare la produzione italiana verso quel minimo di razionalità indispensabile anche per apparecchi decorativi –, abbiamo pregato l'Arch. Antonio Cassi di illustrare ai nostri lettori le tendenze moderne degli architetti italiani.*

L'Autore descrive alcuni tipi di lampadari in un articolo che, pur non volendo essere una rassegna completa delle realizzazioni dei nostri architetti, ne lumeggia però chiaramente gli sforzi tesi alla ricerca di idee e soluzioni nuove.

A.N.S.I.

Bisogna tra quattro nude pareti e altrettanti falegnami che scaricano il mobilio essere stati tratti in disparte anche una sola volta da un cliente, ed essersi sentiti chiedere — un occhio al liscio soffitto bianco — il sacramentale ed ambiguo: — E lì cosa mettiamo? —, per capire fino in fondo l'interna impressione di vuoto che precede le vertigini.

L'abisso è lì, spalancato, e fatalmente bisognerà discenderne i gradini.

E si comincia colla rapida visione di tutti i magazzini che vendon lampadarii d'arte, mentre il cliente vi esce nelle più squisite trovate e voi cercate invano un appiglio che vi arresti nella discesa. Impossibile! ed ecco una serie di schizzi e di discussioni e di preventivi e la teoria ben lunga dei disegni dei particolari fino all'ultima vite e all'ultima catenina, e poi ancora gli accordi, i ritardi, le inesattezze del fornitore e dell'elettricista pei quali il lavoro è insignificante e non ha urgenza, e le telefonate minatorie del cliente, che per le stesse ragioni ne ha moltissima, e poi finalmente — il resto della discesa è ancor lungo, ma lo tralascio — ecco il lampadario, epilogo di mesi e mesi di trepidazioni e di noie, campar nell'aria del vostro locale a ricompensarvi — si dice — colle sottili e ineffabili gioie della creazione.

***

Eppure la discesa, con questa serie di lavori saltuari, disorganizzati e — mi si creda — assolutamente non redditizi, è stata percorsa tante volte e ne fanno fede le fotografie che la cortesia dei Colleghi mi ha favorito per esemplificare queste divagazioni che io scrivo, in attesa che una rassegna completa delle condizioni attuali del lampadario in Italia si possa dettare in occasione dell'apertura della galleria dell'Illuminazione alla Triennale di Monza.

Oggi, da queste fotografie, scelte a casaccio tra le tante che ho sottomano e tra le tante che potrei raccogliere per la

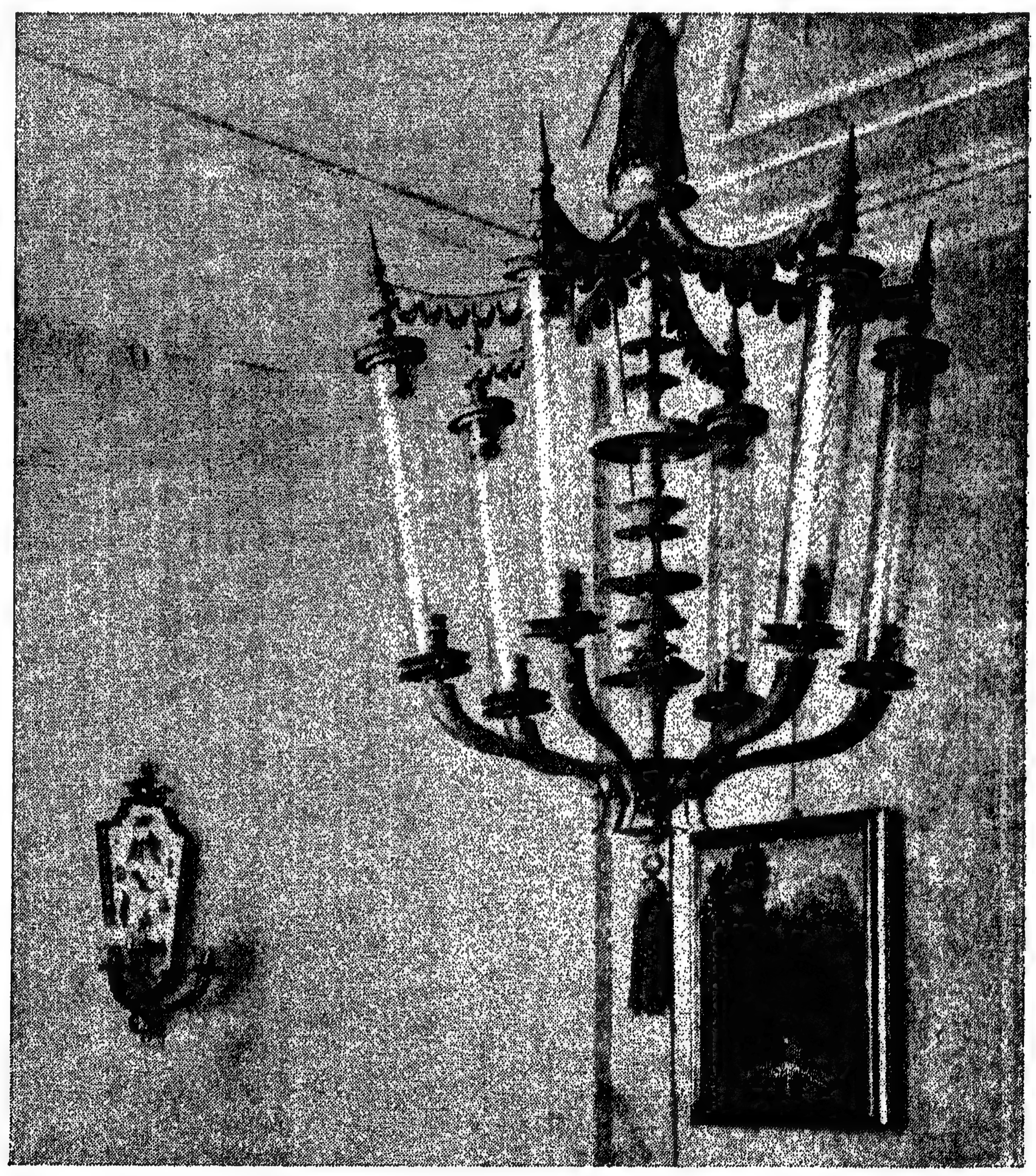


Fig. 1. - Arch. Buzzi e Marelli. Lampadario in bronzo patinato verde. Tubi in vetro soffiato.

maggiore edificazione di chi legge, è così possibile constatare una cosa sola, che nessuno avrebbe osato sperare dieci anni fa e che costituisce già una buona conquista e un miglior punto di partenza per futuri sviluppi. La figura dell'Architetto, baciato in fronte dal Genio, ed eternamente sognante vuoti ed inutili archi e mausolei e Altari della Patria, dove, senza più ritegni e molte ditate di carbone, accumular timpani e mensole e colonne, ha dato luogo a un nuovo spirito, che non dirò più umile,

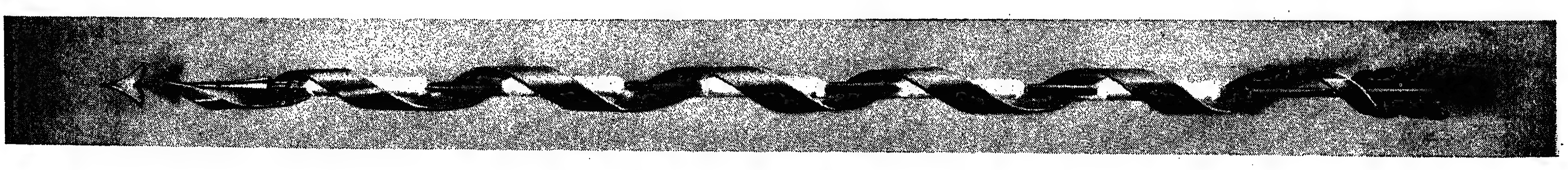


Fig. 2. - Arch. M. Marelli.

ma più agile e plastico, che cerca e affronta e padroneggia anche i più piccoli problemi pratici della vita.

Ed è confortevole pensare che in tutto questo cesellare prezioso di particolari o giocar di materiali o congegnar di trovate

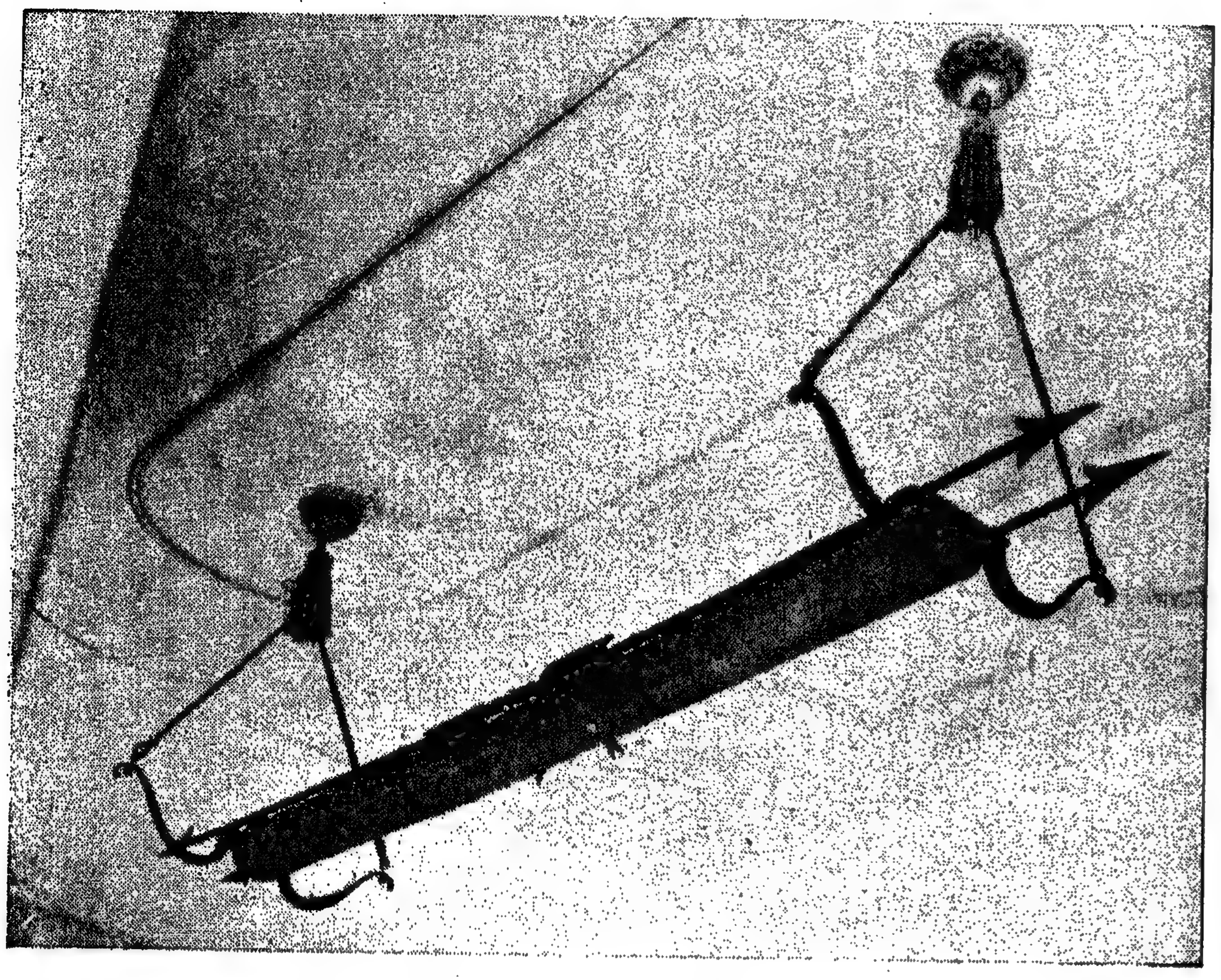


Fig. 3. - Arch. E. Lancia. Apparecchio in bronzo patinato verde e pergamena.

— qualunque siano le tendenze qui a bella posta commiste — si può già vedere — buon segno in critici periodi di rinnovamento — un patrimonio comune di ordine, di sensibilità, di gusti sani e chiari, un patrimonio di possibilità e di elementi che solo attendono di essere sommati e ordinati, poichè tanta ricerca di logica e di sostanza non può essere vano e passeggero gioco di mode e di forme.

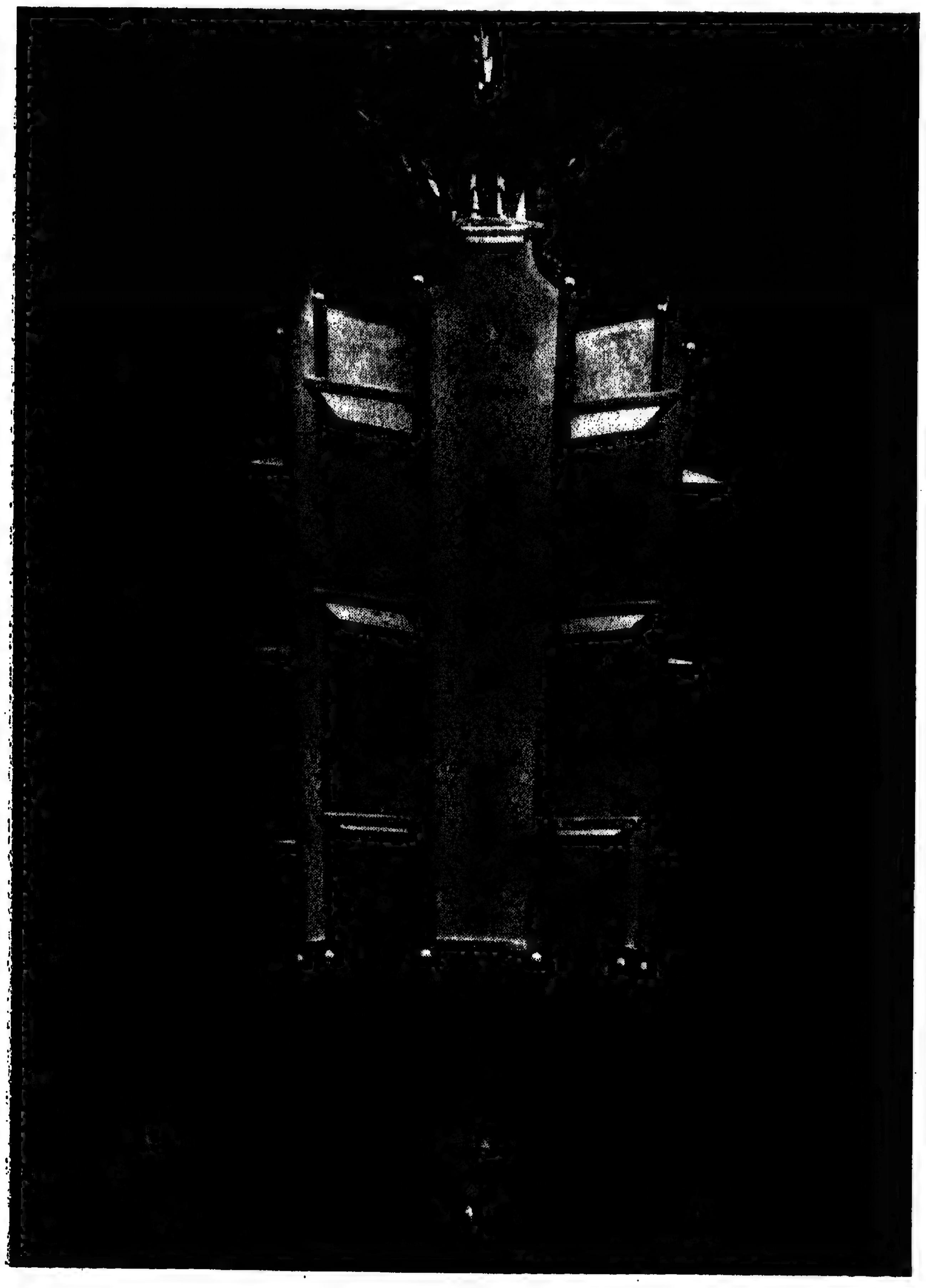


Fig. 4. - Arch. E. Lancia. Apparecchio in ottone lucido e cristalli incisi.

***

Sì: tutto questo va bene, direte voi, dopo la prima occhiata, ma... riassumiamo: questa è tutta roba futurista.

Lettore, che per deplorevole inerzia usi spesso catalogazioni così brevi, vuote ed imprecise, ascolta e ricorda che, molto più di quanto si creda, la moderna architettura ha radici ben salde nel mondo di ieri e di oggi.

E se osservi (fig. 1) il lampadario di Buzzi e Marelli architetti, sentirai che la tradizione è ben presente e, quel che più importa, ben viva nello spirito, che ha signoreggiato lontane

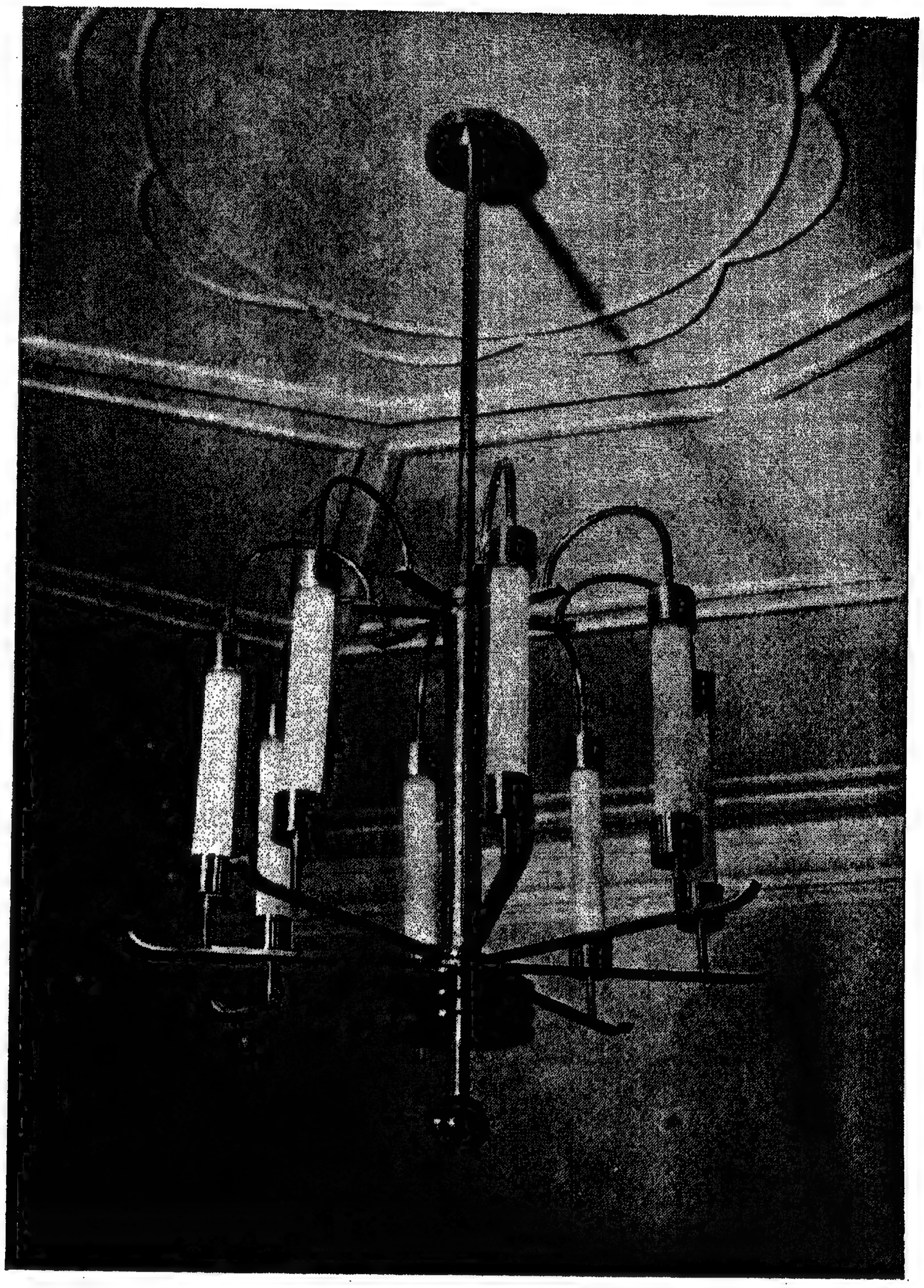


Fig. 5. - Arch. C. E. Rava. Lampadario in ottone lucido e lampade tubolari opali.

armonie di grottesche romane e di cartocci bachiaccheschi, di così trito e spensierato graficismo, nell'originale, che nessuno avrebbe sospettato potessero rinascere nella tanto precisa e semplice soluzione di un problema così categorico.

E nella realizzazione perfettamente moderna di una illuminazione indiretta mediante una serie di linoliti che l'architetto Lancia ha unito, giocondamente caricaturale, a forme maliziose e guerriere di freccie ed archetti con una abile serie di verdi di bronzi e di gialli di pergamene e di grigi di seta leggera contro il soffitto luminoso, continua il ricordo di motivi cari al nostro Ottocento (fig. 3).

Così la fig. 4 non è molto dissimile di forme dal canonico motivo della lanterna che ancor oggi, in più di un androne, ripara le nostre lampadine elettriche dal vento che tanto infastidiva le candele e i lumini ad olio di quarant'anni fa. Solo, qui, si è aggiunto signorilmente tutto un assortimento di luci e di sfumature, di mezze ombre e di riflessi, sui vetri incisi e sugli argenti snellissimi.

E anche dove l'effetto — vedi i lampadarii in ottone lucido (fig. 5), e in cristallo e metallo cromato (fig. 6) degli Architetti Rava e Larco — è affidato per volontaria elezione a

soli elementi funzionali e finali e a sole pure eleganze di nitidi metalli e di cristalli luccicanti, si sentono — sotto i segni della macchina, che ha rifiutato come accessoria ogni mollezza

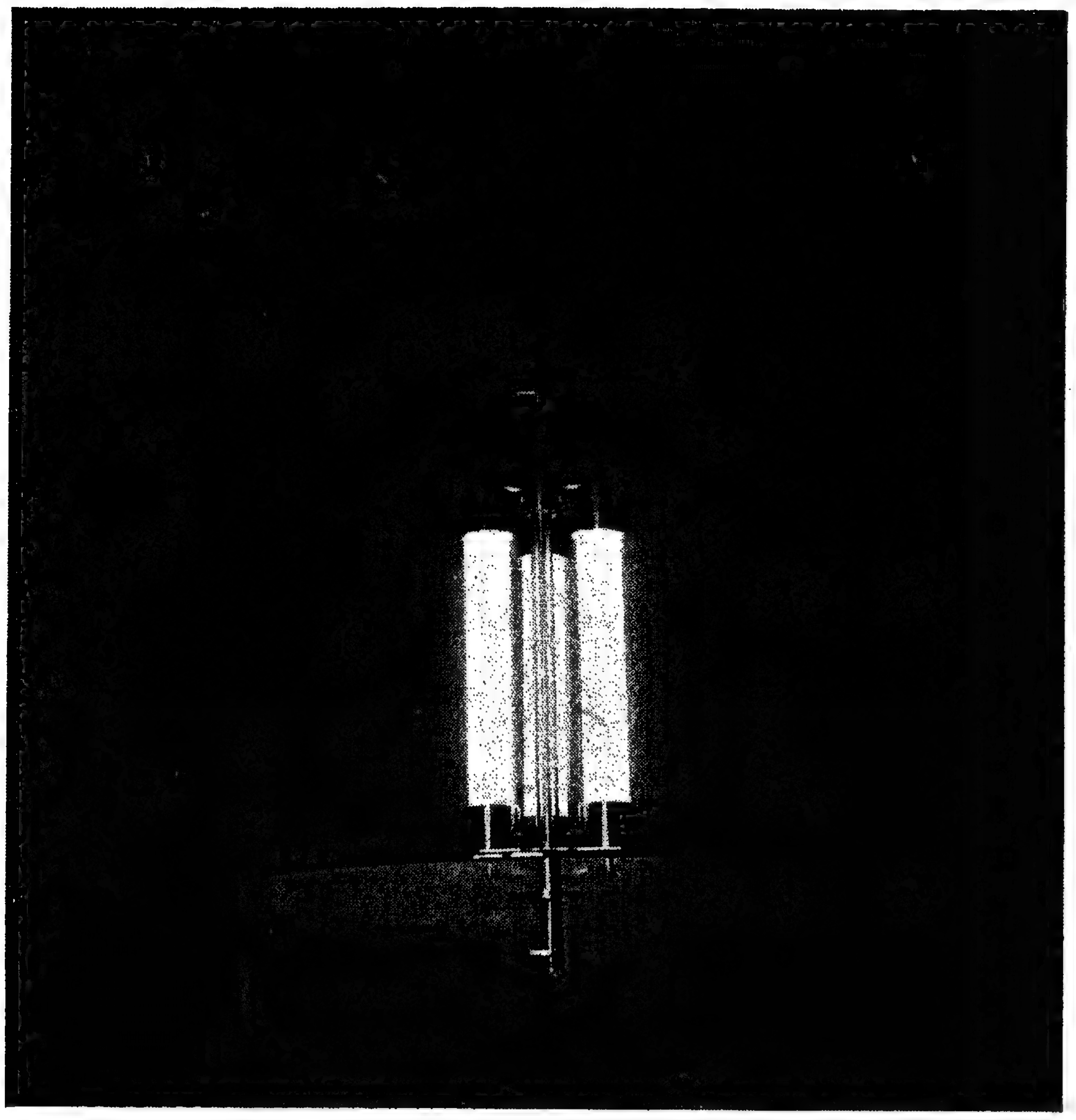


Fig. 6. - Arch. S. Larco. Lampadario in metallo cromato e cristallo.

decorativa — tutta una ricerca completamente attuale di mezzi e di effetti ed un complesso e compiuto fatto architettonico teso all'espressione del nostro presente.

Ma non soltanto di forme ho parlato e di ritmi ma anche di pratiche disposizioni proposte e realizzate. Il vecchio schema di illuminazione semindiretta della « *veilleuse* » ritorna e si accoppia in un bilancere che col suo bravo caduceo di bronzo il-

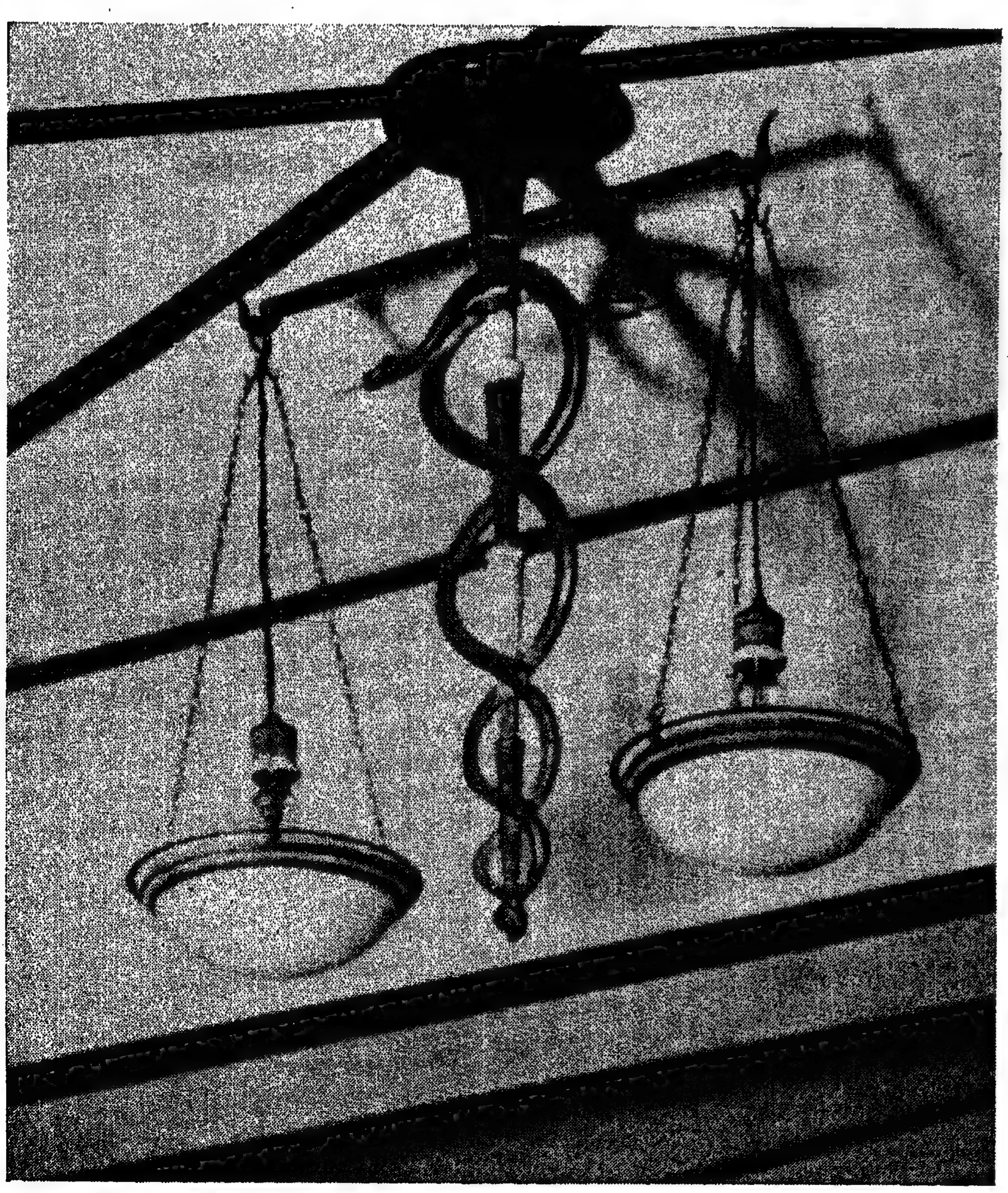


Fig. 7. - Arch. E. Lancia. Lampadario in bronzo verde per farmacia.

lumina gaiamente una farmacia di Milano (fig. 7 - Arch. Lancia).

Il problema di costringere l'apparecchio in un motivo decisamente lineare è risolto per la sala di un ristorante

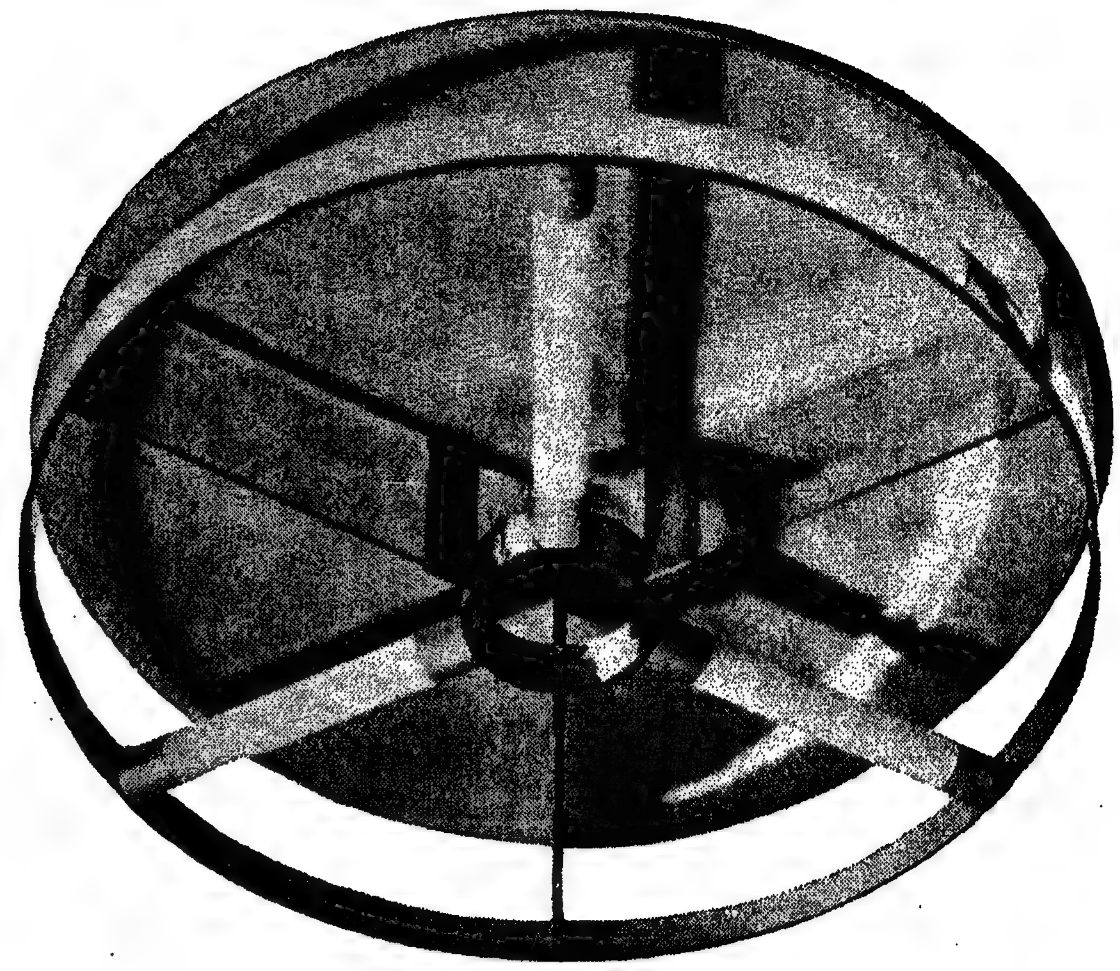


Fig. 8. - Arch. L. Figini. Lampadario in metallo nichelato.

dall'Arch. Marelli con un gioco simpatico di freccie e di nastri. (Fig. 2).

Ancora, il particolare andamento della curva di distribuzione

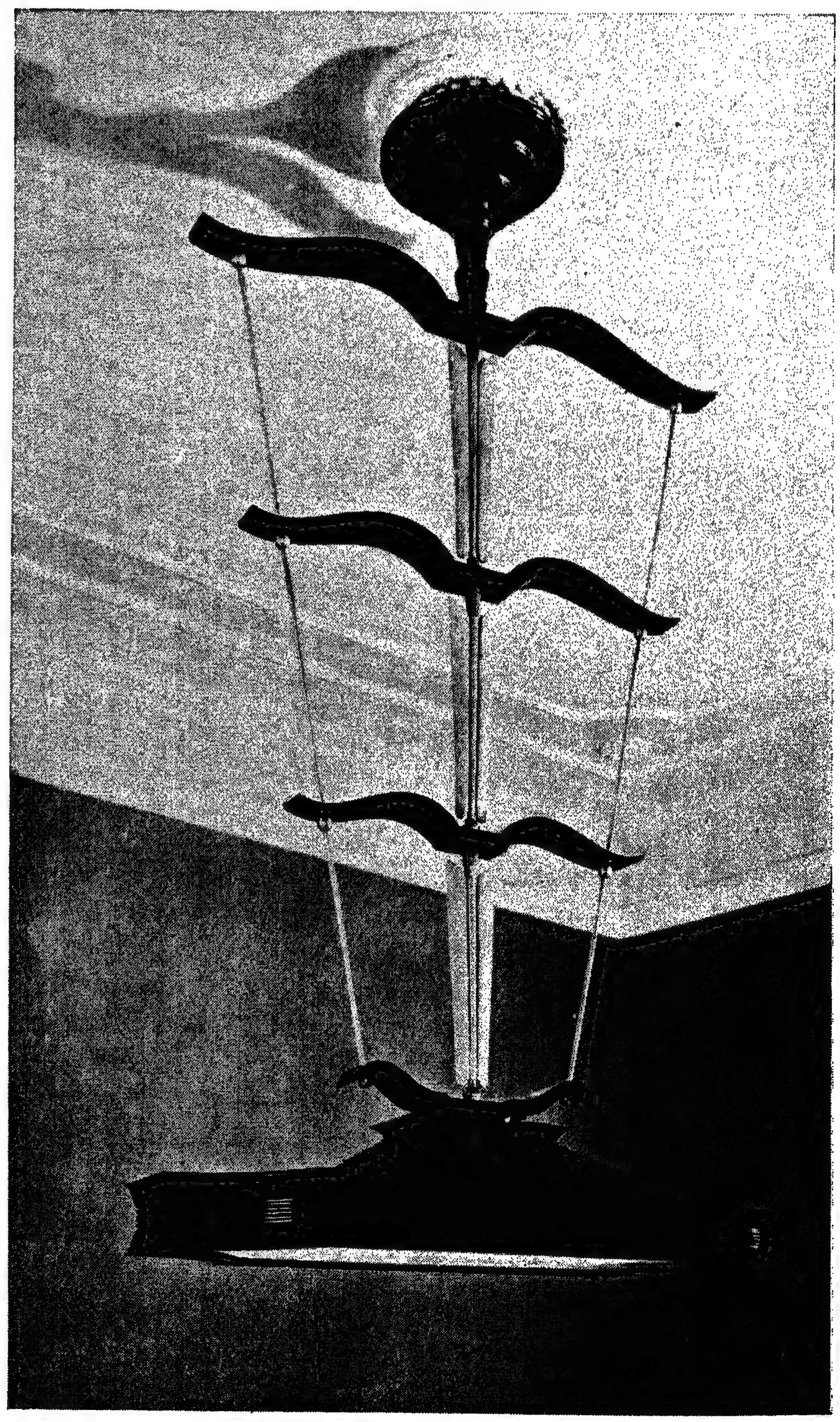


Fig. 9. - Arch. P. Buffa. Lampadario per sala da pranzo in legno di palissandro e argentone.

di tre linoliti unite con sobrietà di mezzi in una raggiera orizzontale di metallo nichelato e cristallo, garantisce l'illuminazione uniforme di un piano sottostante (fig. 8 - Arch. Figini).

Ed anche lo schema di un lampadario centrale per una sala da pranzo (fig. 9) è stato affrontato nei suoi molteplici requisiti con intendimenti nuovi. Le necessità speciali erano queste: illuminazione diretta uniforme e abbondante sul piano rettangolare della tavola; assenza di abbagliamento; discreta e diffusa illuminazione dei commensali; possibilità di una illuminazione generale indiretta di tutto il locale. A questo si aggiungeva la convenienza dell'abolizione di lampadine tubolari, in vista del loro limitato rendimento luminoso.

Ad ogni problema ha risposto nel lampadario della fig. 9, l'arch. Buffa, e la figura ci dispensa da ogni minuta descrizione. Il lampadario in palissandro, argentone e cristallo opalino contiene un riflettore munito di un'unica lampada da 200 Watt che manda la luce sulla tavola e una serie di lampadine da 40 Watt, che illuminano il soffitto e il cristallo stesso.

***

Lettore di una rivista tecnica, — presentandoti nove problemi risolti — questa volta ho parlato anche di arte e di correnti diverse e di distinzioni.

Ora riconfondi e sperdi ogni distinzione. Ricorda che vivere nel presente accettando o rifiutando l'innesto sulla vita che è già stata non è contraddittorio, poichè la condizione essenziale d'ogni arte è quella di vivere veramente e solidamente.

Riassumi le tue impressioni e avvicinati alla Triennale di Monza.

ANTONIO CASSI RAMELLI
Architetto.

Luce e Architettura

Un modello di cornicione luminoso

Senza la luce l'opera architettonica non rimarebbe tale che nella mente del suo creatore. È infatti la luce che mette in evidenza la sapiente distribuzione delle masse e, giocando nelle modanature, ammorbidendosi nelle nicchie, riflettendosi sui marmi, diffondendosi sulle pietre e sui cementi, crea e valorizza il quadro dell'opera architettonica.

L'abbinare le due parole luce e architettura non è cosa nuova; oggi, però, parlando di luce, non pensiamo soltanto al sole e alla volta azzurra del cielo, ma altresì a quella piccola miracolosa ampolla di vetro che è la lampada a incandescenza.

In genere però in architettura si ha poco riguardo all'illuminazione artificiale, e ciò è dovuto in parte alla scarsa adattabilità dei mezzi illuminanti usati fino a tempi non certo remoti. Non si poteva del resto essere troppo esigenti con le vecchie sorgenti luminose. La illuminazione fluttuante delle fiamme, il pericolo di incendio, la necessità di eliminare i gas della combustione e di rendere le sorgenti facilmente accessibili, sono tutte ragioni che ci spiegano come i lampadari abbiano potuto conservare pressochè inalterata la loro forma per centinaia d'anni.

Ma oggi noi disponiamo di una sorgente a luce fissa che irradia il flusso luminoso secondo una determinata e costante curva fotometrica sorgente che può essere comandata da qualsiasi punto del fabbricato, e che particolarmente si presta ad essere mascherata da vetri, cornicioni ed apparecchi i quali ne modifichino a piacimento le caratteristiche di distribuzione.

Accompagnando queste buone qualità della lampadina elettrica ad incandescenza al suo elevato splendore unitario che ne rende dannoso l'impiego diretto, nasce spontaneo il desiderio di distribuire opportunamente nell'ambiente il flusso luminoso considerando la luce quasi come un vero e proprio materiale da costruzione, complemento necessario alla decorazione del locale.

Per giungere a questo occorsero però molti anni, e, ancora oggi, spesso non si fà altro che « produrre luce » in un dato ambiente, senza preoccuparsi se essa corrisponda veramente allo scopo, bastando il più delle volte all'artista che le lampadine siano montate in lampadari, rifacimenti di quelli che servivano per la candela stearica o la reticella Auer.

Ma a poco a poco vennero comprese e studiate le diverse esigenze delle nuove sorgenti luminose e nacque così la moderna « tecnica della luce », nell'applicare la quale potremo distinguere due tendenze.

La prima si occupa specialmente del corpo illuminante e, trasformando i vecchi tipi, ci ha portato, poco a poco, a dei modelli che sempre più si adattano all'architettura dell'ambiente ed anzi in taluni casi più recenti fanno talmente parte di questo che la decorazione del locale, il lampadario e la luce prodotta si sono fusi in una unità così intima ed indivisibile che bisogna parlare di vera « architettura della luce ».

Nella seconda tendenza la luce è adoperata per mettere in evidenza tutto il volume dell'ambiente, scopo pienamente raggiunto dalla luce indiretta: le sorgenti luminose poste in opportuni riflettori e nascoste alla vista, irradiano il flusso luminoso verso il soffitto od altre superfici diffondenti che fungono da sorgenti secondarie.

L'architetto ha cercato di avvicinare sempre più al muro i lampadari che talvolta sono diventati parte integrante della costruzione, staccandosi dalle idee di origine con soluzioni assai spesso nuove ed eleganti.

Analogamente ai lampadari possiamo osservare la stessa evoluzione nei bracci murali, evoluzione che ci ha portati a tipi essenzialmente decorativi ed il più delle volte assai semplici sia nella forma che nella materia che li compone.

Con l'apparire dell'illuminazione completamente indiretta che, per molto tempo, è stata impiegata dagli architetti e dai tecnici dell'illuminazione, si credeva di ottenere l'effetto migliore e molti costruttori si preoccupavano soltanto di nascondere le sorgenti luminose.

La luce indiretta non dà ombre e produce quindi un'illuminazione piuttosto monotona; le decorazioni, le modanature, sono prive di risalto perchè mancano le ombre forti atte a metterle in evidenza, e l'assoluta mancanza di macchie di luce nell'ambiente toglie a questo la sua vivacità. Non pertanto l'illuminazione indiretta trova la sua ragione di essere in infiniti casi e, specialmente, è bene impiegarla come « luce corpo » quando si debbano mettere in evidenza delle cupole o delle volte.

Nei saloni da ballo, cinematografi, teatri, ecc. la luce completamente indiretta dovrebbe sempre essere accompagnata da sorgenti sussidiarie aventi uno splendore unitario piuttosto elevato: vetri opalini illuminati dall'interno; appliques di vetro pressato, ecc., appunto per produrre quel tanto di ombre necessarie per dare vita all'ambiente.

Architetti e Ingegneri illuminatori si accorsero di questo fatto e l'arte di illuminare si orientò verso nuove mete. Le superfici a uniforme splendore o a sfumatura vennero alternate a cornicioni luminosi ed i soffitti verniciati in modo da avere qualche tenue riflesso speculare furono affiancati ad elementi metallici nichelati, dorati, ecc. che con il loro luccichio rallegrano l'ambiente.

***

Per rendere di dominio pubblico i concetti suesposti è quanto mai utile la fabbricazione di modelli che, adoperati per uso didattico, indichino chiaramente tutte le possibilità della moderna lampada ad incandescenza.

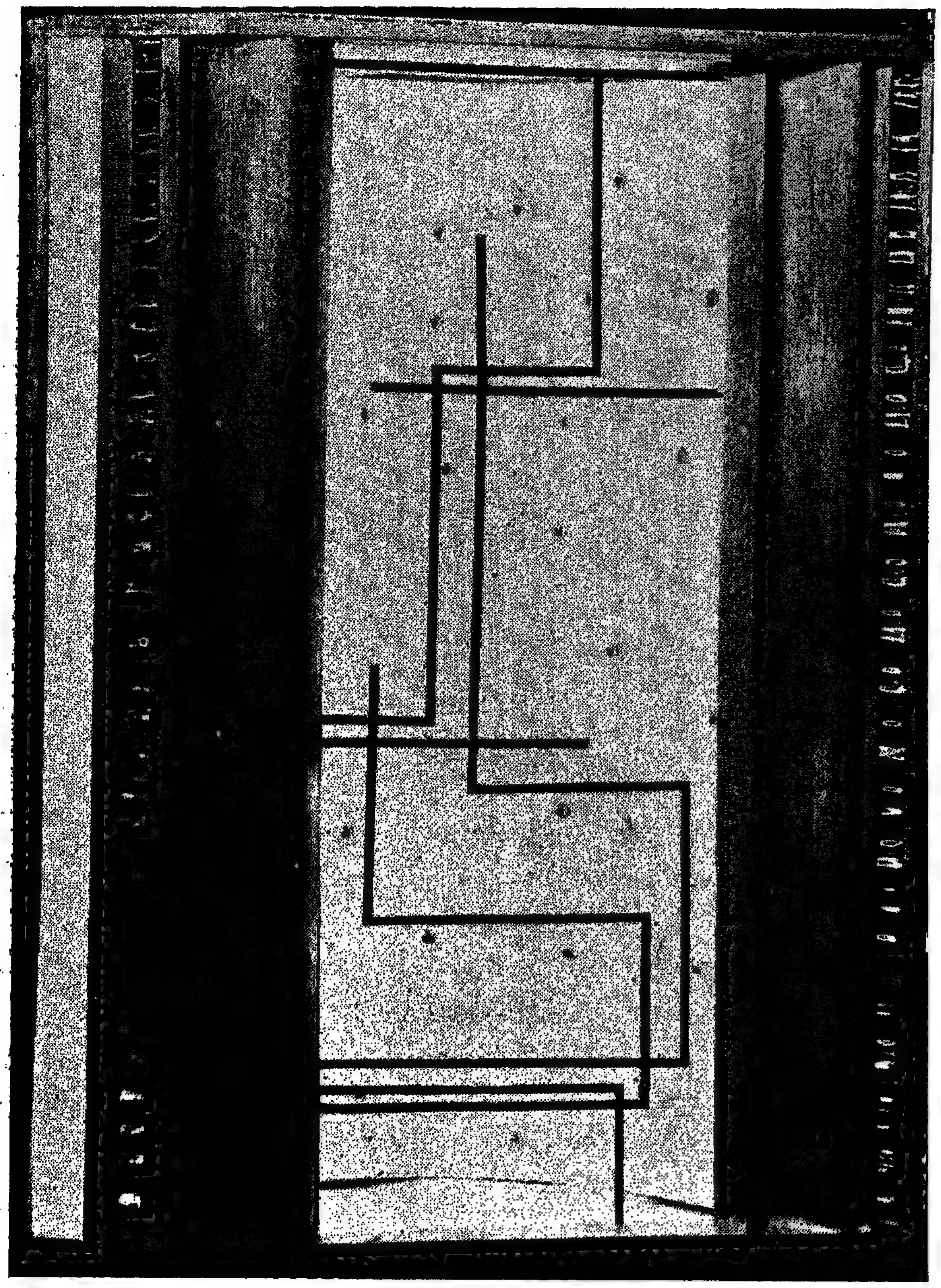


Fig. 1. - Modello di cornicione luminoso.

Cornicioni di vetro; plastici che cambiano aspetto col variare degli angoli di incidenza della luce; sagome speciali in legno, stucco, metallo; superfici bianche; superfici metalliche speculari, spazzolate, martellate ecc. che mostrino i diversi effetti ottenibili; vernici speciali al bronzo e all'alluminio, ecc., possono costituire un materiale didattico di primissimo ordine e indispensabile per chi desideri approfondirsi in questo nuovo interessantissimo ramo della tecnica della luce.

Per rendersi conto della utilità di tali modelli descriviamo qui un elemento di cornicione luminoso che può venire impiegato sia in senso orizzontale che in senso verticale.

Nella fig. 1 è riprodotta la fotografia di tale modello in funzione e nella fig. 2 ne è riportata la sezione.

Il cornicione è costituito da una cassa di legno (3) con due cornici frontali (7) e (9) di legno verniciato all'alluminio.

Le sagome (7) e (9) portano in apposite scanalature, degli elementi metallici (5) e (6) composti da due liste ondulate di ottone nichelato.

Sul fronte del modello sono praticate una scanalatura (4) chiusa da un vetro placato opalino, e una grande apertura (8) i cui lati fanno da cornice ad un disegno metallico formato da sbarrette quadrangolari di ottone cromato.

Nell'interno della cassa sono installate delle lampade (2) da 25 Watt chiare, in numero di sei per metro lineare di cornicione.

Infine dietro alla apertura (8) e verso il fondo della scatola, trovasi una superficie (1) in lamiera metallica verniciata in bianco diffondente e studiata in modo che con le sorgenti luminose (2) essa acquisti un uniforme splendore. La superficie (1) è inoltre costellata di piccole borchie in metallo cromato.

In tale modello sono realizzati alcuni dei concetti suesposti.

Le borchie metalliche di cui è costellata la superficie (1) ad uniforme splendore, hanno dei riflessi brillanti che rompono la monotonia della superficie (1). L'elemento metallico (8) che trovasi in primo piano è visto per *silhouette* e dà al cornicione l'aspetto di una vetrata a disegno vario. Le stesse sorgenti luminose (2) che illuminano la superficie (1) rendono pure luminoso il vetro opalino (4).

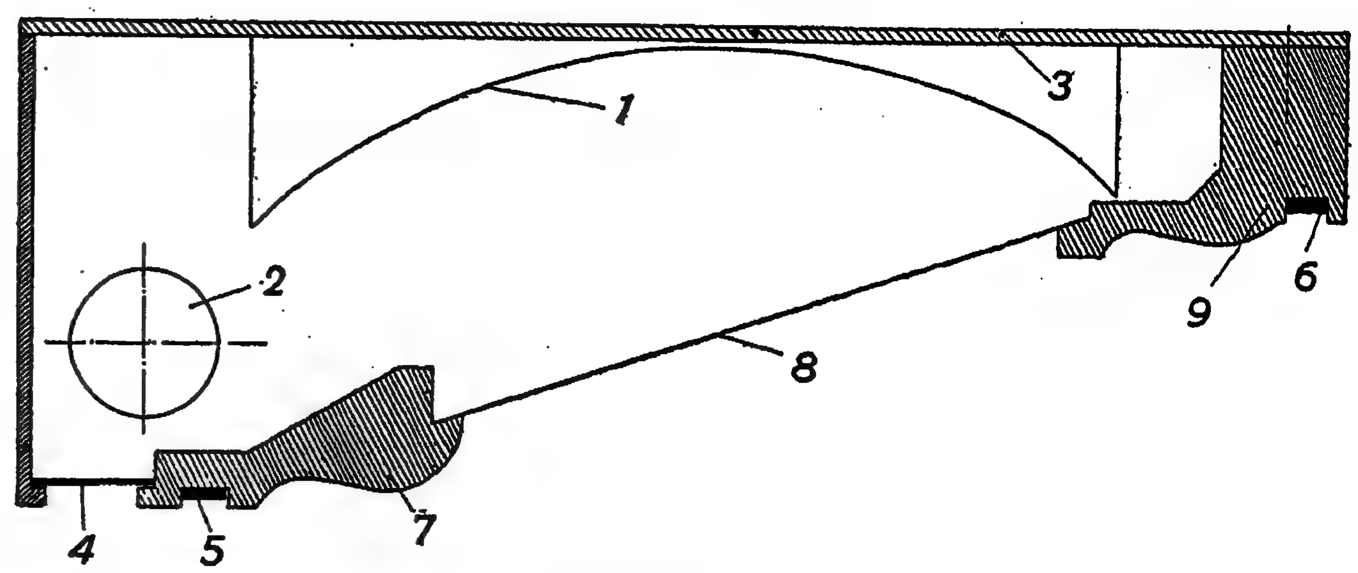


Fig. 2. - Sezione del cornicione.

Vediamo cioè applicato quanto detto sopra riguardo la necessità di avere sempre in un ambiente qualche elemento a luce diretta, per quanto in questo caso si possa considerare l'intero cornicione come una sorgente di luce localizzata.

Inoltre le luci riflesse e le lampade che si trovano nella sala illuminano anche esternamente le parti metalliche (5) e (6) e le sagome (7) e (9) la cui lucentezza dà una nota vivace all'ambiente.

Variando le dimensioni delle aperture (4) e (8), il disegno metallico, la forma delle borchie inserite sulla superficie (1), l'intensità della luce adoperata e il suo colore si possono derivare da questo cornicione una infinità di altri elementi che abbiano contemporaneamente funzione decorativa e illuminante.

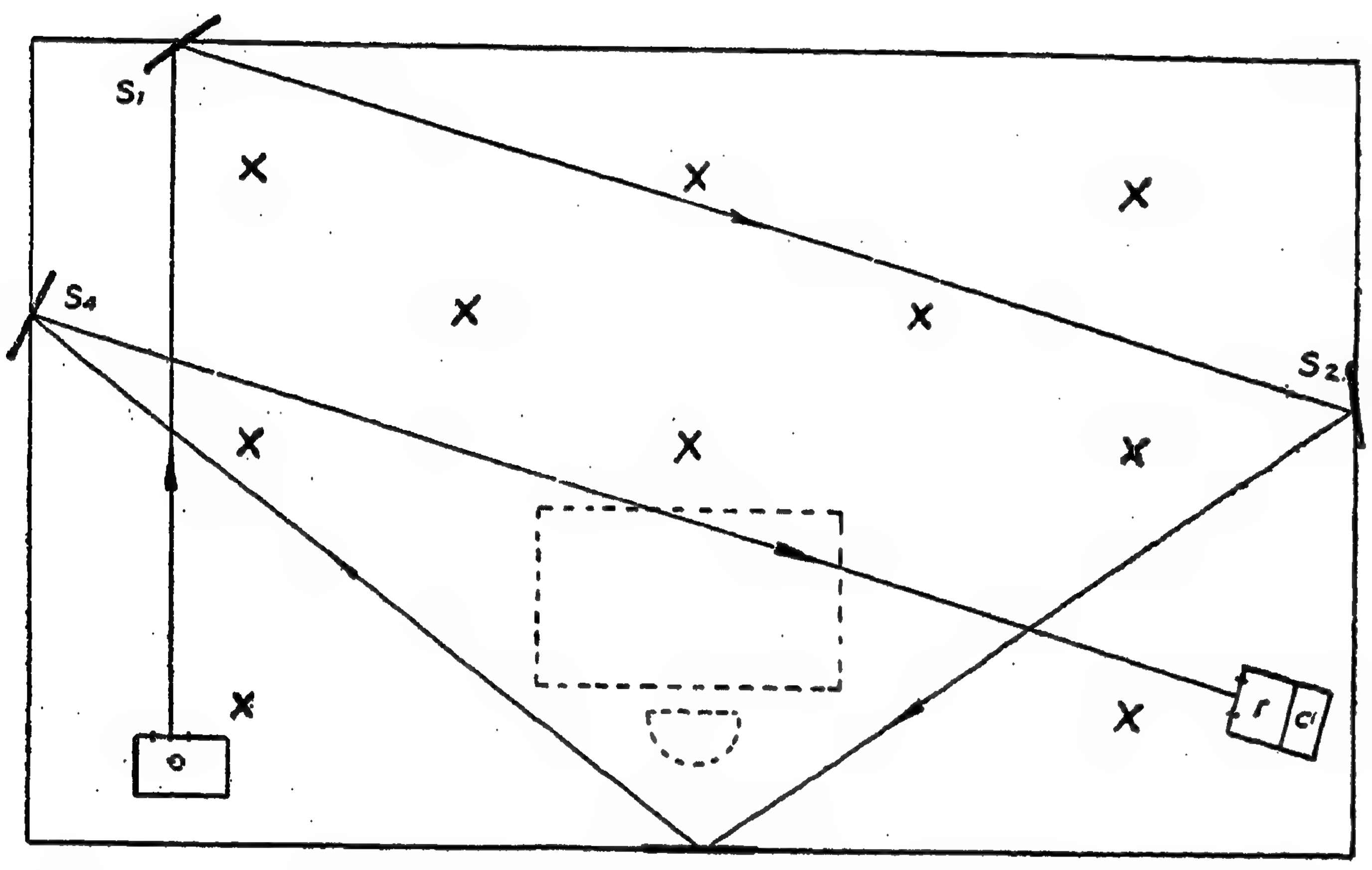
ING. GUIDO JELLINEK.

Comandi a distanza degli impianti di illuminazione per mezzo di raggi infrarossi

Siamo stati gentilmente invitati ad assistere ad un'esperienza che ha veramente del magico anche per il tecnico più raffinato nei problemi di elettrotecnica pratica.

Desideriamo quindi portare a conoscenza dei nostri lettori questa novità. Ecco di che si tratta:

In una sala sono sospesi una diecina di diffusori con lampade da 200 Watt collegate ad un impianto con comandi a distanza, e, verificata la regolare accensione e lo spegnimento colla pressione di un bottoncino, abbiamo constatata la successiva accensione per il semplice gesto di una mano alzata nell'aria. L'esperienza è stata da noi ripetuta parecchie volte e con completo successo. Questo è il fatto.



Schema A. - Pianta del locale dell'esperienza coll'indicazione della posizione delle lampade, degli specchi e delle stazioni emittente e ricevente.

Per spiegare tecnicamente l'esperienza diremo subito che essa è basata sull'impiego di una speciale cellula fotoelettrica sensibile ai raggi infrarossi, collegata ad un circuito di interruttori automatici. L'impianto che abbiamo esaminato con interesse è costituito da:

a) 1 Stazione emittente di raggi invisibili infrarossi con lunghezza d'onda di $0{,}75 \div 96\ \mu$;

b) 1 Stazione ricevente comprendente un sistema diottrico con cellula fotoelettrica ed un amplificatore con «*Zois*» serie I. R.;

c) 1 Apparecchiatura «*Zois*» serie DZT/20;

d) 1 Serie di specchi otticamente piani per la riflessione dei raggi I. R.

I raggi I. R. hanno la proprietà di essere invisibili, di riflettersi sugli specchi come i raggi luminosi, e di agire sulla speciale cellula fotoelettrica e sull'apparecchiatura di comandi a relais.

I due schemi che riproduciamo spiegano abbastanza chiaramente l'esperienza. Nello schema *A* vediamo in pianta la disposizione delle lampade, della stazione emittente, di quella ricevente e degli specchi. Nello schema *B* possiamo seguire il circuito e spiegarci lo scatto dell'interruttore automatico e la conseguente accensione delle lampade.

Un fascio di raggi I. R. emessi dalla stazione *e*) dopo una serie di riflessioni sugli specchi, s_1, s_2, s_3, s_4, opportunamente dislocati nella sala, vengono raccolti dalla stazione ricevente *r*), collegata all'apparecchiatura *c*): in condizioni normali non si verifica nulla: non appena però si intercetta col proprio corpo o con altro mezzo uno qualsiasi dei raggi invisibili immediatamente entra in funzione l'apparecchiatura a comando automatico provocando l'accensione dei dieci diffusori.

La cella fotoelettrica porta fra gli elettrodi un cubetto di quarzo rivestito di uno strato di solfuro di tallio o sostanza simile. Finchè la cellula è colpita dai raggi infrarossi essa è conduttrice dell'elettricità ed una debolissima corrente elettrica percorre un primo circuito attraversando la cellula stessa. Non appena però si intercettano i raggi infrarossi, la cellula diventa isolante e la corrente viene deviata in un secondo circuito attraverso una valvola termoionica, provocando l'eccitazione di un rélais sussidiario che trasmette l'impulso ad una apparecchiatura non segnata in figura, la quale comanda l'accensione dei diffusori.

Questa è l'applicazione che interessa direttamente i nostri lettori e che a nostro giudizio è nuova. Lo stesso dispositivo può essere usato per scopi non meno interessanti ed importanti quali ad esempio:

1) Sbarramenti esterni od interni per Banche, Musei, Oreficerie, Ville isolate, Magazzeni, Carceri, con eliminazione del gravoso servizio del personale di ronda.

2) Apertura di porte di garage con l'impiego dei fari dell'auto.

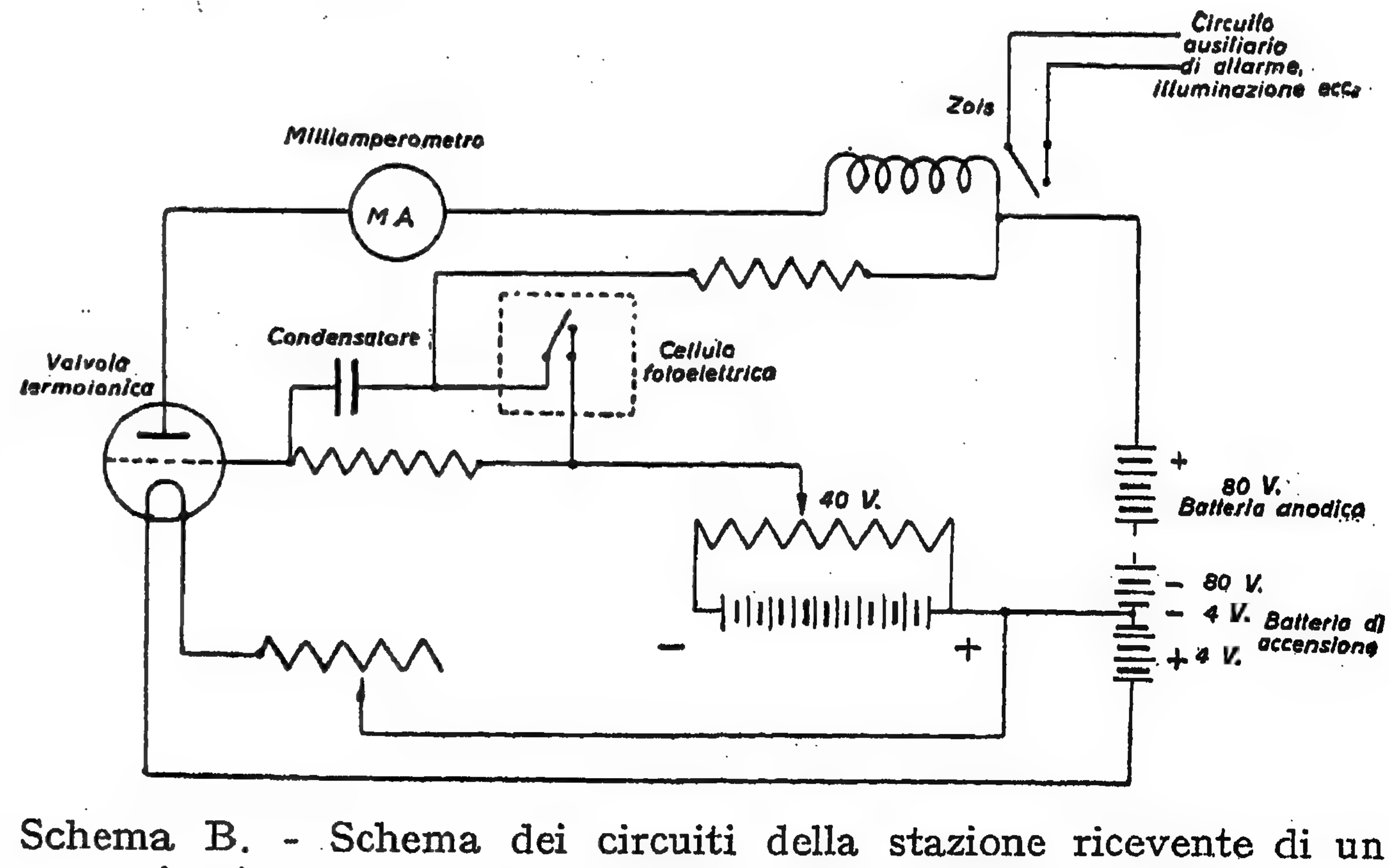
3) Protezione contro gli infortuni durante l'esercizio di macchine utensili od operatrici non appena una parte del corpo umano entra accidentalmente nella zona pericolosa della macchina.

4) Con l'applicazione di un oscillografo scrivente, si possono contare esattamente le persone che passano attraverso una porta, gli oggetti di un nastro trasportatore, i vagoni dei treni che attraversano una galleria ecc.

5) Reclames luminose ecc.

Questo tipo di cellula fotoelettrica che utilizza radiazioni di lunghezza d'onda immediatamente superiore ai raggi luminosi che stanno al limite della percezione visiva, e sono quindi radiazioni oscure, è da circa un anno entrato con successo nel campo pratico delle applicazioni elettriche. In America la Westinghouse e la G.E.C., in Francia i Fournier, hanno creato delle cellule fotoelettriche sensibilissime e di grande durata impiegandole per usi industriali di grande interesse.

Giunge notizia che in America è stato recentemente applicato un dispositivo del genere, collegato ad apparecchiature ottiche ed acustiche, per segnalare l'avvicinarsi dei veicoli agli incroci stradali pericolosi.



Schema B. - Schema dei circuiti della stazione ricevente di un impianto di comandi a distanza con raggi infrarossi.

La cella fotoelettrica è stata usata con ottimi risultati anche negli edifici scolastici, alla illuminazione dei quali si dà in America la massima importanza. Essa comanda automaticamente l'accensione della luce artificiale non appena la intensità della luce naturale scende al disotto di un certo valore minimo prestabilito. È uno dei mezzi più efficaci per la lotta contro la «miopia scolastica.»

LUX.

Nell' America Latina

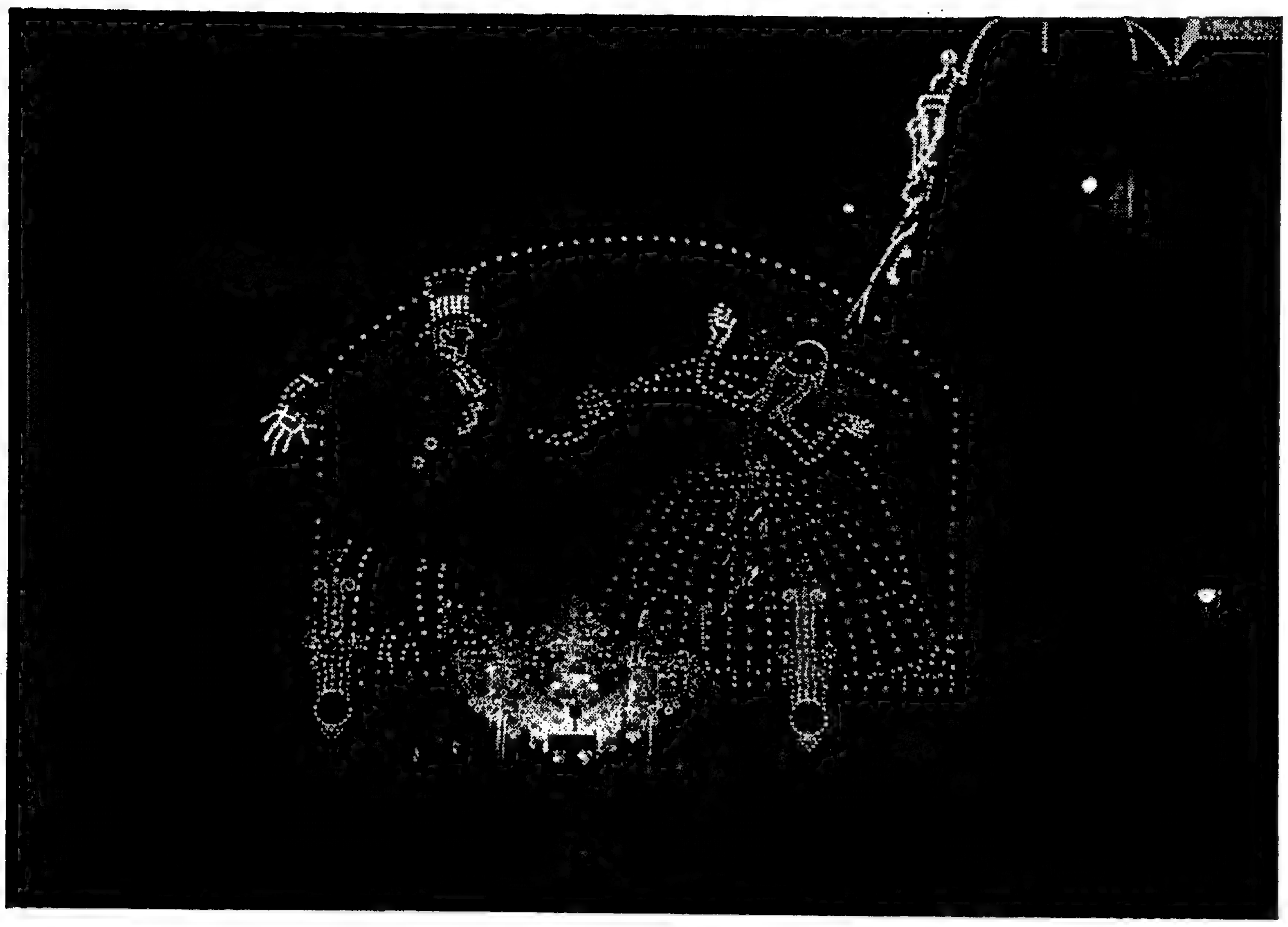


Fig. 1.

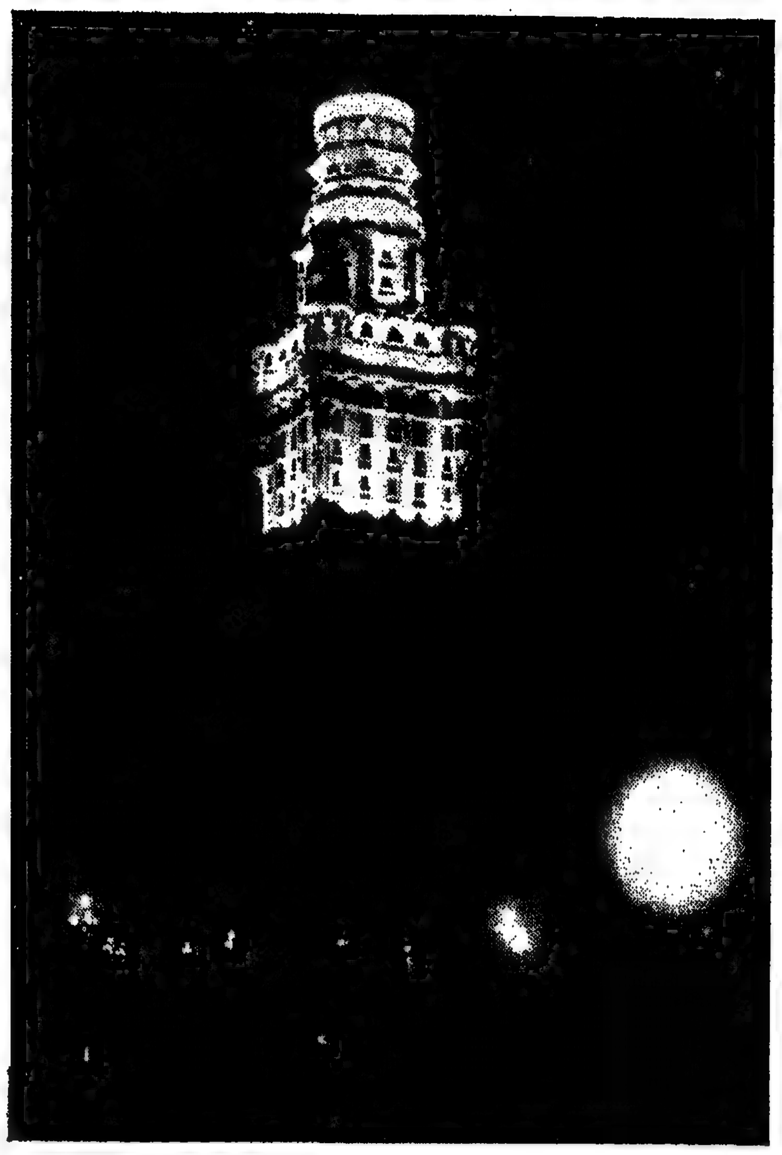


Fig. 2.

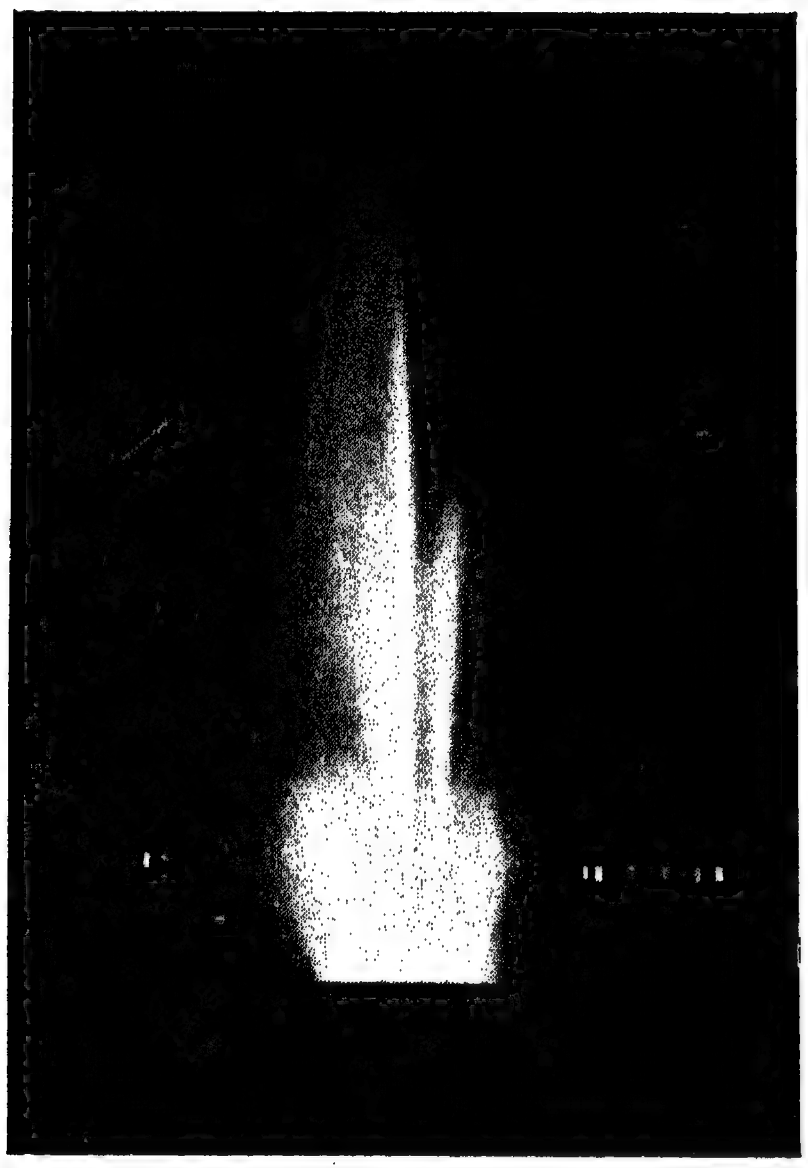


Fig. 3.

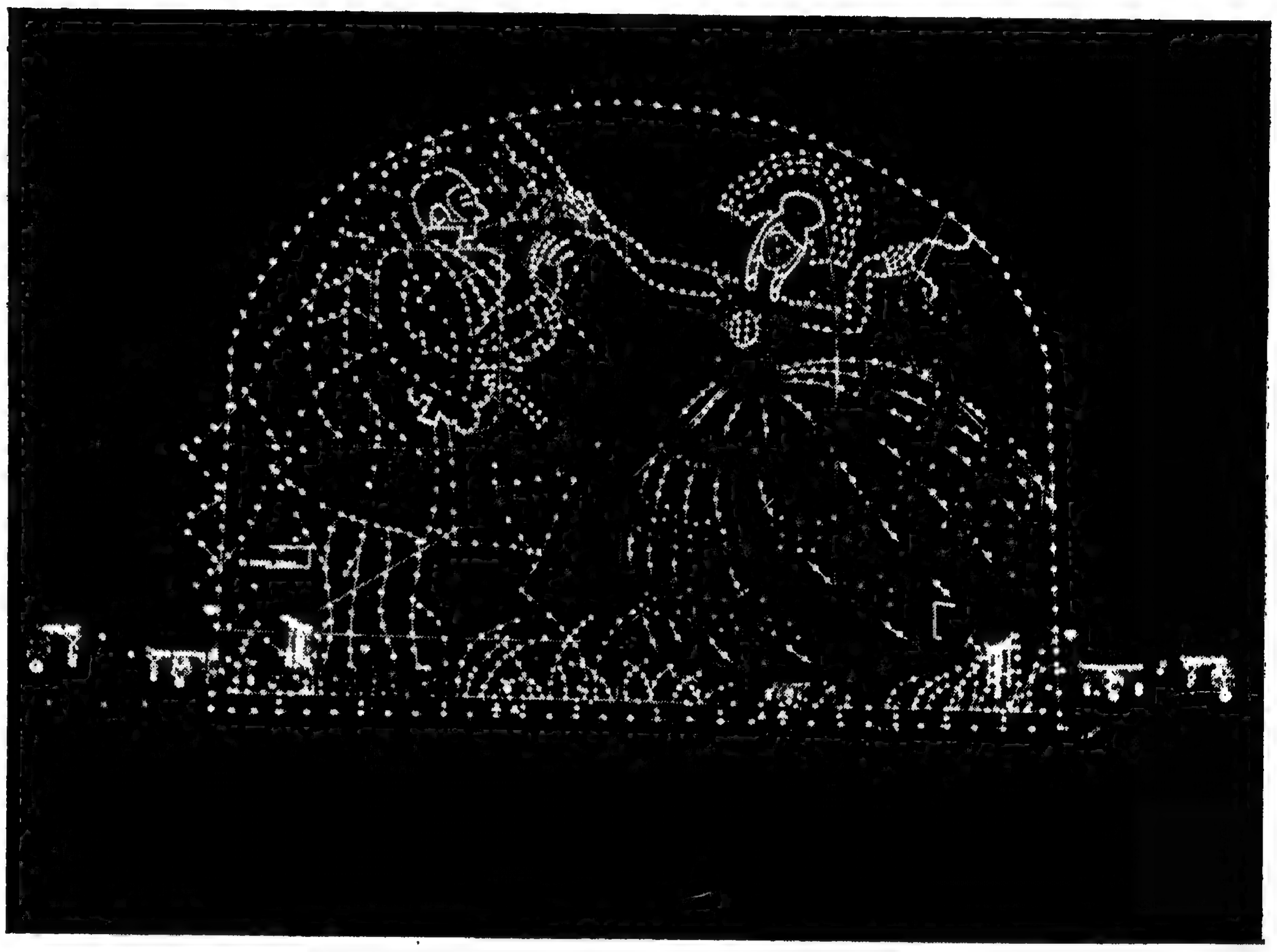


Fig. 4.

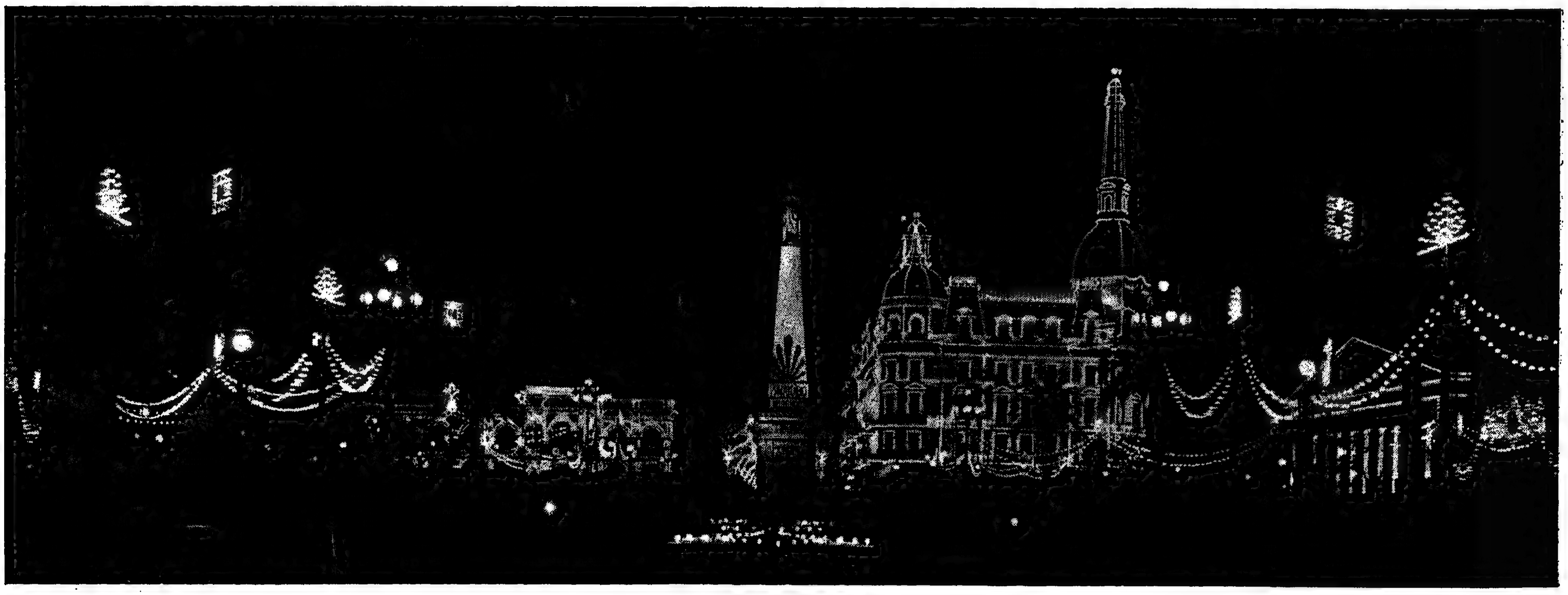


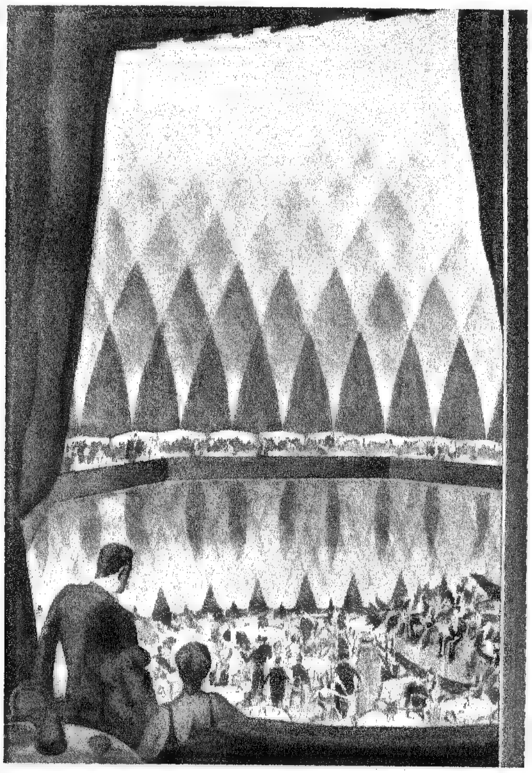
Fig. 5.

Fig. 1. - Buenos Aires. Carnevale 1929. Imbocco della Avenida de Mayo. — Fig. 2. - Montevideo. Il Palazzo Salvo (altezza m. 103) illuminato con projettori. — Fig. 3. - Buenos Aires. Interessante aspetto della fontana luminosa di Piazza del Congresso. — Fig. 4. - Buenos Aires. Carnevale 1929. Una delle arcate luminose della Avenida de Mayo. Fig. 5. - Buenos Aires. Illuminazione straordinaria di Piazza Mayo.

Notizie varie

Colorama.

Ecco un nome nuovo applicato ad un'invenzione vecchia ma esagerata iperbolicamente e, naturalmente, in.... America. Si tratta di una sala da ballo di un grande albergo, di circa 950 m². di superfice, alta circa 9 metri, senza finestre e con le pareti a volte tinteggiate in bianco; nascoste in cornici, mensole ed in altri modi vi sono nientemeno che 6132 lampade per un totale di 532 kW.: circa 182 per il bleu, 97 per il verde e 139 i colori chiari e luce bianca.



Le lampade sono regolate da 500 tasti che comandano 190 regolatori e possono essere azionati con relais da una piccola tavola di circa m. 1,20 per 1,80.

Il funzionamento si capisce: pareti e soffitto possono pigliare tutte le tinte, unite o iridescenti o a sprazzi che si possono immaginare.

In fondo si tratta di un'estensione della cupola Fortuny, ben nota da molti anni anche da noi. I costruttori sostengono che questo Colorama, che è costato appena 3 milioni rappresenti una vera economia in confronto ad una decorazione usuale in stucchi ecc. di una sala da ballo, il che veramente non ci persuade.

Pare ad ogni modo che l'effetto sia stato così stupefacente che gli illuminatori americani non esitano a dire che questo sarà il principio di una nuova era per l'illuminazione in cui ogni decorazione muraria sarà esclusivamente affidata alla luce.

Le Società di distribuzione certamente non si lamenteranno se in ogni città sorgeranno dei Colorama che assorbano 500 kW. e restino aperti tardi nella notte.

Quale è il colore della luce solare?

Che la luce diurna varii di intensità secondo il tempo, l'esposizione e le condizioni atmosferiche è troppo evidente per essere messo in dubbio, ma le variazioni del colore della luce diurna non sono altrettanto palesi.

Poichè la composizione spettrale della *luce del sole* obbedisce approssimativamente a certe leggi ben definite che governano la radiazione del così detto « corpo nero », il metodo più semplice per definire il colore della luce solare è di riferirlo alla temperatura alla quale il « corpo nero » emette una luce integrale dello stesso colore. Anche il colore della *luce del cielo*, e quindi il colore risultante della sovrapposizione delle due luci, possono essere approssimativamente espressi in *temperature di colore*. In altre parole ad ogni specifica temperatura di colore la distribuzione di energia nello spettro visibile di qualsiasi luce diurna è approssimativamente la stessa di quella del corpo nero alla stessa temperatura di colore.

Il Dott. Luckiesh raccoglie su un numero recente dell'*Electrical World* i risultati di alcune misure fatte negli scorsi mesi di settembre, ottobre, marzo ed aprile. Le temperature sono espresse in gradi assoluti. Tutti i valori, eccettuati quelli per «luce solare diretta » si riferiscono a luce su un piano orizzontale illuminato da tutta la volta del cielo.

Le temperature di colore, nelle condizioni corrispondenti a quelle qui sotto segnate, sono un po' inferiori durante i mesi invernali e sono probabilmente più elevate durante l'estate.

Genere di luce diurna	*Temperatura di colore* (*K*°)
Luce solare diretta, prima delle 9 e dopo le 15	4400 a 5000
Luce solare diretta, dalle 9 alle 15	5300
Luce solare più luce proveniente da un cielo piuttosto nebbioso	5700
Luce solare più luce proveniente da un cielo chiaro dalle 9 alle 15	5800
Luce da un cielo totalmente coperto......	6400
Luce da un cielo nebbioso	7000 a 8000
Luce da un cielo azzurro limpido	10.000 a 20.000

Il significato di queste temperature è indicato nella seguente tabella la quale dà le luminosità delle differenti regioni dello spettro relative alla luce bianca (approssimativamente 5300° Kelvin).

Luminosità relative, a varie temperature assolute

Regioni spettrali	5000 K°	5300 K°	5800 K°	6400 K°	7500 K°	15000 K°
λ = 4000 a 4900 U. A. (bleu e violetto) ..	94	100	107	115	128	166
λ = 4900 a 5500 U. A. (verde)	98	100	102	105	108	116
λ = 5500 a 5900 U. A. (giallo)	101	100	99	98	97	92
λ = 5900 a 7200 U. A. (arancione rosso) ..	103	100	96	93	87	75

I dati mostrano che la qualità o carattere spettrale della luce diurna è estremamente variabile, e ciò dà valore alla luce artificiale, la quale, benchè non riproduca esattamente la luce diurna è almeno costante in qualità e quantità.

Aeroplani recanti scritte reclamistiche luminose.

Il recente sviluppo delle insegne luminose mobili in Germania ed in Francia ha mostrato che le applicazioni della luce elettrica nel campo della pubblicità sono praticamente illimitate. Sono apparsi in Germania ed in Inghilterra anche dei furgoni automobili montati a vetrina e durante la notte vengono illuminati proprio come se si trattasse di installazioni fisse con tanto di insegna luminosa.

Ma ciò che rappresenta l'ultima novità è la trovata di una Casa tedesca la quale si serve addirittura di un aeroplano che porta le lettere luminose sotto le ali. Le lettere possono essere illuminate in rosso ed in bianco ed in questo caso, in condizioni atmosferiche favorevoli, l'insegna può essere letta comodamente fino ad un'altezza di 1000 metri. La corrente è prodotta da dinamo ad elica.

Questo sistema di pubblicità ebbe un successo enorme, tenuto conto specialmente di due fattori: la novità e l'assenza di elementi che distraggono l'attenzione dalle lettere luminose.

NOTE E RIASSUNTI

NUOVO TIPO DI DIGA COSTRUITO PER UN IMPIANTO IRRIGUO NEL MESSICO

FRED. A. NOETZLI.

Per l'impianto della Nueva Espana è stato recentemente costruito per conto del Governo Messicano una diga del nuovo tipo così detto a speroni a testa arrotondata per formare un invaso sul Rio Salado (Messico) a circa 60 miglia ad ovest di Laredo nel Texas. La diga porta il nome di Don Martin. Essa

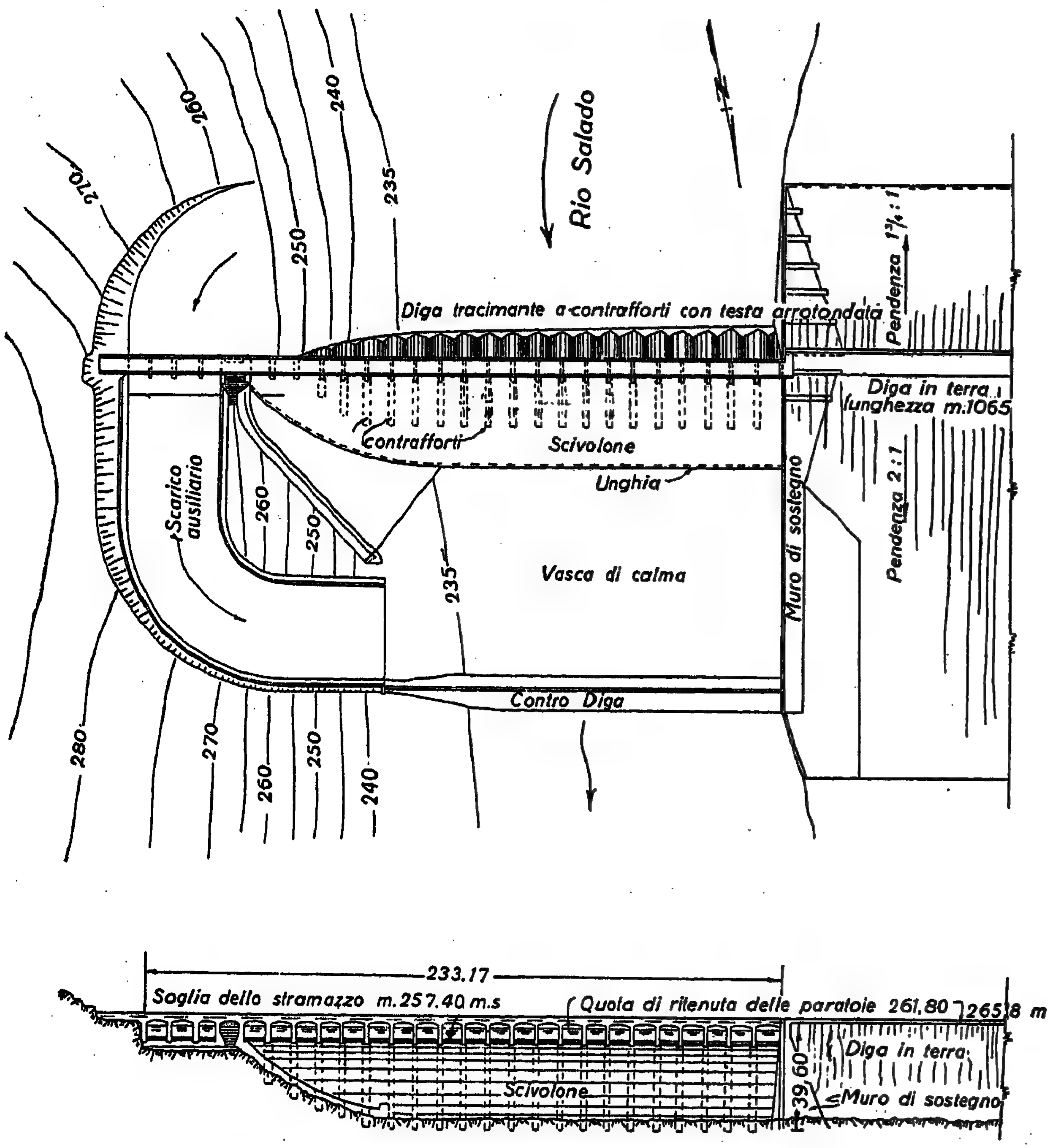


Fig. 1. - Planimetria e vista da Valle della diga sul Rio Salado.

consta di una serie di speroni contigui; ha una lunghezza di m 237 e serve a costituire l'opera di scarico di una diga in terra lunga circa 1000 m che, unitamente ad un'altra diga pure in terra ma più bassa e della lunghezza di circa 10.000 m crea un serbatoio della capacità di 1.400.000 milioni di mc.

La parte di diga a speroni con testa arrotondata è formata da 26 campate. Ciascuna di queste è costituita dalla parete dello sperone che si allarga lateralmente nella parte a monte fino a terminare in una testa arrotondata collegantesi con quelle degli speroni adiacenti per formare in tal modo la facciata continua del paramento a monte.

L'altezza massima della diga è di m 49. Un muro di ritenuta avente la stessa altezza separa la diga a speroni da quella in terra.

L'intera diga a speroni ha poi il paramento a valle formato da una soletta appoggiata sugli speroni stessi e che serve per lo scarico delle acque. Questo tipo di diga si è dimostrato più economico di quello a gravità e di quello ad archi multipli.

La fig. 1 illustra la pianta e l'alzata della parte a speroni contigui a testa arrotondata della diga di Don Martin.

Una descrizione della diga (1) stessa e del progetto di irrigazione di cui essa fa parte è già stata pubblicata.

Le figure 2 e 3 mostrano la diga praticamente ultimata e la fig. 4 riproduce una vista durante la costruzione e mette in evidenza certi particolari di alcuni speroni.

CARATTERISTICHE DELLA STRUTTURA DEL TIPO A SPERONI CON TESTA ARROTONDATA.

La stabilità della diga Don Martin è affidata esclusivamente al suo peso e a quello dell'acqua sovrastante. Non occorrono strutture ad archi, travature o solette, poichè la pressione dell'acqua è trasmessa direttamente e radialmente alla testa degli speroni stessi. La fig. 5, *a*) illustra in quale maniera ha luogo la trasmissione del carico idrostatico. Il fatto di avere costantemente una pressione radiale e normale al paramento a monte della testa degli speroni ha permesso una soluzione semplice ed economica nel presente tipo di diga. Dal punto di vista statico essa non è altro che una diga del tipo a gravità. Non esistono armature in ferro nè nelle testate degli speroni nè nella muratura retrostante. Non esistono neppure delle strutture così dette « sottili », poichè quella più sottile è la parete dello sperone stesso avente uno spessore costante di m 1,98. La muratura della diga è tutta in calcestruzzo con blocchi di pietrame, fatto eccezione per la parte di sovrastruttura dove si trovano le paratoie.

È notorio che le sollecitazioni in una diga a gravità di moderata altezza sono relativamente piccole. Ad esempio in una diga di 60 m di altezza, le massime sollecitazioni in un piano, orizzontale sono di circa 14 kg/cm². La stabilità della diga non sarebbe però compromessa anche se gli sforzi salissero a 21 kg/cm² o 28 kg/cm², poichè i soli fattori che la limitano sono il rovesciamento e lo scorrimento.

Nel tipo a speroni contigui con testa arrotondata, questo risultato è raggiunto con un risparmio dal 40% al 50% di muratura rispetto al tipo ordinario a gravità della medesima altezza. Il complesso del lavoro in più dovuto alla formatura è relativamente piccolo rispetto al caso di una ordinaria diga a gravità, tanto più che in quest'ultima una delle pareti dei giunti di dilatazione deve essere pure gettata in forme. La fig. 6 mostra una sezione orizzontale tipica di una diga a gravità nella quale sia stata fissata la distanza tra due giunti di contrazione successivi a m 15. Tra due di questi giunti è segnata la sagoma di una diga del tipo a speroni; la larghezza di questi è necessariamente assai maggiore di quella corrispondente della sezione di un tipo normale a gravità, come si rileva dalla fig. 6. In tal modo la lunghezza di uno sperone, includendo la testa arrotondata, per tutte le sezioni al di sotto del coronamento, risulta circa uguale alla sua altezza.

Per merito di tale maggior lunghezza della base, la stabilità rispetto al rovesciamento è assai maggiore. È anche più diffi-

(1) « Recenti sviluppi della irrigazione nel Messico » - Vincent Saucedo-*Eng. News Record* 21 marzo 1929, pag. 452.

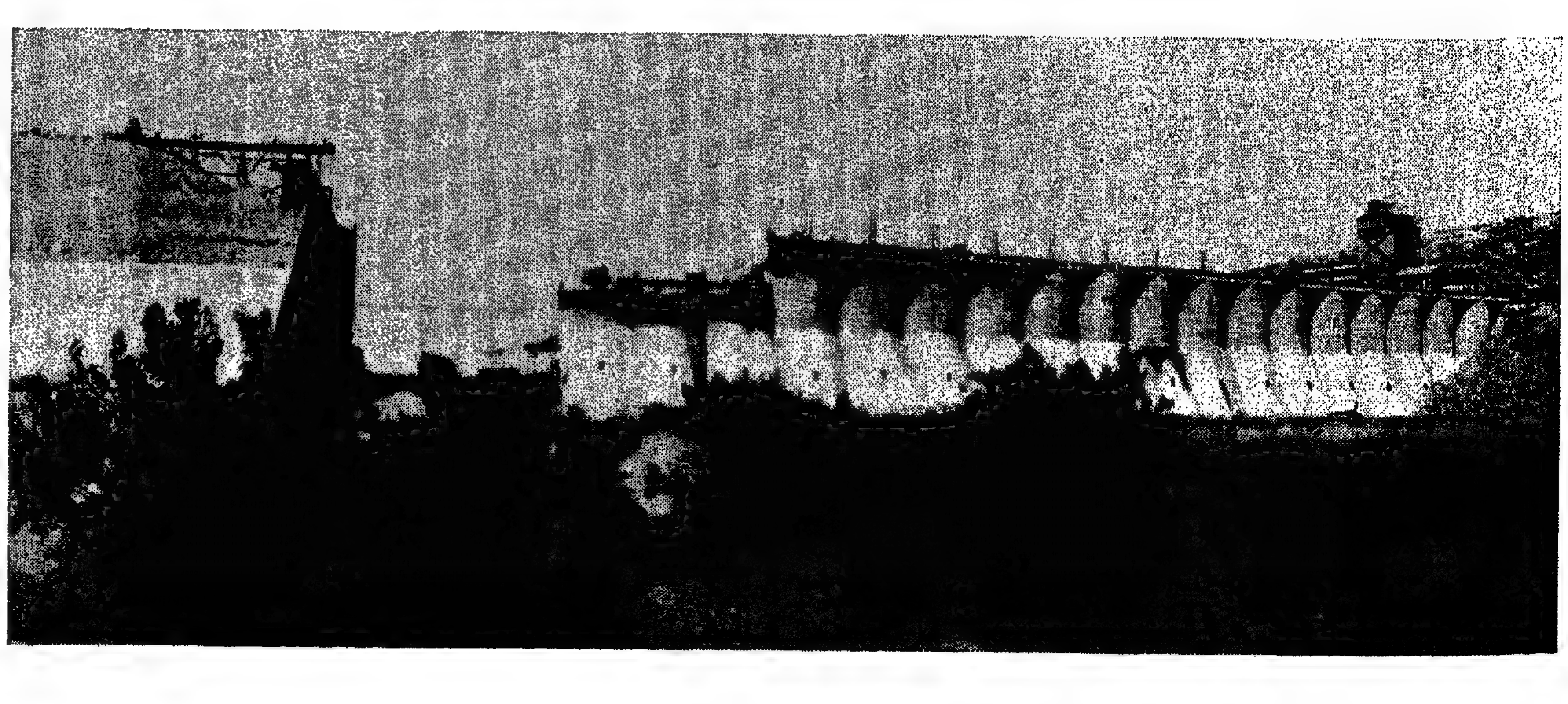


Fig. 2. - Vista della diga (ultimata) da monte.

cile che in questo caso le sottopressioni creino delle condizioni pericolose, poichè le acque di filtrazioni possono facilmente defluire fra le pareti degli speroni.

Il paramento a monte è costruito con una pendenza tale da garantire un coefficiente di scorrimento di grandezza ammissibile, normalmente tra il 0,65 e il 0,75.

Il progetto di una diga a speroni contigui a testa arrotondata non è molto differente da quello di una ordinaria diga a gravità. Per ogni sezione orizzontale di uno sperone, si combina la spinta dell'acqua col peso della muratura soprastante per ricavarne la risultante e gli sforzi sulla sezione considerata si calcolano colla seguente formula:

$$f_c = \frac{P}{A} + \frac{M_c}{I}$$

Naturalmente la verifica rispetto al «terzo medio» non può essere applicata direttamente, poichè essa trascura il maggior spessore della parete nella testata a monte e non tiene conto della soletta costituente il paramento a valle. Essa può essere accettata solo in prima approssimazione. Il metodo esatto di indagine necessita la determinazione del centro di gravità e del momento di inerzia della intera area di una sezione orizzontale di uno sperone. Gli sforzi nei paramenti a monte e a valle sono poi computati nel solito modo con la citata formula.

La parte superiore alta m 10,50 del paramento a monte della diga di Don Martin è verticale. Al di sotto la pendenza è di 3 verticale su 2 orizzontale.

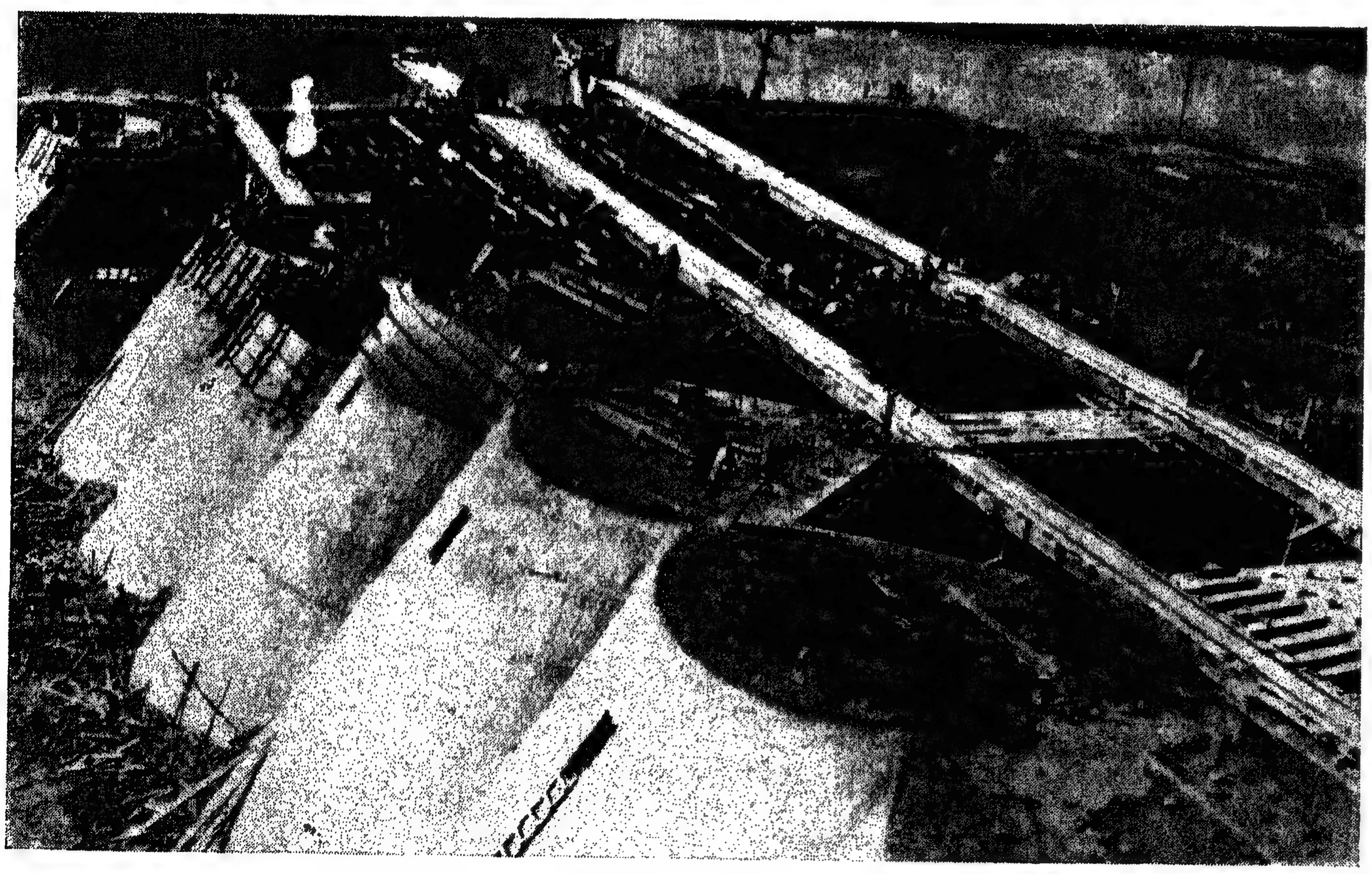


Fig. 4. - Vista prospettiva della diga in costruzione.

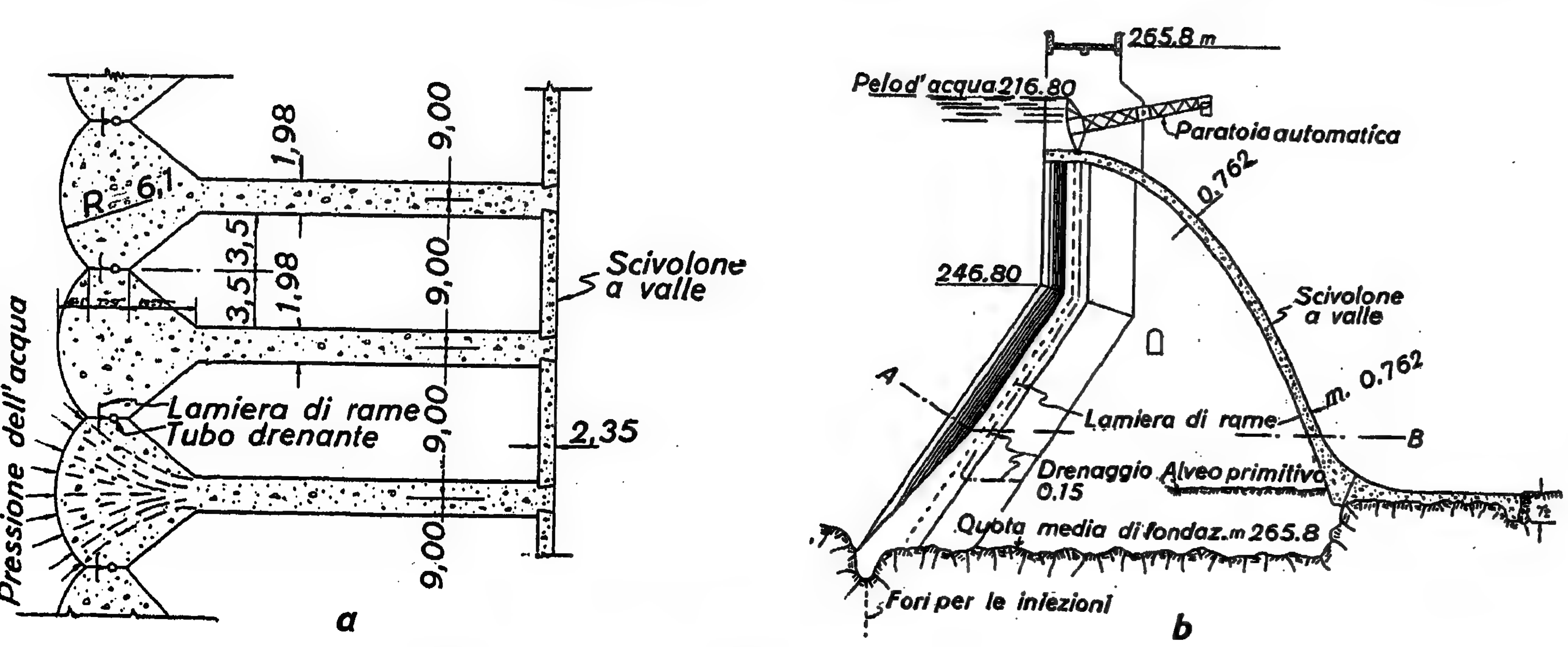


Fig. 5 *a*) Sezione orizzontale *A B* – *b*) Sezione trasversale in corrispondenza ad un giunto.

Gli speroni si trovano a m 9, di interasse l'uno dall'altro. Una lamiera di rame è fissata attraverso i giunti in prossimità del paramento a monte e fa una tenuta del tutto identica a

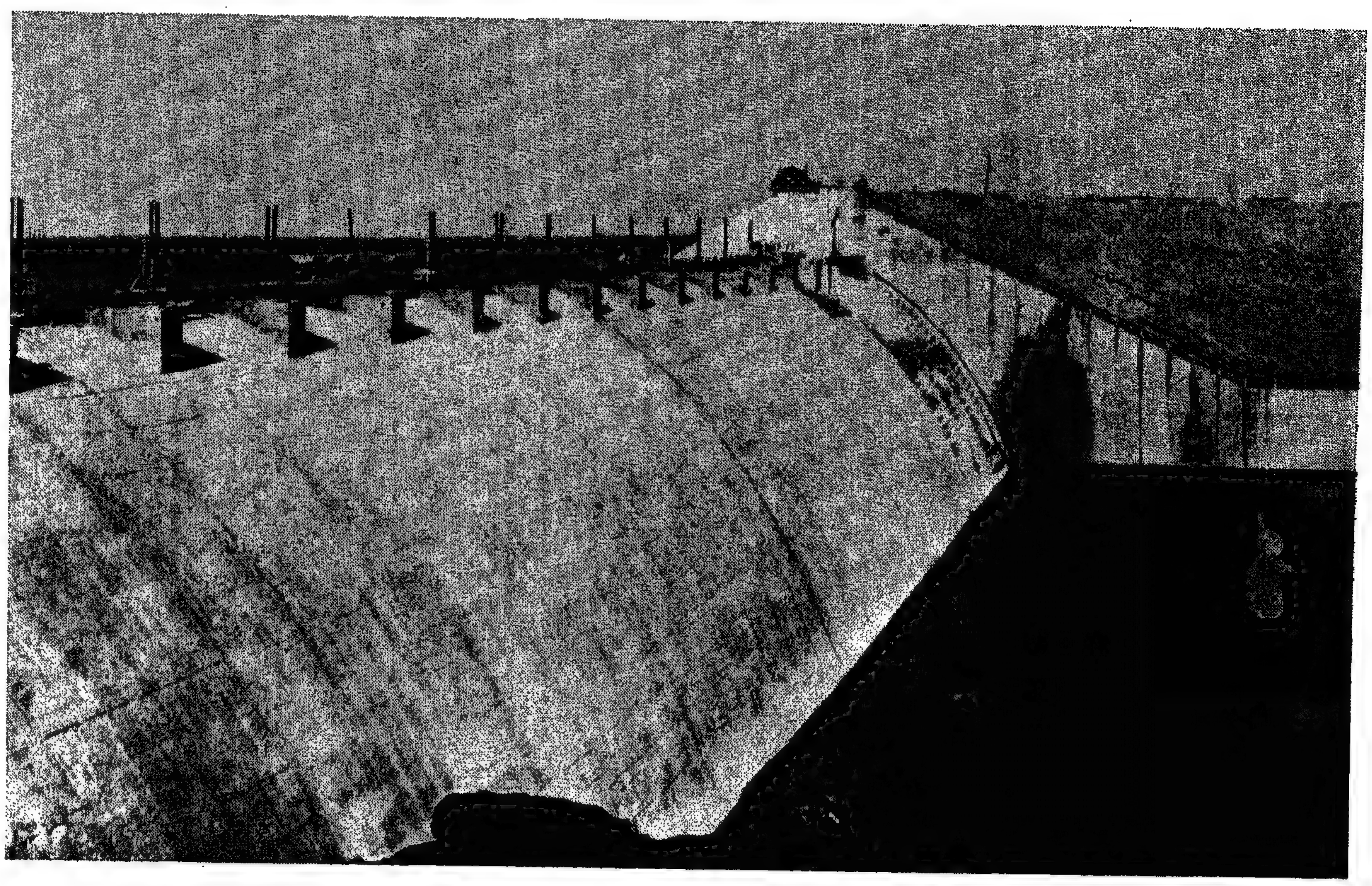


Fig. 3. - Vista della diga da valle.

quella dei giunti di dilatazione nelle dighe a gravità. A breve distanza a valle da tale tenuta in rame è previsto un canale di drenaggio di cm 9 di diametro.

Gli speroni della diga Don Martin sono indipendenti l'uno dall'altro per quanto riguarda la loro struttura. Pertanto il cedimento di uno di essi non dovrebbe avere influenza sui rimanenti contrariamente a quanto avviene invece nelle dighe ad arco.

STRAMAZZO.

La parte della diga Don Martin del tipo a speroni contigui a testa arrotondata serve per lo stramazzo delle acque di scarico. Tale stramazzo è ottenuto facilmente a mezzo di una soletta di cemento armato costruita sulla estremità in muratura a valle degli speroni. Tale soletta a valle è semplicemente appoggiata e ha uno spessore di 75 cm.

Il pelo d'acqua dell'invaso è sopraelevato di 4 m a mezzo di una serie di 26 paratoie situate sulla cresta della parte adibita a stramazzo. Di tali paratoie 22 sono del tipo automatico radiale e 4 sono progettate per essere sollevate meccanicamente.

Esse sono sorrette da pilastri formanti una continuazione degli speroni. La portata massima a paratoie completamente aperte e con un carico di m 6,30 al disopra della cresta è di 595 mc/sec.

PERSONALE.

La diga di Don Martin è stata costruita da J. G. White Engeneerny Corporation per il Governo Messicano. La sezione a speroni fu progettata da C. H. Howell e Julian Hurds sotto la direzione di F. S. Weymonth, Ingegnere Capo. Il tipo di diga a testa arrotondata fu sviluppato dallo scrivente e descritto per la prima volta nel *Modern Irri-*

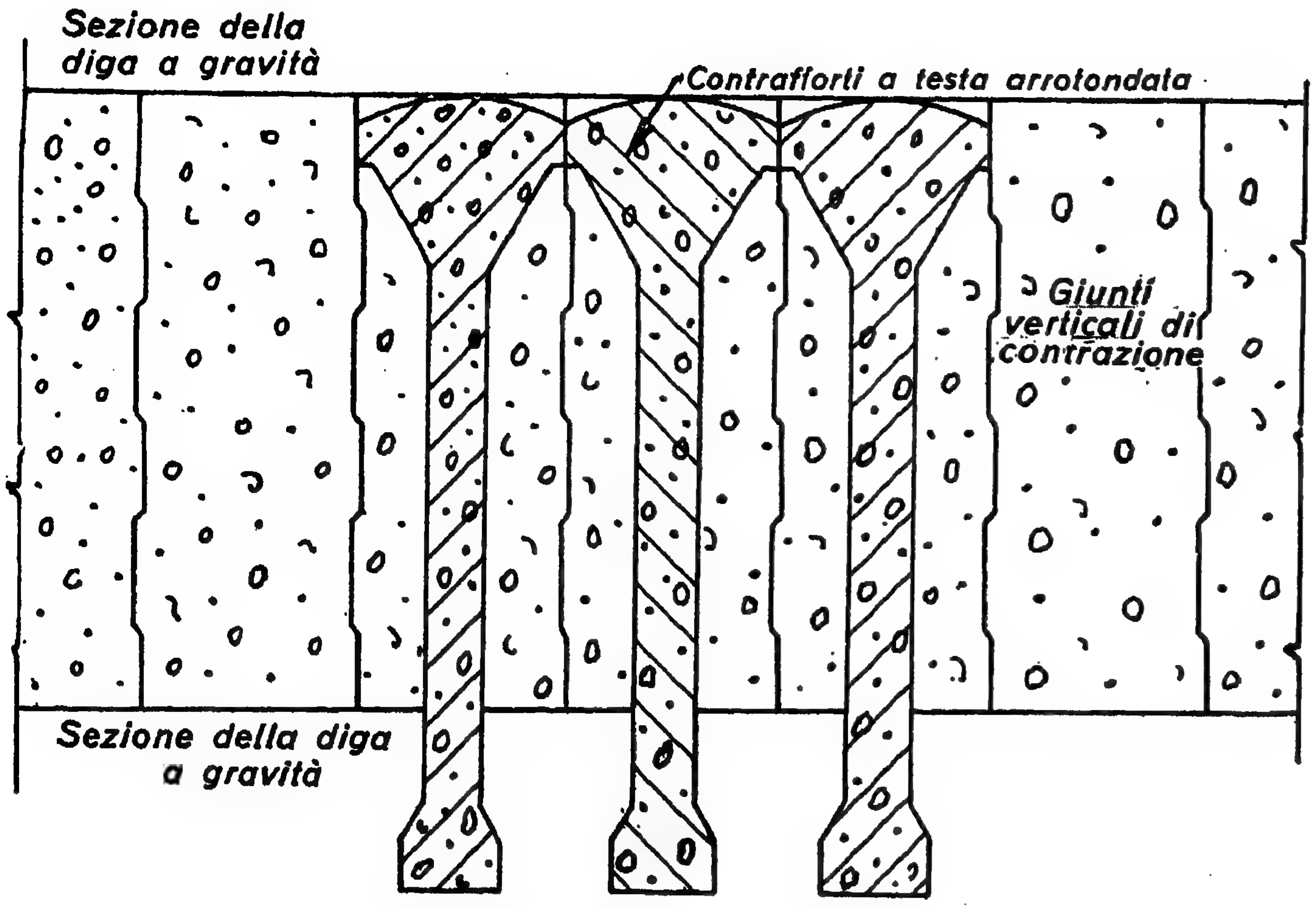


Fig. 6.

gation (1) nonchè in un capitolo dello stesso scrivente e riguardante la diga ad archi multipli (2) nel trattato « Progetto e costruzione di dighe » di Wegman.

LA SCELTA DELLE CARATTERISTICHE TECNICHE DI UNA CENTRALE TERMOELETTRICA A VAPORE

Revue Brown Boveri, gennaio 1930.

Il rapido sviluppo verificatosi nel corso degli ultimi cinque anni nella costruzione delle centrali termoelettriche ha permesso di ridurre da 6000 a meno di 3200 calorie il consumo di calore per kWh prodotto e di diminuire quindi alla metà circa il consumo di carbone delle centrali. Come è noto si è giunti a tali risultati coi mezzi seguenti: Migliorando il rendimento della turbina e delle caldaie dal 75% all'85% circa, utilizzando il maggior salto di calore derivante dall'aumento della pressione e della temperatura di ammissione e del vuoto nel condensatore, perfezionando il ciclo termico col preriscaldamento dell'acqua di alimentazione mediante vapore estratto dalla turbina ed eventualmente anche col surriscaldamento del vapore dopo effettuata parte della sua espansione entro la turbina.

L'esame dei progressi tecnici nell'anno porta naturalmente a domandarsi cos'è che limita attualmente lo sviluppo delle centrali termiche e con quali mezzi nuovi progressi potranno eventualmente essere realizzati. A questo proposito può affermarsi che per quanto riguarda la costruzione delle turbine nulla si oppone ad adottare le pressioni e temperature più elevate: sono già state costruite turbine per le pressioni di 200 Kg/cm² e la temperatura di 450'. Anche le caldaie sono state costruite per queste condizioni d'esercizio, ma ciononostante si deve però rilevare che costruttivanemte i tipi adottati non sono che un adattamento dei tipi esistenti di caldaie ottenuto con l'aumentare lo spessore dei tubi: si è trattato più che altro di una estrapolazione per le alte pressioni senza creare nulla di nuovo. Non è errato affermare che la maggior parte delle attuali caldaie ad alta pressione è troppo pesante e troppo costosa. Inoltre esse sono poco adatte per carichi variabili e molto sensibili anche alle minime impurità dell'acqua di alimentazione. Il generatore di vapore non può ancora considerarsi come un elemento delle centrali che abbia raggiunto il suo completo sviluppo e la scelta del sistema di caldaie rappresenta ancora uno dei problemi più difficili per il progettista di una centrale termica.

La scelta della *pressione del vapore*, della sua *temperatura*, della *grandezza della macchina*, della *velocità*, del *preriscaldamento dell'acqua di alimentazione* e del *surriscaldamento intermedio* è stata finora un problema molto complicato, sia perchè questo campo trovavasi ancora in uno stato di rapido sviluppo, sia perchè l'influenza dei vari fattori sul rendimento economico e la sicurezza d'esercizio dell'impianto era poco nota ed incompletamente studiata. La B.B.C. ha istituito nell'anno scorso dei calcoli allo scopo di portare la luce su questo argomento, nei limiti in cui ciò può farsi teoricamente. Diamo più innanzi i risultati di questi studi in quanto riguardano il probabile sviluppo futuro delle centrali.

L'adozione di *alte pressioni* non è in generale conveniente per piccole potenze, perchè dato il basso volume specifico del vapore, le palette risultano troppo corte. Le perdite per fughe attraverso il giuoco esistente fra le palette e le tenute a labirinto aumentano in tale misura da annullare il vantaggio realizzabile per il maggior salto di calore utilizzato: il consumo di calore per kWh prodotto può anzi talvolta essere più elevato. L'aumento della pressione porta inoltre come conseguenza che l'espansione del vapore si prolunga nel campo del vapore umido; ne risulta che nella parte a bassa pressione della turbina si separano grandi quantità d'acqua, che esercitano una forte azione frenante sulla turbina. La Fig. 1 (curve 1)

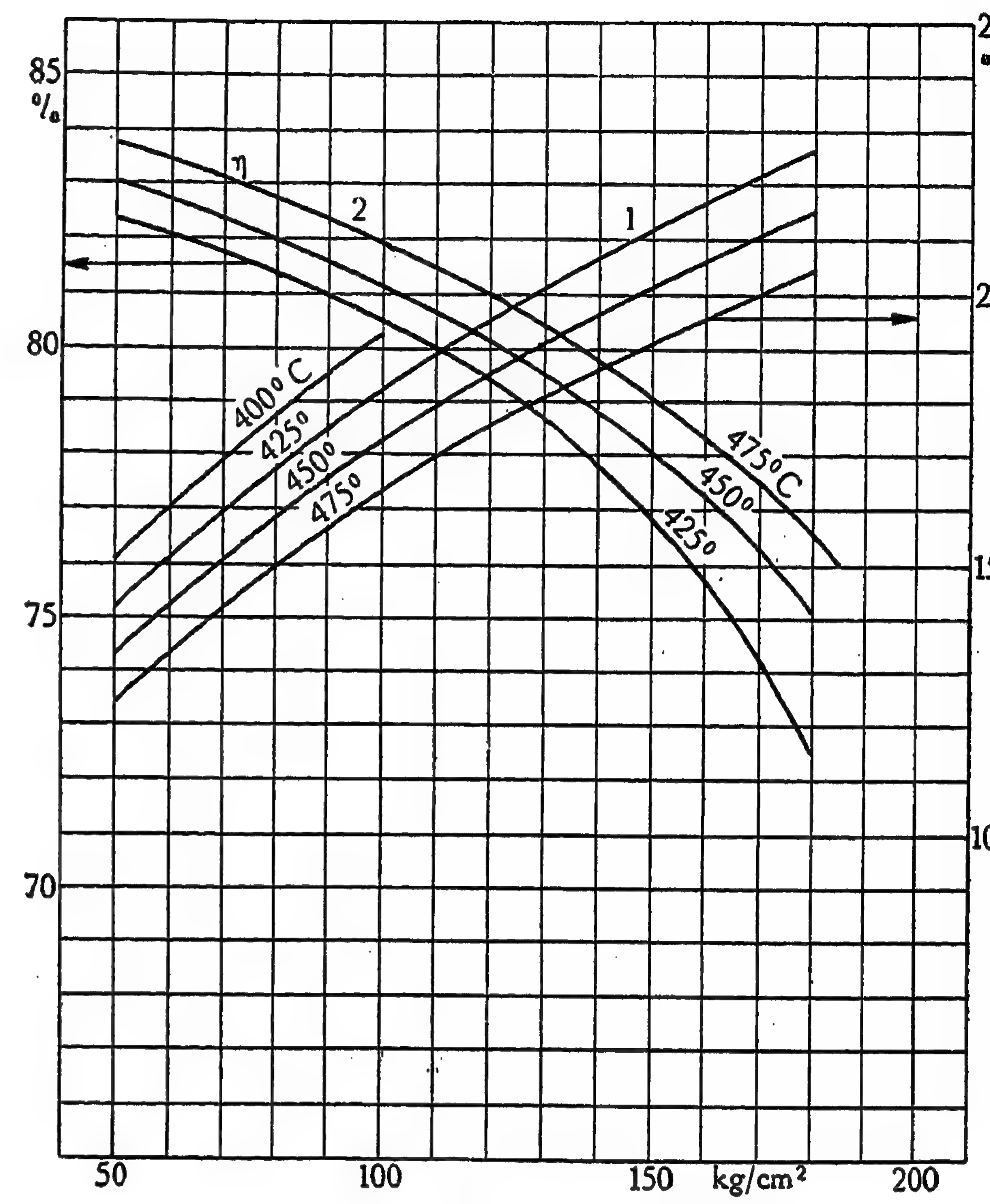


Fig. 1.

indica il valore cui può giungere il tenore in acqua allo scarico di una turbina a quattro cilindri, espresso in funzione della pressione di ammissione e per una serie di valori della temperatura iniziale, nell'ipotesi che non si sia previsto alcun dispositivo per il surriscaldamento intermedio o per evacuare l'acqua separatasi dal vapore. Segue dalla figura che il tenore in acqua allo scarico della turbina diminuisce coll'aumentare della temperatura di ammissione del vapore, ma che anche per le più alte temperature che oggi è possibile raggiungere e sotto la pressione di 150 Kg/cm², il vapore contiene ancora allo scarico circa il 20% di acqua allo stato liquido. La stessa figura (curve 2) pone anche in evidenza l'influenza, assai sfavorevole sul rendimento della turbina, esercitata dall'acqua nel campo del vapore umido, particolarmente per le pressioni molto elevate. Nell'eseguire i calcoli per il tracciamento di queste curve e di quelle delle figure seguenti, si è preso come base il consumo di una tonnellata di vapore all'ora per ogni atmosfera di pressione, cosicchè i volumi di vapore all'ammissione risultano praticamente gli stessi a tutte le pressioni. In tali condizioni il rendimento della palettatura per tutte le turbine può considerarsi costante alle varie pressioni. La diminuzione considerevole del rendimento sull'albero alle pressioni elevate è conseguenza della maggiore quantità d'acqua che si separa dal vapore nella parte a bassa pressione della turbina e che ha come si è detto un'energica azione frenante.

La Fig. 2 indica il consumo di calore per kWh reso dal combustibile ai morsetti del generatore, tenuto conto della potenza assorbita dalle pompe d'alimentazione della caldaia e dalle solite macchine ausiliarie, quando non sia previsto nè preriscaldamento dell'acqua di alimentazione nè surriscaldamento intermedio del vapore: esso è riportato in funzione della pressione per varie temperature. Si vede che quando la turbina sia di dimensioni favorevoli, il consumo di carbone è minimo per una pressione di ammissione di 100 Kg/cm², alla temperatura di 450° del vapore. Il consumo di calore può ridursi ulteriormente diminuendo il tenore in acqua del vapore negli ultimi salti,

---

(1) 10 giugno 1927 pag. 18
(2) 8ª Edizione 1927 pag. 523

sia mediante il surriscaldamento intermedio dopochè il vapore ha attraversato le prime corone di palette, sia evacuando l'acqua con dispositivi appropriati previsti sulla palettatura. Si può affermare e lo giustificheremo ancora meglio più innanzi che oggi per una turbina di 50.000 kW, cioè per una macchina avente un consumo di vapore sufficientemente grande, la pressione più economica del vapore, per quanto riguarda il consumo di combustibile, si aggira sui 120 Kg/cm². alla temperatura iniziale più elevata ammissibile e con il migliore sistema di surriscaldamento intermedio possibile.

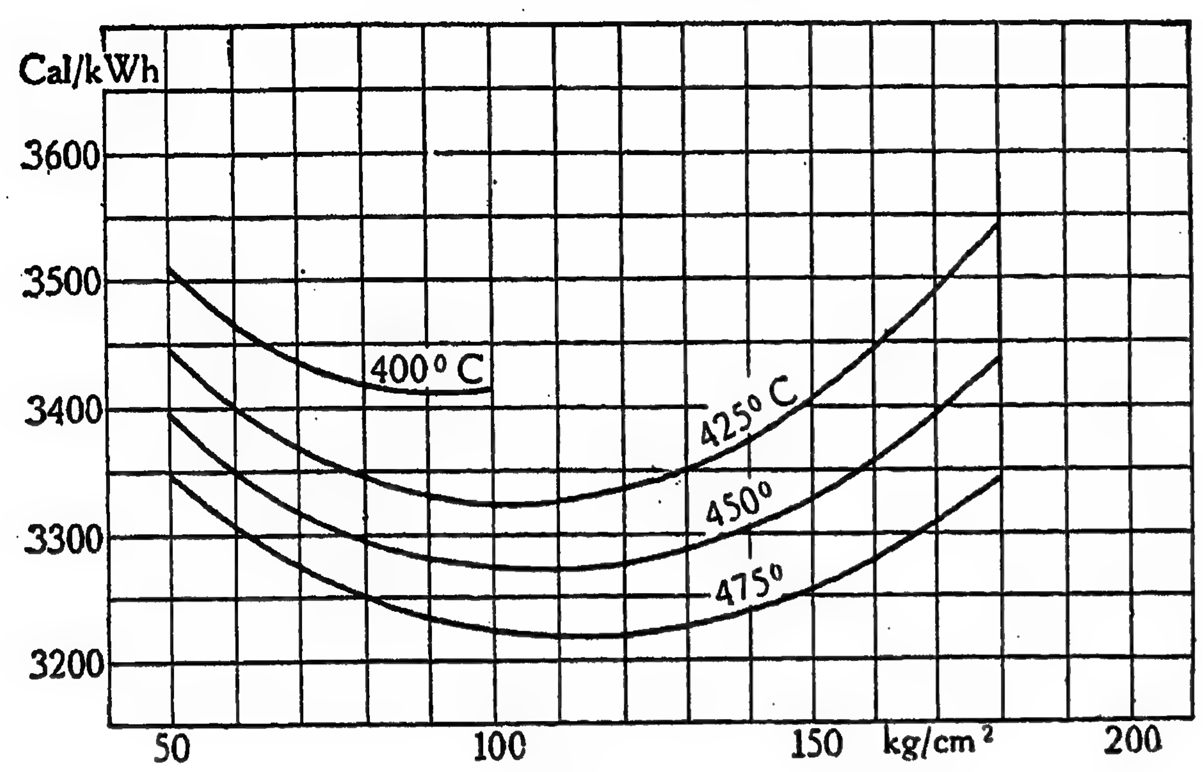


Fig. 2.

Una *temperatura elevata* all' ammissione aumenta il salto di calore e per conseguenza il rendimento del ciclo termico. Essa accorcia inoltre il tratto della curva di espansione che penetra nel campo del vapore umido: ne segue che tenore d'acqua ed effetto frenante negli ultimi salti subiscono una diminuzione. L'aumento della temperatura porta del pari con sè un miglioramento del ciclo termico e del rendimento sull'albero e quindi una sensibile riduzione nel consumo di calore per kWh prodotto. Il confronto fra le curve delle Fig. 1 e 2 mostra l'influenza straordinariamente grande della temperatura sul rendimento della turbina ed in modo particolare sul consumo di calore per unità di energia prodotta. Disgraziatamente non è possibile aumentare a volontà la temperatura di ammissione del vapore la quale trova in pratica un limite insuperabile nella diminuzione di resistenza dei metalli con la temperatura. In base a numerose esperienze eseguite su varie leghe di acciaio può ritenersi che allo stato attuale della tecnica non possa andarsi oltre 450-475°. tenuto anche conto che la temperatura del vapore in caldaia deve essre alquanto più elevata.

Visto che la temperatura non può essere spinta al valore desiderabile si è costretti, quando la pressione iniziale superi 60 Kg/cm² circa, a ricorrere al *surriscaldamento intermedio* del vapore dopo che ha percorso un certo numero di salti, e ciò per evitare un tenore in acqua troppo elevato negli ultimi salti. Per realizzare tale surriscaldamento sono stati adottati due sistemi diversi:

1) Surriscaldamento mediante i gas caldi rinviando il vapore in caldaia (Fig. 3). Questo sistema è caratterizzato dal richiedere condotte lunghe e di grande diametro e dal presentare perciò forti perdite di pressione e di calore. La temperatura di surriscaldamento può farsi eguale a quella del vapore all'ammissione. La Fig. 4 mostra una disposizione simile alla precedente ma con due surriscaldamenti intermedi. Gli inconvenienti suaccennati sono naturalmente ancora più sensibili.

2) Condensando del vapore proveniente dalla caldaia entro surriscaldatori, che possono trovar posto vicino alle turbine (Fig. 5). Sono quì eliminate le condotte alla caldaia, però la temperatura di surriscaldamento è poco elevata. Sullo stesso principio si basa anche un'altra disposizione alquanto più complessa (Fig. 6). Il vapore uscente dal primo cilindro previo surriscaldamento entro un riscaldatore ove si condensa del vapore proveniente dalla caldaia, penetra in un secondo riscaldatore, nel quale passa il vapore proveniente dalle caldaia prima di entrare nel primo cilindro e cede una parte del suo calore di surriscaldamento.

Anche trascurando le perdite può dirsi che in generale il surriscaldamento intermedio, e più particolarmente quello ottenuto mediante condensazione di vapore, non apporta che un beneficio trascurabile al rendimento del ciclo termico. Se poi si tien conto delle inevitabili cadute di pressione e temperatura nelle condotte, risulta che tale beneficio sarà in pratica nullo o quasi. Si ha invece una forte diminuzione del tenore in acqua nella parte a bassa pressione della turbina e un aumento del rendimento per la diminuzione delle perdite per effetto fre-

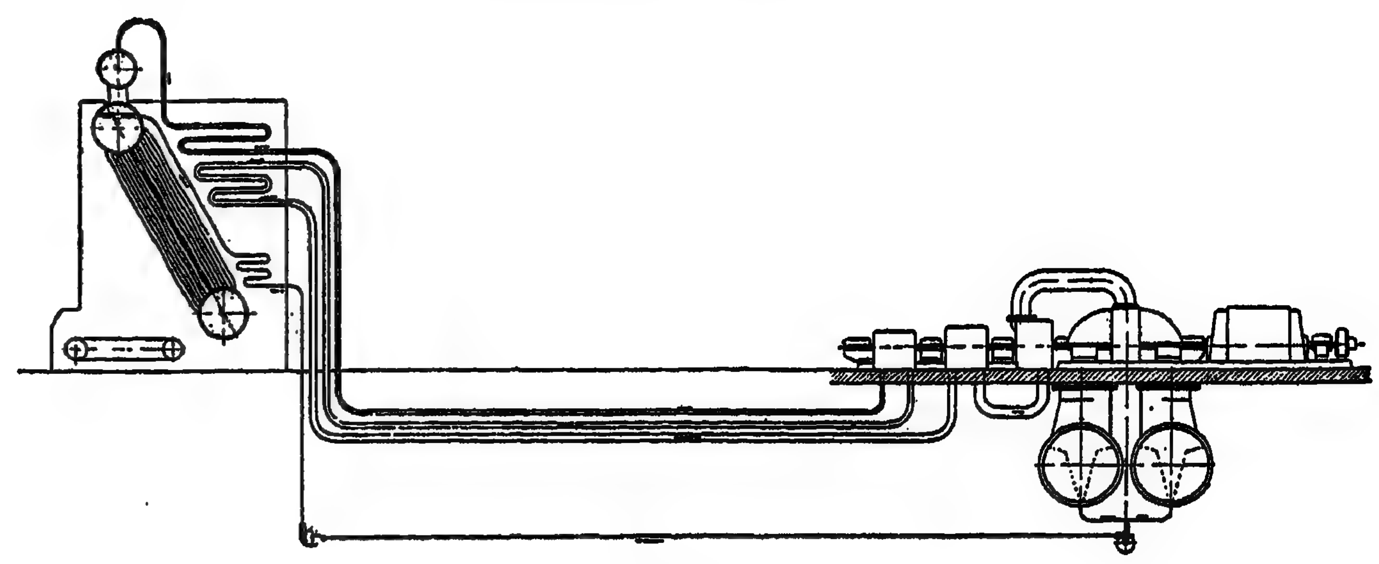


Fig. 3.

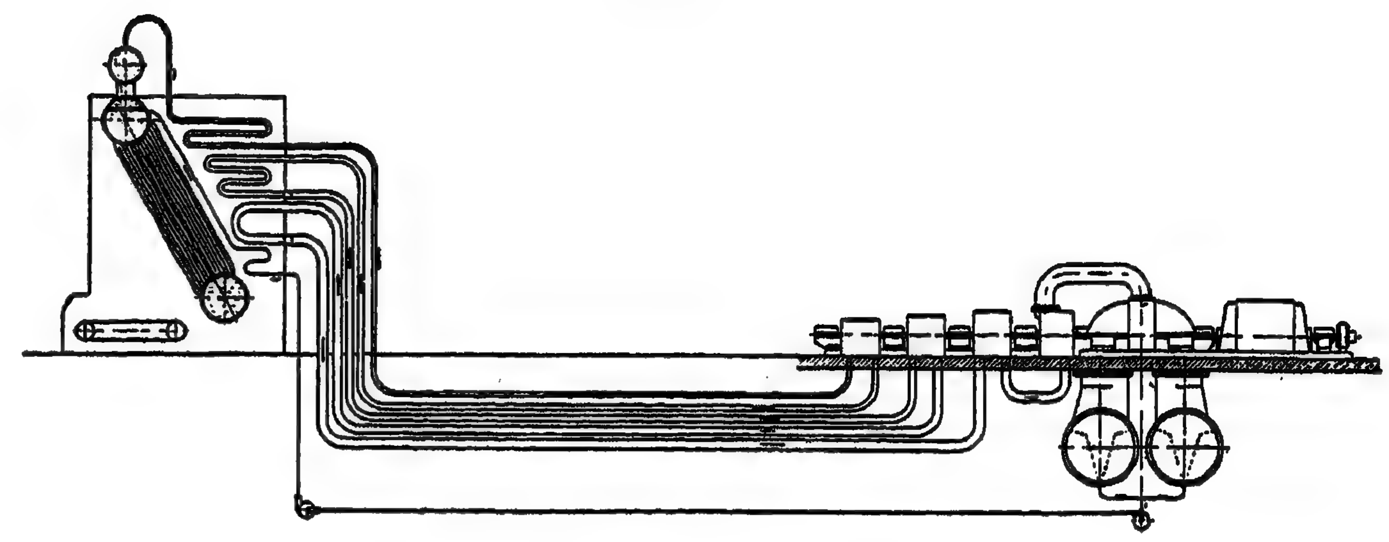


Fig. 4.

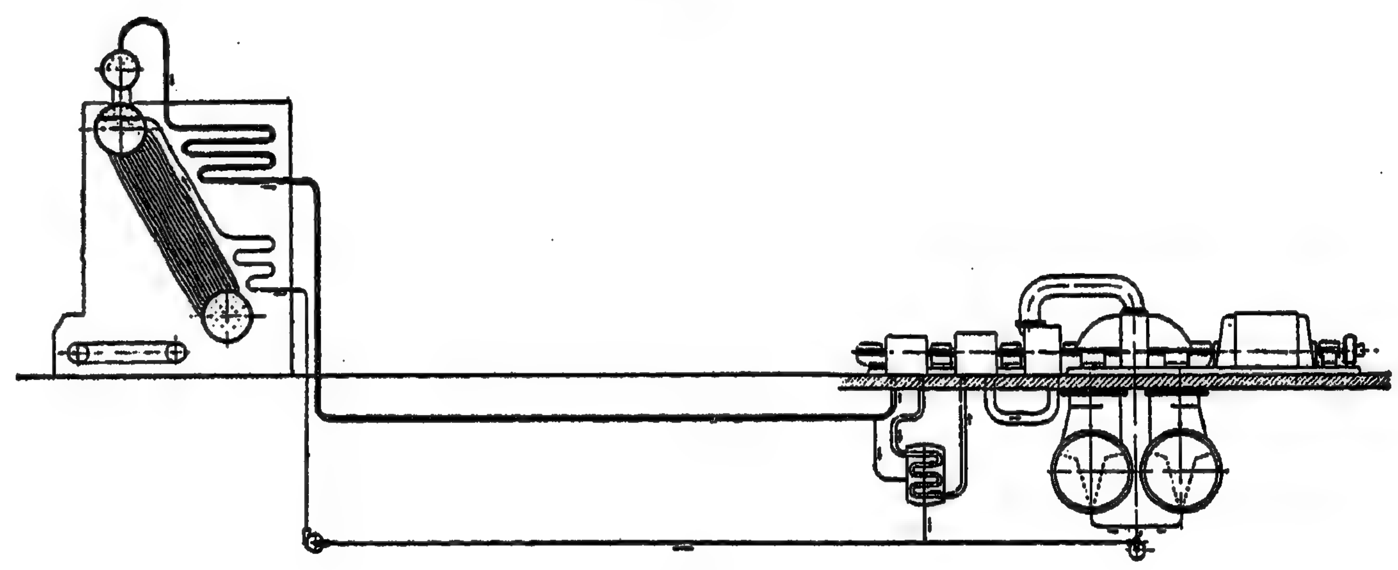


Fig. 5.

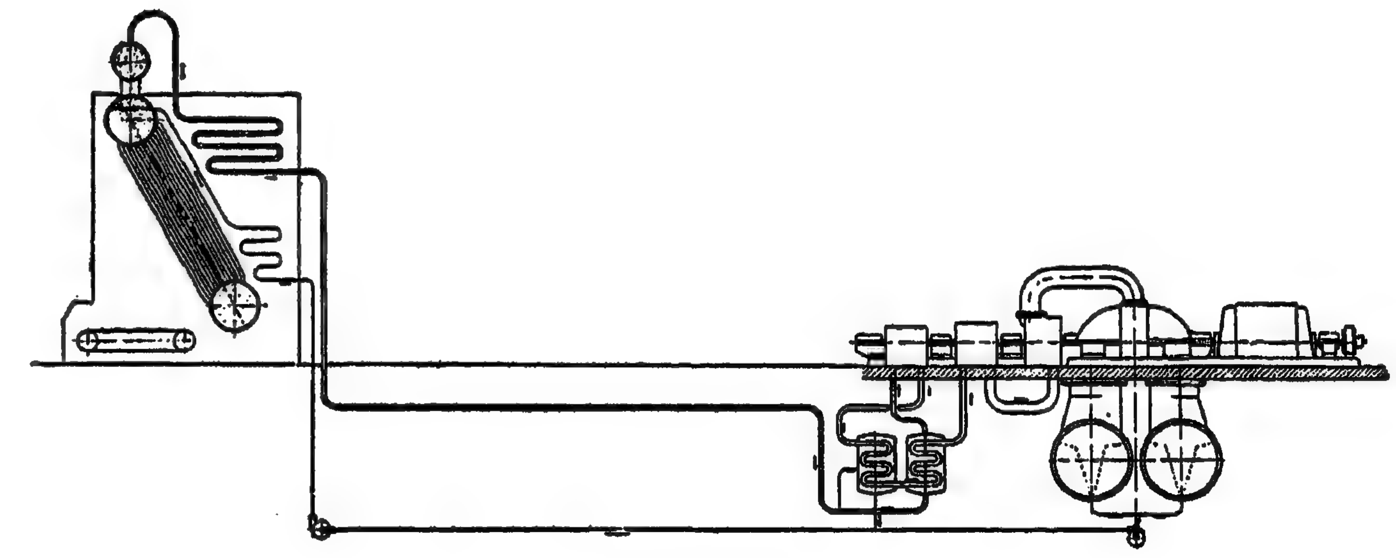


Fig. 6.

nante. Nella Fig. 7 si son tracciate le curve dei consumi di calore per kWh prodotto, tenendo conto di tutte le operazioni intermedie per la trasformazione dell'energia dalla forma carbone alla forma elettricità resa ai morsetti del quadro. Tali consumi sono riportati in funzione della pressione per varie temperature, nell'ipotesi di surriscaldamento intermedio mediante i gas caldi in caldaia fino alla temperatura di ammis-

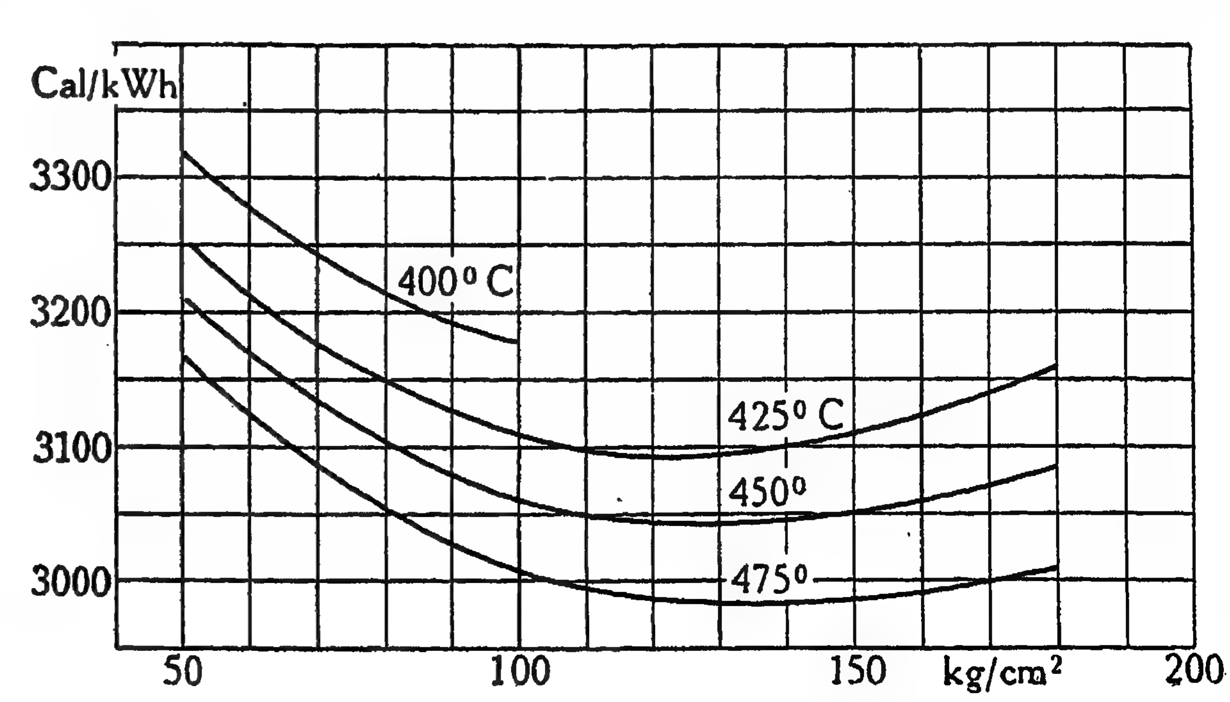


Fig. 7.

sione del vapore nel primo cilindro, ma senza preriscaldamento dell'acqua di alimentazione mediante estrazioni di vapore. Anche qui la quantità di vapore, per le ragioni dette più sopra, si è ritenuta di una tonnellata oraria per Kg/cm² di pressione. Queste curve possono essere confrontate direttamente con quelle della Fig. 2. Si riconosce che, per una temperatura iniziale di 450° per es. il consumo di calore minimo, senza surriscaldamento intermedio, è di 3270 cal. in corrispondenza della pressione di circa 100 Kg/cm², mentre che col surriscaldamento intermedio tale minimo si riduce a 3050 cal. in corrispondenza della pressione di 120 Kg/cm² circa. Si ha quindi un guadagno netto del 6,5%, dovuto insieme al surriscaldamento intermedio ed alla maggior pressione da questo resa possibile.

Purtroppo però il surriscaldamento intermedio mediante i prodotti della combustione porta con sè una grande complicazione d'impianto, poichè il vapore deve essere guidato entro lunghe condotte di grande diametro alle caldaie ove esso è introdotto entro grossi surriscaldatori: di qui esso deve essere poi riportato alle turbine. Calcoli accurati hanno dimostrato che il surriscaldamento intermedio porta i massimi benefici se effettuato in corrispondenza del 30% circa del salto di calore disponibile: se la pressione iniziale è di 100 Kg/cm² e la temperatura di 450°, la pressione nel condensatore di 0,04 Kg/cm² assoluti il volume specifico del vapore che ha subito l'espamsione corrispondente al 30% del salto è sette volte quello iniziale: dato questo forte volume e la capacità che hanno le relative condotte ed il surriscaldatore, occorre prevedere organi speciali di regolazione a valle di questo per impedire che in caso di diminuzione istantanea del carico la turbina abbia ad assumere velocità eccessiva. Il surriscaldamento intermedio mediante vapore proveniente dalla caldaia è invece realizzabile in modo assai più semplice, ma, oltrechè essere anch'esso costoso, presenta l'inconveniente che la temperatura di surriscaldamento subisce un aumento insignificante e che quindi il vantaggio che se ne può ricavare è molto modesto, dall'1% all'1,6%. Queste ragioni spiegano perchè anche in centrali termiche modernissime si preferisce non oltrepassare la pressione di 50-60 Kg/cm², con la quale il tenore in acqua nella parte a bassa pressione resta ancora entro limiti tollerabili se la temperatura iniziale è di 450°-475°. Il doppio surriscaldamento intermedio non presenta praticamente alcun vantaggio rispetto a quello semplice, ma risulta ancora molto più costoso.

Come già si è detto, l'aumento del rendimento termico dovuto al surriscaldamento intermedio è da attribuirsi principalmente alla soppressione della separazione d'acqua entro la palettatura ed all'effetto frenante nella parte a bassa pressione della turbina. Si può quindi sostituire il surriscaldamento intermedio con una misura equivalente, l'evacuazione cioè dell'acqua, che si separa dal vapore nella turbina. Nelle turbine a più cilindri tale evacuazione può realizzarsi facilmente tra un cilindro e l'altro, e ciò permette già di ottenere delle sensibili economie nel consumo di calore. Le curve tracciate nella Fig. 8, rappresentano

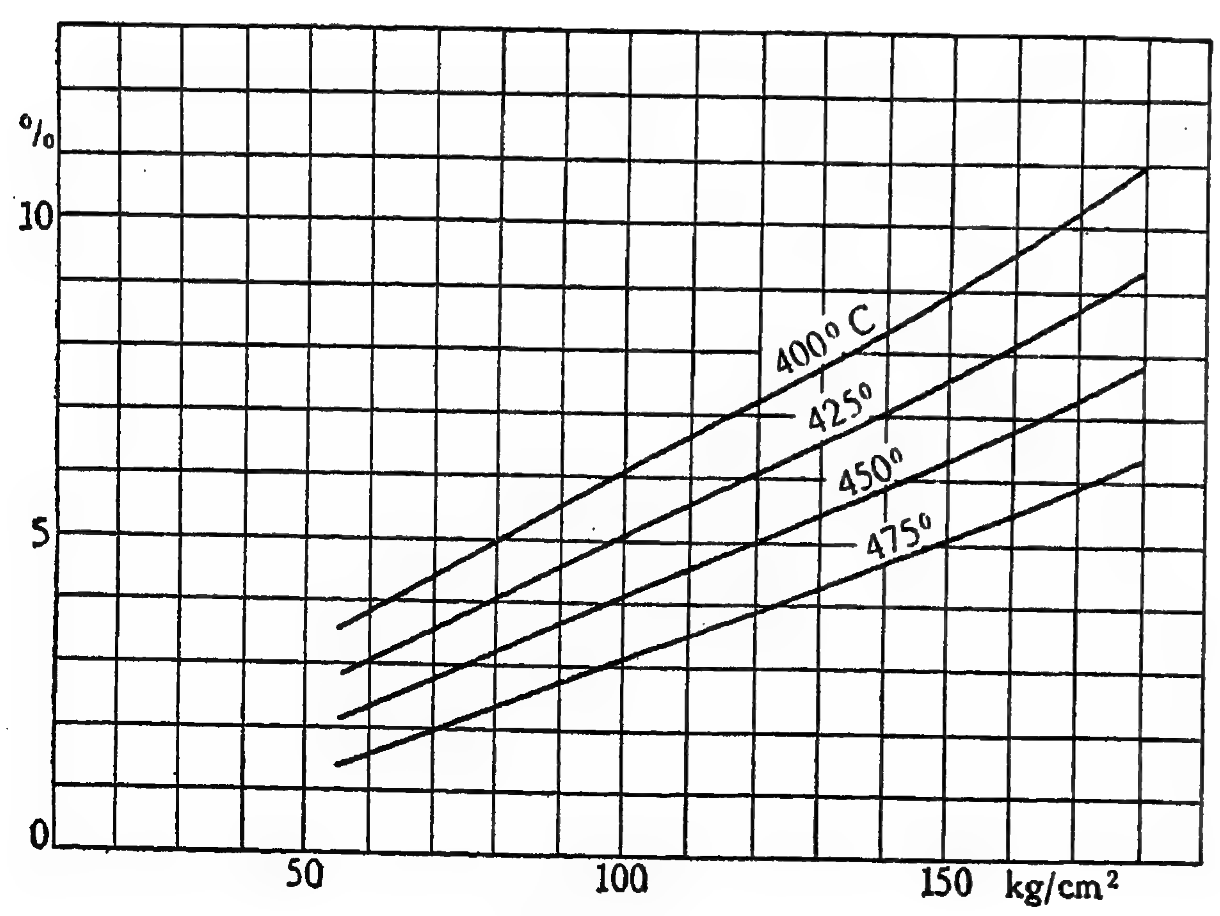


Fig. 8.

appunto tali economie in funzione della pressione d'ammissione del vapore e per diverse temperature iniziali, calcolate per una turbina a quattro cilindri nell'ipotesi che dopo ciascun cilindro il titolo del vapore sia del 99%. Nelle turbine più moderne l'evacuazione dell'acqua non viene compiuta però soltanto tra cilindro e cilindro ma anche per mezzo di canali speciali ricavati nel corpo delle turbine in corrispondenza delle ultime file di palette. La Fig. 9 rappresenta il dispositivo adottato dalla Brown Boveri. L'acqua che si separa in ogni salto è condotta separatamente al condensatore o al preriscaldatore dell'acqua di alimentazione: una volta proiettata nel canale di evacuazione, essa non può più penetrare nella fila successiva di palette. Si comprende però che dispositivi meccanici di questo genere sono necessariamente imperfetti, poichè soltanto una parte dell'acqua formatasi durante l'espansione può essere separata dal vapore. Tuttavia il vantaggio ricavato sarà sempre sensibile, anche perchè risulta dinimuita l'erosione delle palette, cui l'acqua darebbe luogo.

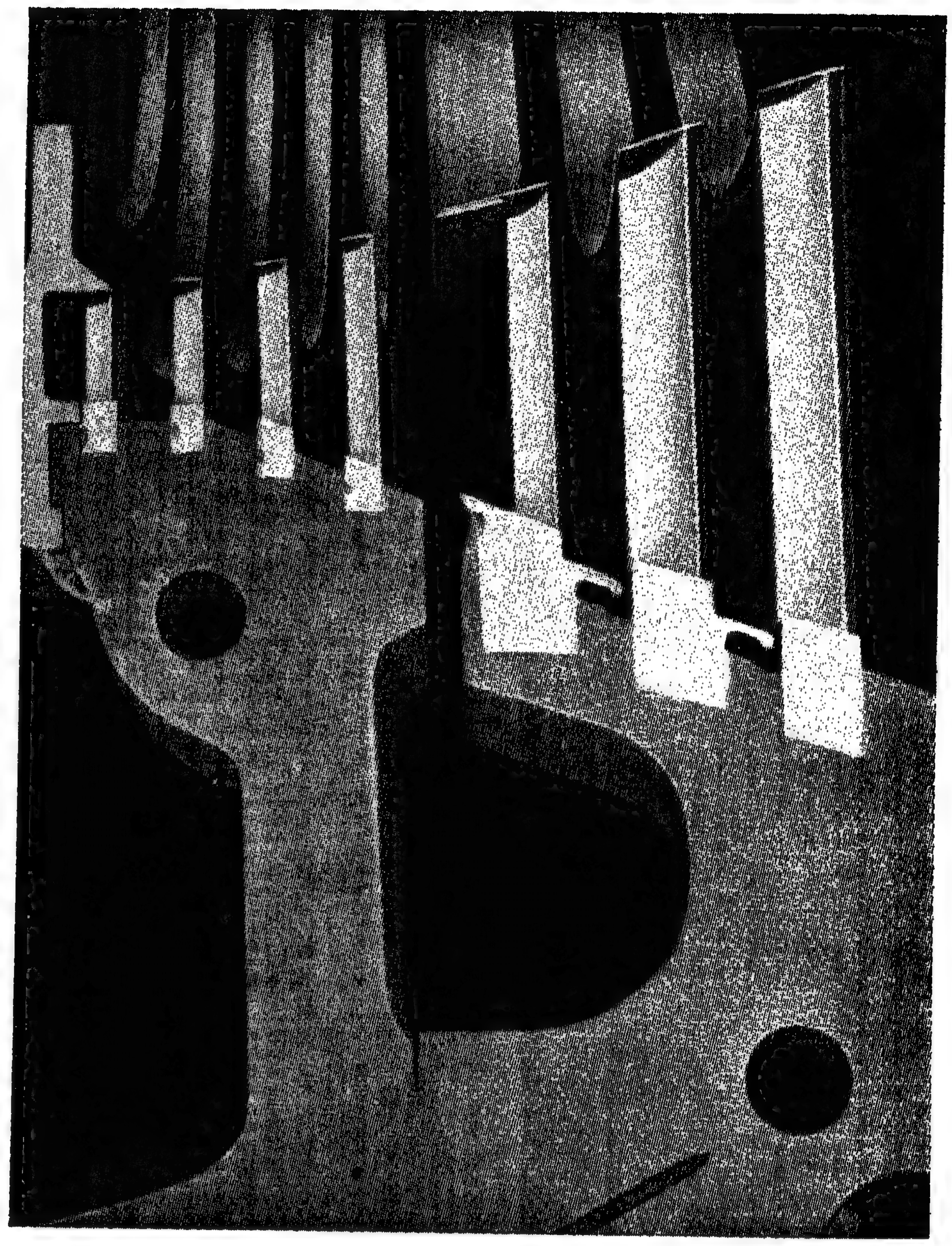


Fig. 9.

Il preriscaldamento dell'acqua di alimentazione per mezzo di vapore estratto dalla turbina, dopochè ha già ceduto una parte dell'energia contenuta, permette, come è noto, di ricuperare nelle caldaie (e quindi a favore del ciclo termico) una frazione importante del calore che andrebbe altrimenti perduto nell'acqua di raffreddamento dei condensatori. Il vantaggio è anche qui particolarmente sensibile per le pressioni elevate. Quando si tratti di impianti nuovi, si può dire che oggi le estrazioni intermedie di vapore siano universalmente adottate: oltre il guadagno termico diretto, esse offrono anche la possibilità di evacuare una parte dell'acqua di condensazione formatasi durante la condensazione. Ma anche quando si tratti di ampliamenti di impianti vecchi è possibile in base allo stesso principio migliorare il rendimento termico complessivo dell'installazione, riscaldando l'acqua di alimentazione con vapore estratto in quantità sufficiente in punti intermedi delle nuove unità, oppure con il loro vapore di scarico.

La Fig. 10 dà il consumo di calore di moderne turbine a vapore, tenuto conto di tutte le trasformazioni, dal carbone ai morsetti del trasformatore, ivi compresa l'energia assorbita dalle pompe d'alimentazione e dalle macchine ausiliarie, in funzione della pressione di ammissione del vapore e per diverse potenze. La temperatura si è supposta di 450°, la pressione assoluta nel condensatore di 0,04 Kg/cm², il rendimento della caldaie dell'84%. Le curve 1 e 2 si riferiscono rispettivamente a turbine a 3 e a 4 cilindri, con evacuazione dell'acqua, ma senza surriscaldamento intermedio del vapore, le curve 3 a turbine a 4 cilindri con evacuazione dell'acqua e con surriscaldamento intermedio. La curva 4 dà infine la temperatura d'ingresso in caldaia dell'acqua di alimentazione preriscaldata mediante vapore estratto dalla turbina.

Le curve 1-2-3 sono assai istruttive: esse dicono che il consumo di calore per kWh prodotto non può essere diminuito a volontà aumentando la pressione. Per ogni potenza vi è una pressione, tanto meno elevata quanto minore è la potenza, per

la quale detto consumo è minimo. Risulta inoltre che il vantaggio portato dal surriscaldamento intermedio del vapore è piuttosto modesto. Per una turbina da 40.000 kW a 4 cilindri senza surriscaldamento intermedio, la pressione più conveniente, cui corrisponde un consumo di 2875 cal/kWh, è di 110 Kg/cm²: introducendo il surriscaldamento intermedio la pressione si porta a 125 Kg/cm² ed il consumo a 2820 cal/kWh. Al maggior costo d'impianto per la più elevata pressione ed il dispositivo di surriscaldamento con le relative condotte, corrisponde quindi un'economia di combustibile di appena 1,7%. Si comprende quindi come per lo più non esista la convenienza economica del surriscaldamento intermedio e ci si limiti ad eliminare per quanto possibile l'acqua di condensazione formatasi nella turbina per mezzo di dispositivi meccanici del genere di quello descritto più sopra.

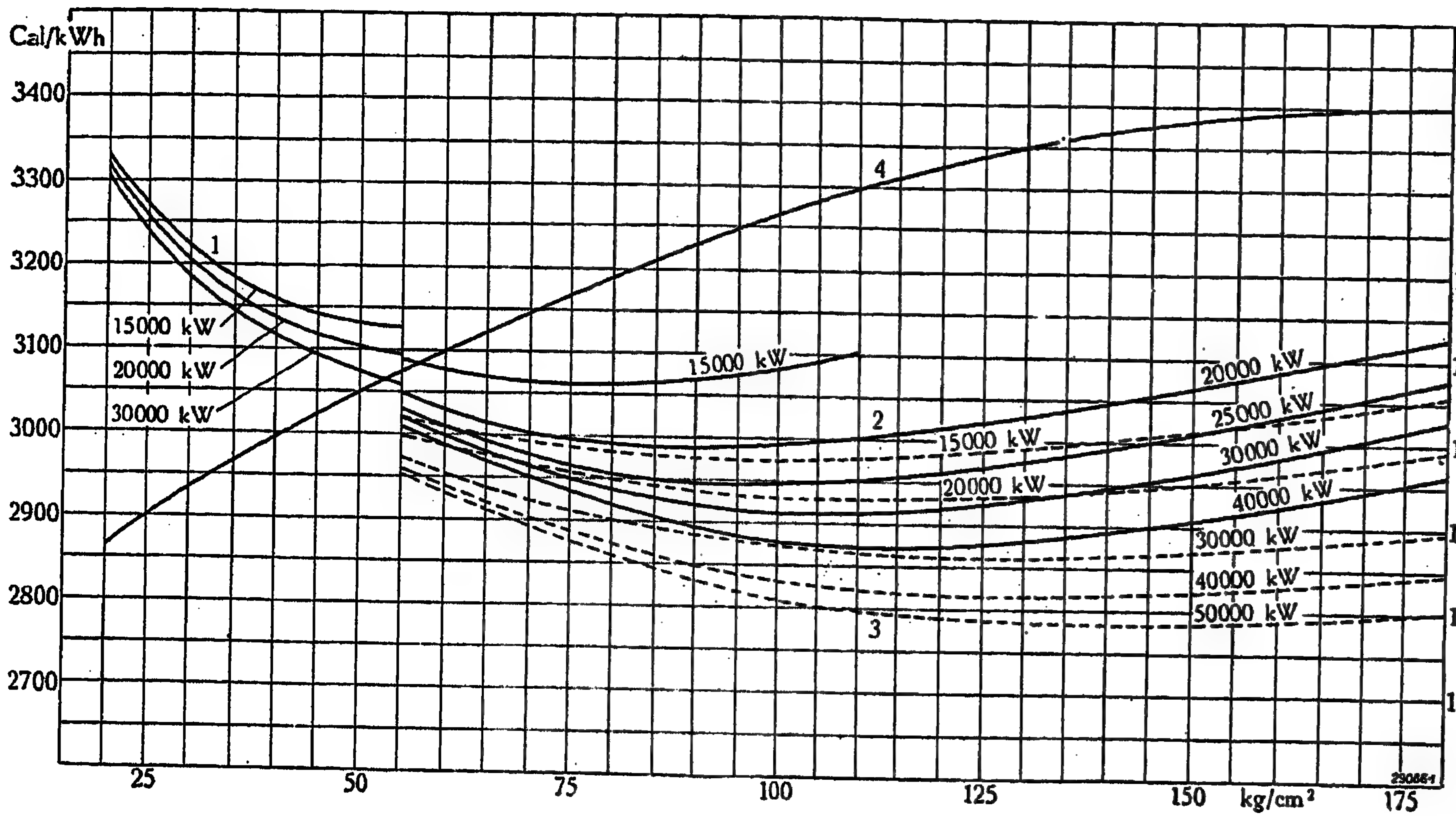


Fig. 10.

Per quanto riguarda la *velocità* dei gruppi turboalternatori ad accoppiamento diretto, essa deve essere scelta tra 1500 e 3000 g. a. m. (50 periodi). Anzi quest'ultima dovrà essere preferita quando ciò è possibile, non solo perchè risultano minori le dimensioni, il peso ed il prezzo, ma anche perchè le masse da riscaldarsi, le dilatazioni termiche e le tensioni interne, che ne sono conseguenza, sono sensibilmente minori, ciò che è di massima importanza per le temperature elevate. Inoltre per pressioni e temperature elevate riesce difficilissimo per ragioni di resistenza la costruzione delle carcasse se le macchine sono lente. I piccoli diametri delle giranti delle turbine veloci implicano che le palette nella parte ad alta pressione siano di grande lunghezza: diminuiscono quindi le perdite per fughe e migliora il rendimento. Si può affermare che il prezzo, il rendimento, la sicurezza del servizio e la facilità di adattamento alle varie condizioni di carico esigono, per le turbine ad alta pressione ed elevata temperatura, l'adozione della velocità più elevata possibile. È oggi possibile costruire turbine a 3000 g. a. m. a tre cilindri aventi la potenza di 35000 kW ed il rendimento dell'84-85%, con l'aggiunta di un quarto cilindro la potenza limite si eleva a 50.000-60.000 kW, sempre con un solo alternatore.

Fin qui ci siamo occupati essenzialmente dei progressi tecnici realizzati in questi ultimi anni nella costruzione delle turbine, progressi tendenti a diminuire il consumo di combustibile per kWh generato. Molti dei perfezionamenti introdotti per il miglioramento del ciclo termico implicano però come del resto si è già accennato un aumento delle spese d'impianto. Il costo totale del kWh generato, risultante dal servizio del capitale investito e dalle spese per il combustibile consumato, dipende quindi da un complesso di fattori quali il costo del capitale, il prezzo del combustibile, le ore di utilizzazione ecc.: il suo valore minimo non coinciderà quindi in generale col minimo del consumo di calore. Nel numero di novembre della stessa rivista trovasi riprodotto (Fig. 11) un diagramma costruito da A. Baumann, il quale permette di determinare rapidamente qual'è il capitale supplementare che conviene investire per realizzare l'economia dell'1% nel numero totale di calorie consumate per kWh, economia ottenuta aumentando con adatti dispositivi il rendimento del ciclo termico di un determinato impianto.

Il diagramma è stato costruito in base alle seguenti considerazioni: Siano A_1 ed A_2 rispettivamente i kWh che la centrale, riserve escluse, può produrre lavorando sempre a pieno carico per tutta la durata di un anno ed i kWh effettivamente prodotti nello stesso periodo: allora il fattore di carico e risulta dato dalla

$$e = \frac{A_2}{A_1}$$

Il consumo c di combustibile in Kg/kWh vale

$$c = \frac{B_t\, a}{\eta H} = \frac{B_1\, a}{H}$$

nella quale B_t è il consumo di calore in cal/Kg dei gruppi turbo-alternatori propriamente detti a pieno carico, η il rendimento a pieno carico dalle caldaie, H il potere calorifico del combustibile in cal/Kg, a un fattore empirico di correzione, che, come meglio vedremo più avanti, può ritenersi in media uguale a 1,25. La spesa annua di combustibile P per kW installato, detto p il prezzo per tonnellate del combustibile, risulta allora

$$P = 10{,}95\, p\, e \frac{B_1}{H}$$

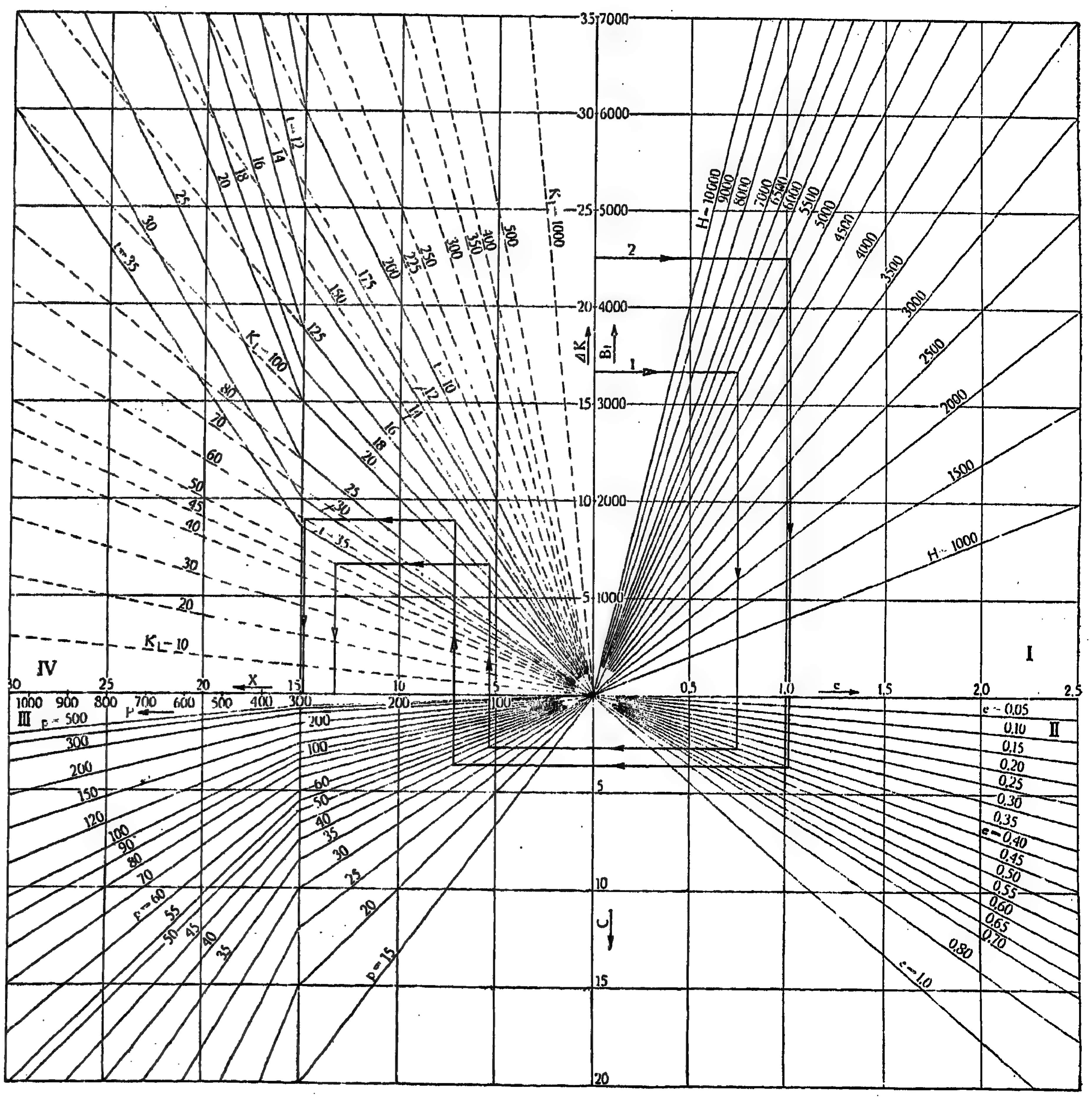


Fig. 11.

ed il risparmio annuo di spesa ΔP, sempre riferito al kW, per un'economia di 1% nel consumo di calore per kWh prodotto

$$\Delta P = 10{,}95\, p\, e \frac{B_1}{100\, H}$$

Se con K_1 e K_2 indichiamo la spesa di primo impianto per kW installato e con $X = 100 \frac{K_2 - K_1}{K_1}$ il maggior costo del secondo impianto rispetto al primo espresso in percentuale del costo di quest'ultimo, se inoltre t rappresenta in percentuale dell'investimento, i costi fissi (interesse, ammortamento, rinnovi, parte delle spese per riparazioni, per il personale e per l'amministrazione), l'aumento dei costi fissi annui riferiti al kW per il secondo impianto rispetto al primo è dato da

$$\Delta F = \frac{X}{100} K_1 \frac{t}{100}$$

Se il secondo impianto consente un'economia dell'1% nel consumo di calore, si avrà convenienza ad installarlo se

$$\Delta P > \Delta F$$

ossia

$$X < 1095 \frac{p\, e}{t\, H} \frac{B_1}{K_1} \qquad (1)$$

Il nomogramma della Fig. 11 permette di calcolare rapidamente il secondo membro e rendersi conto dell'influenza dei vari fattori che lo costituiscono. Sulle ordinate (positive) sono riportati i valori di B_1, sulle ascisse (negative) si leggono i valori del secondo membro. Un esempio numerico chiarirà l'uso del diagramma.

Supponiamo che il consumo di calore di un gruppo turboalternatore di grande potenza sia

$$B_t = 2820 \text{ cal/kWh}$$

L'installazione di un dispositivo di preriscaldamento dell'acqua di alimentazione mediante estrazioni di vapore permette, ove la caldaia sia prevista per utilizzare razionalmente i gas di scarico, di ridurre tale consumo a 2615 cal/kWh, con un guadagno netto di 205 cal/kWh pari al 7,27% di B_t. Se la caldaia ha un rendimento dell'85% si ha

$$B_1 = \frac{B_1}{\eta} = \frac{2820}{0{,}85} = 3320$$

Riteniamo ancora che sia

$$\begin{aligned} H &= 5500 \text{ cal/Kg} \\ e &= 0{,}4 \\ p &= 40 \text{ Fr. sv./tonn.} \\ t &= 16 \\ K_1 &= 50 \text{ Fr. sv./kW} \end{aligned}$$

La spezzata 1 del diagramma mostra come in base a questi dati si ricavi il valore del secondo membro della (1): precisamente si trova che per un'economia dell'1% nel consumo di combustibile sarebbe giustificato un maggior costo d'impianto del 13,3%. Poichè l'economia effettiva è come si è visto 7,27%, il secondo impianto conviene senz'altro rispetto al primo se il suo maggior costo rispetto ad esso non supera 13,3 . 7,27 = ∿ 96,5%.

Abbiamo più sopra dati in franchi svizzeri sia il costo del combustibile che il costo d'impianto per unità di potenza. In realtà il diagramma avrebbe potuto usarsi senz'altro anche esprimendo questi costi nella nostra unità monetaria. Poichè però esso è stato tracciato in modo da riuscire particolarmente chiaro quando i numeri da cui essi sono espressi corrispondono all'ordine di grandezza corrente di tali costi in valuta svizzera, la lettura ne riuscirà più facile e precisa adottando quest'ultima unità monetaria. Comunque con lievi modificazioni nelle scale il nomogramma può essere senza difficoltà trasformato in maniera che la lettura ne riesca ugualmente facile e precisa esprimendo i costi in lire italiane.

È ancora opportuno aggiungere che la sola considerazione del prezzo non sarà sempre decisiva in un confronto di questo genere, ma occorrerà anche considerare le eventuali maggiori complicazioni d'impianto, la sicurezza e facilità del servizio ecc., elementi tutti imponderabili, che si sottraggono ad un'esatta valutazione.

Il fattore di correzione a che entra nella seconda formula considerata e che abbiamo posto eguale ad 1,25 tiene conto delle perdite seguenti:

a) Perdite nelle condotte di vapore, le quali per velocità ed isolanti normali possono ritenersi di 1-2%
b) Perdite nei trasformatori elevatori, anch'esse circa 1-2%.
c) Perdite per l'energia assorbita dai servizi ausiliari. Trattasi della potenza occorrente per la condensazione, per le pompe di alimentazione, per le sale caldaie, per il trasporto e l'eventuale trattamento del combustibile ecc. ecc. Queste perdite, come si comprende, sono molto variabili da caso a caso; può ritenersi che siano comprese tra 4 e 8%.
d) Perdite dovute alle variazioni di carico. Questa è la sorgente delle perdite più gravi e di più difficile apprezzamento. Esse risultano minori per una centrale a funzionamento continuo, a combustibile liquido o polverizzato, a camera di combustione con pareti metalliche che per una centrale a funzionamento intermittente, a combustibile solido, provvista di caldaie a pareti isolanti di forte spessore. Può ritenersi in massima che queste perdite varino dell'8% al 25% ed oltre, riferite al consumo di combustibile a pieno carico.

Il valore 1,25 assunto per a nel nomogramma è stato ottenuto assumendo per le singole perdite i valori medi fra quelli indicati. Se lo studio della centrale dovesse dimostrare che conviene adottare per a un valore diverso x basterà moltiplicare il valore del secondo membro di (1) quale risulta dal diagramma per $\frac{x}{1{,}25}$.

M.

ELETTROLISI AD ALTA PRESSIONE E CONVERSIONE DEL CARBONE

ING. LUIGI PASSERINI.

La vivacità delle discussioni sorte recentemente intorno all'elettrolisi dell'acqua in alta pressione, mi ha invogliato a descrivere un esperimento, che ebbi occasione di eseguire due anni fa, per una ricerca « tangente » a quella del Prof. Coehn, del Dott. Noegerrath, del Lawaczeck ed ancor prima di tutti, di un italiano, che non vuol essere nominato.

Lo scopo di questi sperimentatori, com'è noto, era quello di dar forma industriale all'elettrolisi dell'acqua in alta pressione, per raggiungere quei vantaggi economici, che essi ritenevano di conseguire, nel fornire idrogeno alle moderne reazioni catalitiche ad alta pressione, quali quella della sintesi dell'ammoniaca.

Le mie ricerche erano invece rivolte allo studio del problema dei carburanti, intorno al quale già intrattenni i colleghi con la relazione all'« Elettrotecnica » del 25 giugno 1928.

Pur essendo i due campi così diversi ho finito con lo imbattermi in alcune delle difficoltà esecutive dei sopracitati sperimentatori, difficoltà che nel caso mio superai con un palliativo, riservandomi di studiar meglio la cosa per la pratica in un secondo tentativo, quando cioè, avendo acquisito la sicurezza che la reazione ch'io cercavo era possibile, mi sarei trovato a creare una macchina più opportuna per le prove successive.

Senonchè una volta fatte le prime prove, cessai di occuparmi del problema, anche, perchè nel frattempo ero venuto a conoscenza dell'attività conclusiva della Società A.B.C.D. diretta ad utilizzare i nostri calcari asfaltiferi, con risultati di tale valore da dissipare un po' il notevole peso del nostro incerto futuro intorno alla questione dei combustibili liquidi e dei lubrificanti.

La Società in parola con indovinato senso industriale ha cominciato col risolvere a fondo il problema dei lubrificanti, quello pel quale, dati i prezzi del mercato elevatissimi, gli sfruttati di fronte alla importazione dall'estero siamo noi.

Come seconda tappa, presentandosi la necessità, offrirà al mercato anche una nostra produzione di carburanti, ormai pronta come indirizzo, ed in parte come realtà, poichè coi prezzi attuali tutta la nostra convenienza è quella di sfruttare le altrui risorse.

La produzione nostra per la via sopraccennata e limitatamente ai nostri bisogni, avrà poi il grande valore di concederci un certo respiro, poichè i nostri banchi di calcari asfaltiferi sono di una forte consistenza ed essi soli potranno lasciarci vivere per un buon secolo ancora.

Nel frattempo le mutate condizioni economiche potranno certo dar luce alle novità industriali, che oggi sono imprevedibili.

Con questo però, ogni studio intorno al problema dei carburanti in generale non perde alcunchè della sua importanza, perchè il temporaneo nostro ripiego non toglie nulla alla gravità del quadro mondiale in materia di combustibili liquidi.

***

Nella mia precitata relazione ho trattato della possibilità industriale di produrre sintolo, facendone un derivato dell'industria del gas illuminante.

Il concetto è ovviamente applicabile anche ai più recenti processi catalitici, poichè oggi, agendo a pressione ordinaria intorno a 200° C, si è riusciti a produrre idrocarburi della serie delle paraffine.

Sarebbe la perfezione scientifica, se la capricciosità dell'andamento della reazione non lasciasse punti ancora oscuri, come

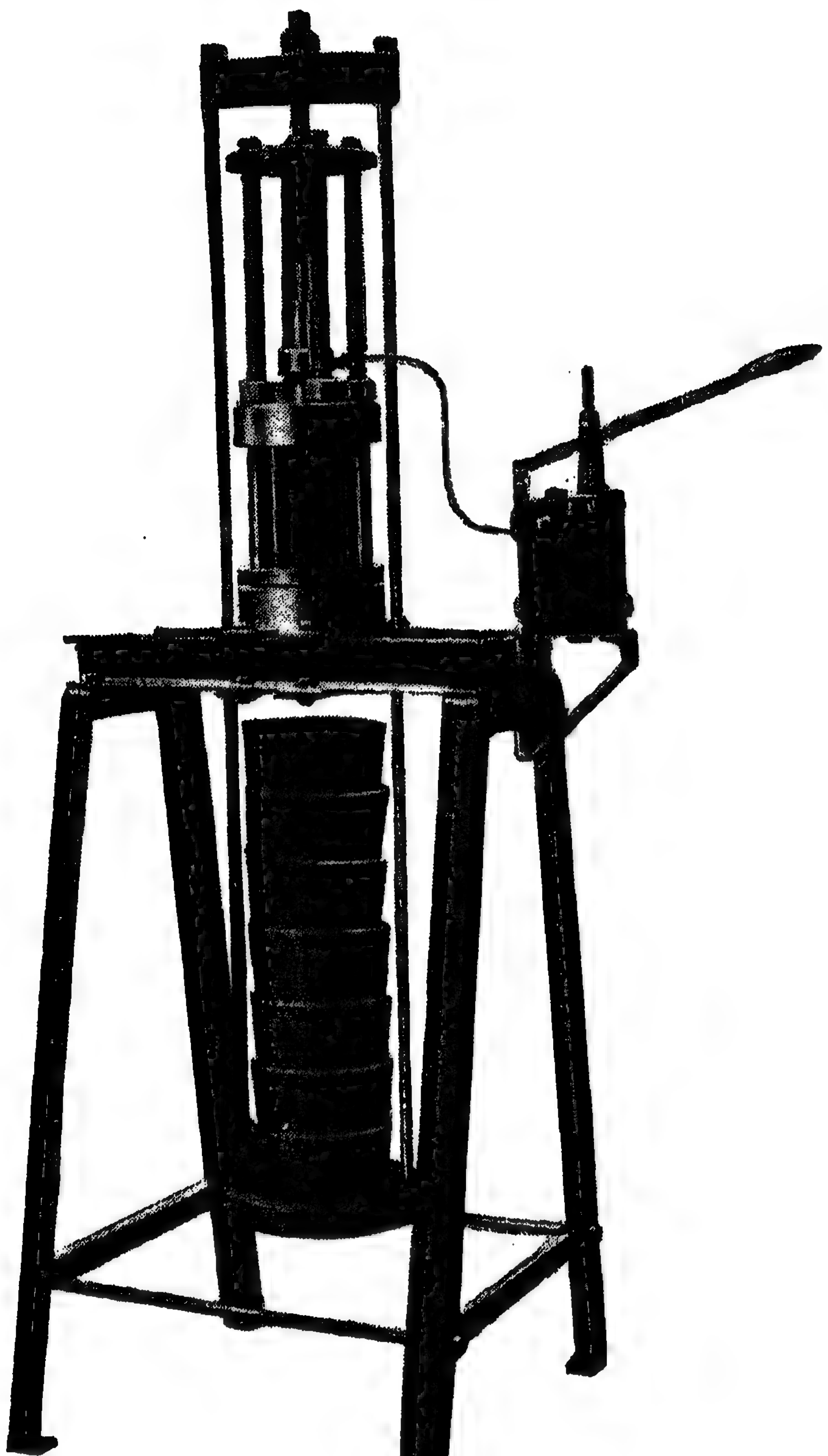


Fig. 1.

si è compiaciuto di accennarmi l'illustre signor Prof. G. M. Levi del R. Politecnico di Milano, che da noi dedica la Sua scienza allo sviluppo di queste importanti ricerche.

Mentre auguriamo ai Suoi studi, cioè agli studi italiani, la più brillante riuscita, dedichiamo qualche osservazione al problema della idrogenazione del carbone.

***

Nel precedente studio ho notato che per idrogenare in forma diretta il carbone, dovendosi produrre a parte idrogeno, il processo non può condurre a delle benzine equivalenti in prezzo a quelle di fonte naturale.

È con questa cognizione si lavora ugualmente a Merseburg, dove, secondo quanto riferisce il Mattignon, l'unico che sia stato ammesso a visitare il celebre stabilimento, il tentativo realizzato non è già quello per via gassosa, come prima si credeva, ma è bensì il metodo Bergius più o meno modificato.

Il sistema ad idrogenazione diretta, benchè più costoso, non ha il debole di essere influenzato in modo vitale dalle impurità, che pei catalizzatori del processo a gas costituiscono uno scoglio economicamente molto serio.

Se si pensa che in regime bellico un paese povero di combustibili si troverebbe a dover trarsi d'impaccio anche con sole ligniti solforose, si comprende quale aspetto possa assumere la questione del metodo.

Tanto più, quando si pensi che gli eserciti vanno completamente « motorizzandosi », per sostituire al tradizionale traino a cavalli delle artiglierie leggere, quello più efficente ottenibile coi motori a combustione interna.

I maggiori stati, quelli cioè che, pur essendo i dominatori del mondo, sentono la necessità di agitare la bandiera della pace universale per illudere gli ingenui, sono alla testa di questo movimento, perdendo di vista il quale si potrebbe cadere in conseguenze facilmente disastrose.

Per tutte queste ragioni ho continuato a pensare alle possibilità della idrogenazione diretta, pur essendo profondamente convinto che la soluzione commerciale dei tempi normali, sia data dal metodo a gas.

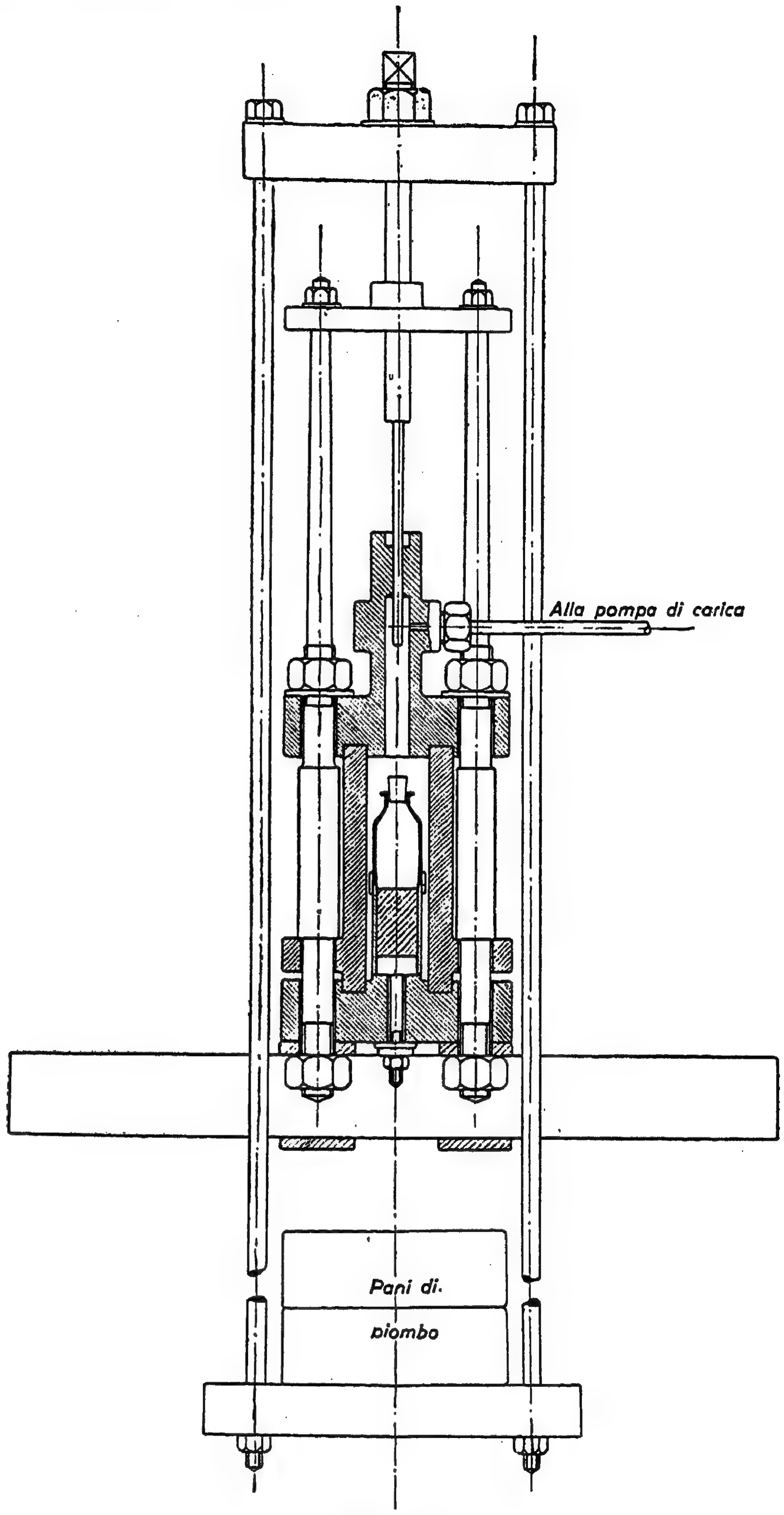


Fig. 2.

Il lettore non giudichi il mio ardire nello inquadrare in questo immenso problema una mia modesta ricerca personale, come un tentativo per lanciare una invenzione implume.

La mia ricerca è cosa molto modesta e per parte mia non avrà altro seguito, non avendo più agio di secondare la passione di dilettante, che per sei anni costituì il mio più gustoso passatempo.

***

Per procedere con ordine supponiamo di voler agire sul carbone con idrogeno ad alta pressione, preparato per via elettrolitica.

Il lavoro che si dovrà sviluppare andrà ripartito come segue:

a) Perdite per resistenza ohmica nelle celle elettrolitiche.

b) Lavoro chimico di scissione dell'idrogeno dall'ossigeno.

c) Lavoro fisico di gassificazione dei due gas sviluppantisi dal liquido.

d) Lavoro fisico di espansione dei due gas contro la pressione esterna per portarsi dal volume del liquido a quello competente alle condizioni normali.

e) Lavoro di compressione dell'idrogeno fino a 150 atmosfere.

f) Lavoro di riscaldamento dell'idrogeno fino a 400° C.

h) Lavoro di reazione fra idrogeno e carbonio.

Nelle celle elettrolitiche normali si sa che l'energia assorbita per le voci dalla *a*) alla *d*) oscilla dai 4,5 ai 6 kWh per mc di idrogeno alle condizioni normali.

Tali celle per la loro importanza acquistata nell'industria furono portate ad un alto grado di perfezione, ed è molto dubbio che siano possibili ancora notevoli progressi, fino a dimezzare quasi il consumo unitario di energia, checchè ne dica qualche recente scritto, comparso a fare una troppo facile critica in proposito.

La riduzione delle perdite ohmiche (voce *a*) è stata uno dei punti più presi di mira pel miglioramento del rendimento, cosa a cui si è giunti anche diminuendo la distanza tra gli elettrodi, sempre però avendo cura di impedire nei limiti del possibile il mescolamento dell'idrogeno all'ossigeno, onde non andare incontro a facilità di esplosioni disastrose.

Un secondo stadio di perfezione hanno cercato di raggiungere, com'è noto, il Coehn, il Lawaczeck ed il Noegerrath, eliminando per le necessità della sintesi dell'ammoniaca le perdite della voce *e*).

Ci si è pervenuti effettuando direttamente l'elettrolisi in celle a tenuta per la pressione d'impiego (V. *L'Energia Elettrica*, pag. 674 del 1928).

Se sia stato effettivamente abbassato il consumo unitario ai valori di cui si parla (3,5 kWh per mc di idrogeno) non è cosa sicura, tanto che i dibattiti su questo punto in luogo di restringersi si allargano.

Il semplice fatto che la bollicina di gas negli apparecchi ad alta pressione non ha più la necessità di assorbire lavoro per espandere il suo volume dall'ingombro « liquido » a quello aeriforme competente alle condizioni normali, non ha influenza tale da far abbassare in così forte misura il consumo unitario di energia.

Se si pensa che il lavoro che eseguisce la grammomolecola d'acqua per passare dal volume « liquido » a quello competente alla pressione normale in gas è di 33,6 atmosfere-litro, pari a 0,95 Wattore, e che un mc di idrogeno è 45 volte tanto, si vede che al 100 % l'energia che non si spende nella elettrolisi per tale evitata espansione è di 42,8 Wattore per mc di idrogeno.

Quindi se una cella normale produce idrogeno a 5 kWh per mc, quella ad alta pressione, sotto questo solo punto di vista, lo darebbe per 4,95.

Perchè lo possa dare per 3,5 occorrono ragioni di peso ben più grande.

Per questo si veda la relazione dell'illustre Ing. Fauser sulla rivista « L'Elettrotecnica » (pag. 556, anno 1929).

***

Esaminiamo ora il punto, che riguarda propriamente la prova oggetto della presente.

Essa aveva di mira anche l'eliminazione delle perdite di cui alle voci *c*), *d*), *e*), *f*).

Per amor di verità dirò che il movente primo di tale prova era di natura esclusivamente scientifica, poichè i ragionamenti economici vennero poi.

Già nella mia precedente relazione all'« Elettrotecnica » ho esposto quale fosse il mio modesto pensiero intorno alla designazione « idrogeno molecolare », adottata pel processo Bergius.

Mentre cioè si ritiene che l'idrogeno mantenga la sua costituzione molecolare fino alla pressione di 200 atmosfere ed i 400 °C siano necessari per dargli l'attività indispensabile ad attaccare il carbone, penso che l'effetto di tali condizioni fisiche sia quello di impartire all'idrogeno i caratteri di elemento « nascente » e con questo la capacità di entrare in reazione col carbonio, riavvicinando tale modo di reagire a quello specificato dal Berthelot ad « idrogeno nascente ».

L'elettrochimica rivendica infatti oggi a sè tutta la teoria sul modo di reagire dei corpi.

Oggi le reazioni chimiche non sono più uguaglianze morte fra corpi o quantità di materia, ma espressioni vive di energia, nelle quali i corpi compaiono, non colla loro forma bruta di una volta, ma colla specificazione quantitativa della scomposizione in raggruppamenti jonici.

L'elettrochimica ha insegnato che molti corpi non reagiscono semplicemente perchè non sono dissociati che in minima parte.

Questi concetti mi fecero venire l'idea che l'attacco diretto del carbone da parte dell'idrogeno sarebbe stato possibile anche per altra via, diversa da quelle conosciute, purchè fosse stata raggiunta la condizione necessaria di dissociazione dell'idrogeno, unitamente a quella di una certa concentrazione per ottenere l'effetto di massa.

Entrambi questi requisiti potevano essere offerti dalla elettrolisi sotto pressione, che avrei eventualmente potuto eseguire anche ad una certa temperatura, non tanto lontana dai trecento centigradi, qualora fosse stato necessario, per dare maggior attività anche al carbonio.

Per fare questo, ho disposto il carbone ridotto in polvere al polo negativo di un voltametro ad alta pressione, riempito di una soluzione alcalina.

Quale azione abbia una soluzione alcalina sopra gli idrocarburi è cosa risaputa, per cui nessun dubbio poteva rimanermi circa i risultati dell'elettrolisi.

Non sapendo piuttosto quale pressione fosse necessaria acciocchè la reazione potesse avvenire con una certa rapidità, mi sono servito di una pressa da 400 atmosfere di proprietà della spett. Società Elettrica Sarda, che il Gr. Uff. Ing. Giulio Dolcetta con cortese interessamento mi concesse.

Le figure 1 e 2 rappresentano in fotografia ed in sezione l'apparecchio che, disposto nell'officina della spett. ditta Zanaboni e Fontana di Milano verso la fine del 1927 servì alla prova.

La massa di carbone assoggettata alla reazione fu necessariamente piccola, dato che l'apparecchio era stato previsto per una pressione tanto elevata.

In seguito mi ripromettevo di ricostruire la macchina in forma più consona alle necessità del caso.

L'esperimento venne fatto una sola volta, perchè troppo a lungo la macchina conservava i gas sotto pressione e l'apertura presentava un certo pericolo. Infatti dopo la prima reazione, ad onta che si fosse atteso alquanto a liberare il giogo manometrico dai pesi, la prudenza non fu sufficente e si ebbe una certa proiezione di liquido sugli operatori.

Nell'interno del vaso poroso, ove venne preventivamente disposto il carbone in polvere, questi fu ritrovato completamente impastato da una specie di melma gommosa, che lo teneva legato in striscioline di una certa consistenza.

Come aspetto esteriore tale melma aveva una certa rassomiglianza colla massa che viene precipitata dall'azione dell'acido solforico concentrato sugli olii minerali nel processo di raffinazione, senza tuttavia averne la finezza e l'adesività, che fecero di quest'ultima, in un certo periodo, la materia prima per la fabbricazione dei filamenti delle lampadine e più tardi diede sostanza per la preparazione del caucciù artificiale.

Lasciata qualche giorno a sè stessa tale melma si disgregava, liberando acqua, a fior della quale si allargavano chiazze giallastre molto simili a zolfo amorfo, probabilmente liberato dal carbone nella fase di attacco.

L'elettrolito per proprio conto aveva assunto la tinta rossastra caratteristica dell'ossido di ferro delle ceneri dei carboni minerali.

Dal complesso credo di pote arguire che effettivamente il carbone sia stato attaccato dall'idrogeno e che la prova meriti di essere ripetuta a fondo ed accompagnata da un esauriente lavoro di indagine.

Lavoro che un semplice dilettante non può ovviamente eseguire, per quanto grande possa essere la sua passione per l'argomento e l'interesse per la riuscita.

Occorrono mezzi e sopratutto occorre quell'apostolato nella scienza e nelle opere del progresso che è di pochi, poichè pochi possono accoppiare alla fiamma dell'idea la costanza del metodo: non fiamma struggitrice ma lento fuoco!

Vim da nobis ignis vim aliis aqua damus

(dacci la forza o fuoco e noi coll'acqua la daremo agli altri).

Ing. Luigi Passerini.

Nota. - Mi sia concesso ringraziare qui il Dott. Alberto Di Capua che mi diede prezioso aiuto nello studio di questo interessantissimo problema.

RASSEGNA TECNICA

a) LA DIGA « CALLES » NEL MESSICO

V. D. I., 1929, n. 43.

Il clima del Messico settentrionale, come è noto, ha carattere eminentemente subtropicale. Le precipitazioni atmosferiche sono relativamente scarse e cadono per la maggior parte tra luglio e ottobre sotto forma di acquazzoni o nubifragi di breve durata. I corsi d'acqua che solcano questa regione, piuttosto arida e priva di boschi — sebbene costituita da ter-

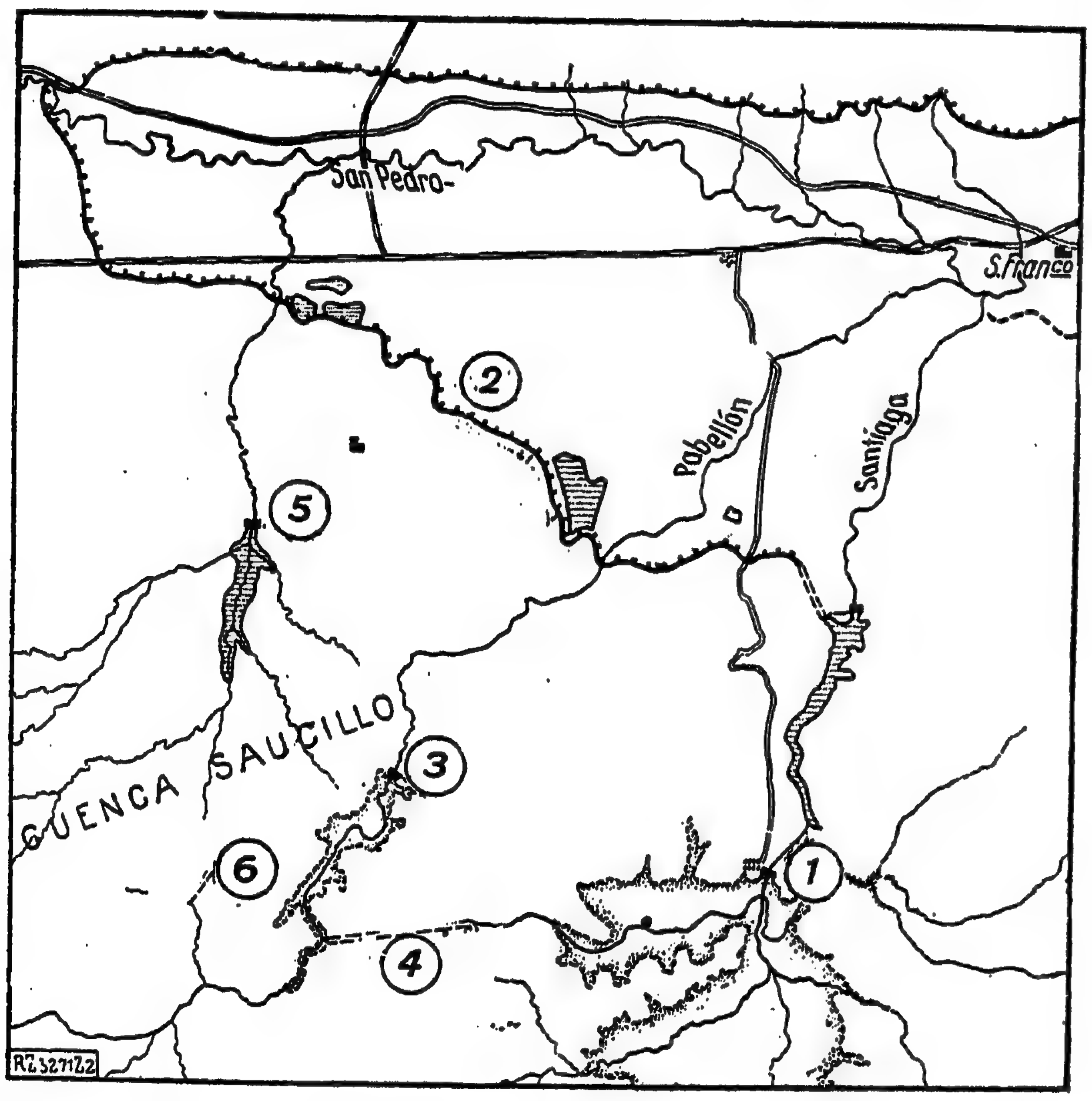


Fig. 1. - Planimetria generale degli impianti di irrigazione del Messico settentrionale.

1. Diga « Calles ».
2. Canale principale.
3. Diga Pabellón.
4. Galleria di derivazione dal Pabellón.
5. Diga Saucillo.
6. Galleria Saucillo.

reni fertilissimi — hanno quindi carattere spiccatamente torrentizio; ad ogni pioggia si gonfiano e portano al piano quantità enormi d'acqua e di detriti solidi; ma, cessato il periodo delle pioggie, rimangono ben presto all'asciutto. Queste condizioni, come è evidente, sono enormemente sfavorevoli allo sviluppo dell'agricoltura la quale, peraltro, potrebbe trarre profitti enormi da quei terreni che sono effettivamente di una fertilità sorprendente. Di qui la necessità di immagazzinare le acque di piena in ampi serbatoi per poterle distribuire poi, in misura conveniente, nelle campagne durante i periodi di siccità.

Il merito dei più notevoli e razionali progetti di irrigazione di questa regione e della loro attuazione, già in stato avanzato, spetta all'ex-Presidente *Calles* il cui nome è appunto legato ai detti progetti e ad una delle maggiori dighe, già costruite (1).

La diga *Calles* sorge sul torrente Santiago a 600 Km. circa a nord della capitale del Messico, tra la Sierra Madre occidentale e quella centrale, e fa parte di un complesso di impianti comprendente altre quattro dighe — rispettivamente sui torrenti Pabellón, S. Pedro, Chicalote e Morcinique. A valle del serbatoio *Calles* il torrente Santiago è ancora sbarrato da una diga minore dalla quale ha origine il canale irrigatorio principale (fig. 1). Questo impianto di irrigazione è di proprietà dello Stato e verrà esercito dalla « Comicion Nacional de Irrigacion »

Attualmente sono ormai ultimate le due dighe del torrente Santiago, i cui serbatoi — il secondo dei quali è soltanto un bacino di compensazione — basteranno all'irrigazione di 35.000 ha. circa compresi in una zona della lunghezza di 40 Km. e della larghezza di 6 a 12 Km. al nord della città di *Aguascalientes*. Il serbatoio *Calles* ha una capacità di invaso di 350 mil. di mc. Data però l'esiguità dei deflussi disponibili, occorreranno, per il suo riempimento, non meno di tre anni. La portata normalmente erogabile, durante i periodi di irrigazione, sarà di 22,5 mc/sec circa.

La diga di sbarramento sorge in corrispondenza di una stretta gola rocciosa particolarmente favorevole sotto ogni aspetto. La diga è costituita da un corpo di ritenuta a volta unica (fig. 2), in cemento armato (dell'altezza massima di 68 m. circa, con uno spessore alla base di 11 m) appoggiato, nella parte superiore, a due robuste spalle del tipo a gravità, in muratura di pietrame e malta di cemento.

La lunghezza totale del coronamento misura ∿ 310 m., di cui 250 competono all'arco e 59 alle spalle, su una delle quali è ricavato lo scaricatore di superficie. Il volume totale della diga è di 50.000 mc., ed ha richiesto 12.000 t. di cemento. La costruzione, iniziata nel 1927, è stata condotta a termine nel di-

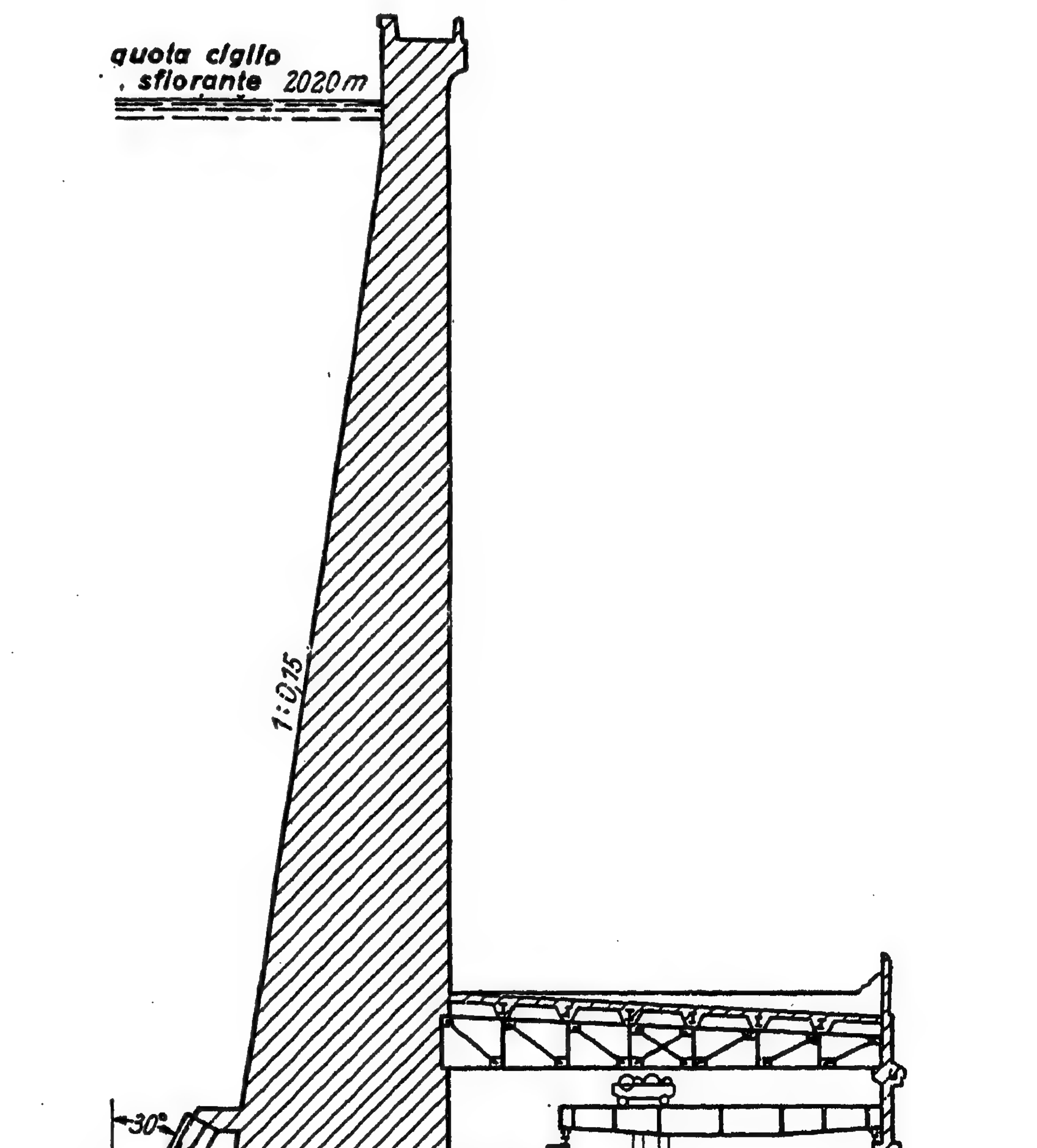


Fig. 2. - Sezione trasversale della diga « Calles ».

(1) Notiamo, incidentalmente, che il serbatoio *Calles* non è il maggiore sinora creato, nel Messico, a scopo irriguo, in quanto esso è superato da quello di *Don Martin* nella Nuova Espana, della capacità di ben 1400 milioni di mc.!

cembre 1929. La diga inferiore che serve, come si è detto, a creare un piccolo bacino di compensazione dal quale ha origine il principale canale ripartitore, si trova 6 Km. a valle della diga principale; essa è alta 43 m., ha una lunghezza — al coronamento — di 90 m. circa ed ha un volume di 22.000 mc. Il canale ripartitore è collegato al serbatoio inferiore mediante un tratto di galleria della lunghezza di 1320 m; ha una pendenza del 0.20 ‰, uno sviluppo complessivo di 60 Km. circa ed ha richiesto lo scavo di 550.000 mc. di terra. Dal canale principale partono diversi canali secondari commisurati ciascuno ad una portata di 2,7 mc/sec e per i quali si è reso necessario lo scavo di oltre 180.000 mc. di terra.

La costruzione delle dighe minori del Morcinique e del Pabellon non è stata ancora iniziata. La prima di queste dighe creerà un serbatoio della capacità di 70.000 mc. e la seconda un piccolo bacino di 15000 mc soltanto. Una galleria della lunghezza di 3 Km. collegherà il serbatoio del Pabellón con quello di Calles, nel quale verranno deviate in tal modo le acque di piena che non potrebbero essere ritenute dal primo serbatoio. Quando sarà terminata la costruzione di questo impianto, l'area irrigabile potrà essere aumentata di 10.000 ha.

Le acque derivate dal serbatoio *Calles*, prima di giungere al canale principale, verranno utilizzate per produzione di energia, in una cen' trale adiacente alla diga e capace di fornire una potenza di 15.000 HP. L'energia così prodotta potrà essere utilizzata nelle fattorie annesse ai terreni irrigati. *A. T.*

---

b) STATO ODIERNO DEI LAVORI DELL'IMPIANTO RYBURGSCHWOERSTADT CON SPECIALE RIGUARDO ALLE GETTATE INERENTI ALLA CENTRALE

Der Bauingenieur, 20 dicembre 1929. - Dr. Ingegner - H. Brandt.

L'A. di questo articolo dà anzitutto uno sguardo generale allo stato dei lavori del costruendo impianto Ryburg Schwörstadt sul Reno, comunicando che nel cantiere della Centrale (fig. 1) le fondazioni della turbina 1 e 2 sono pressochè ultimate e che sono state pure ultimate le dighe provvisorie per la creazione dell'attiguo cantiere II. Sicchè al principio di Agosto, degli 80000 mc. complessivi di gettata relativa alle opere inerenti alla Centrale stessa, 27000 mc. erano già eseguiti. Nei cantieri (3) della diga sono già state demolite le ture essendo ultimati i lavori subacquei.

L'A. dà poi alcuni dati interessanti circa le composizioni del calcestruzzo, composizioni che vennero poi regolarmente controllate dal competente ufficio di Prove Materiali della Confederazione Elvetica (EMPA) e dal laboratorio dell'Impresa costruttrice. Il materiale sabbia e ghiaia viene ricavato da uno sbancamento sulla sponda sinistra del Reno, mentre il cemento impiegato è del tipo Portland con aggiunte di Trass (cemento naturale della Valle del Reno).

La costituzione granulometrica del materiale di cava risultò mediamente la seguente

Dimensione in mm.	Percentuale in peso
0, — 0,5	3 %
0,5 — 6	35 %
6 — 30	39 %
30 — 60	16 %
oltre 60	7 %

Secondo le indagini della EMPA fu consigliata la seguente dosatura dell'impianto:

30 % in peso sabbia – 40 % ghiaietto (0, — 6 mm.) – 30 % ghiaia (30 — 60 mm.). Nella fig. 2 la linea tratteggiata rappresenta appunto tale composizione granulometrica.

Il materiale di dimensione maggiore di 70 mm. viene invece macinato per completare il fabbisogno di sabbia. Prove speciali furono poi eseguite per lo studio della opportuna quantità di acqua da aggiungere, tenendo conto della umidità naturale del materiale di cava. Si noti che quest'ultimo viene tutto preventivamente lavato, benchè il contenuto in argilla sia minimo.

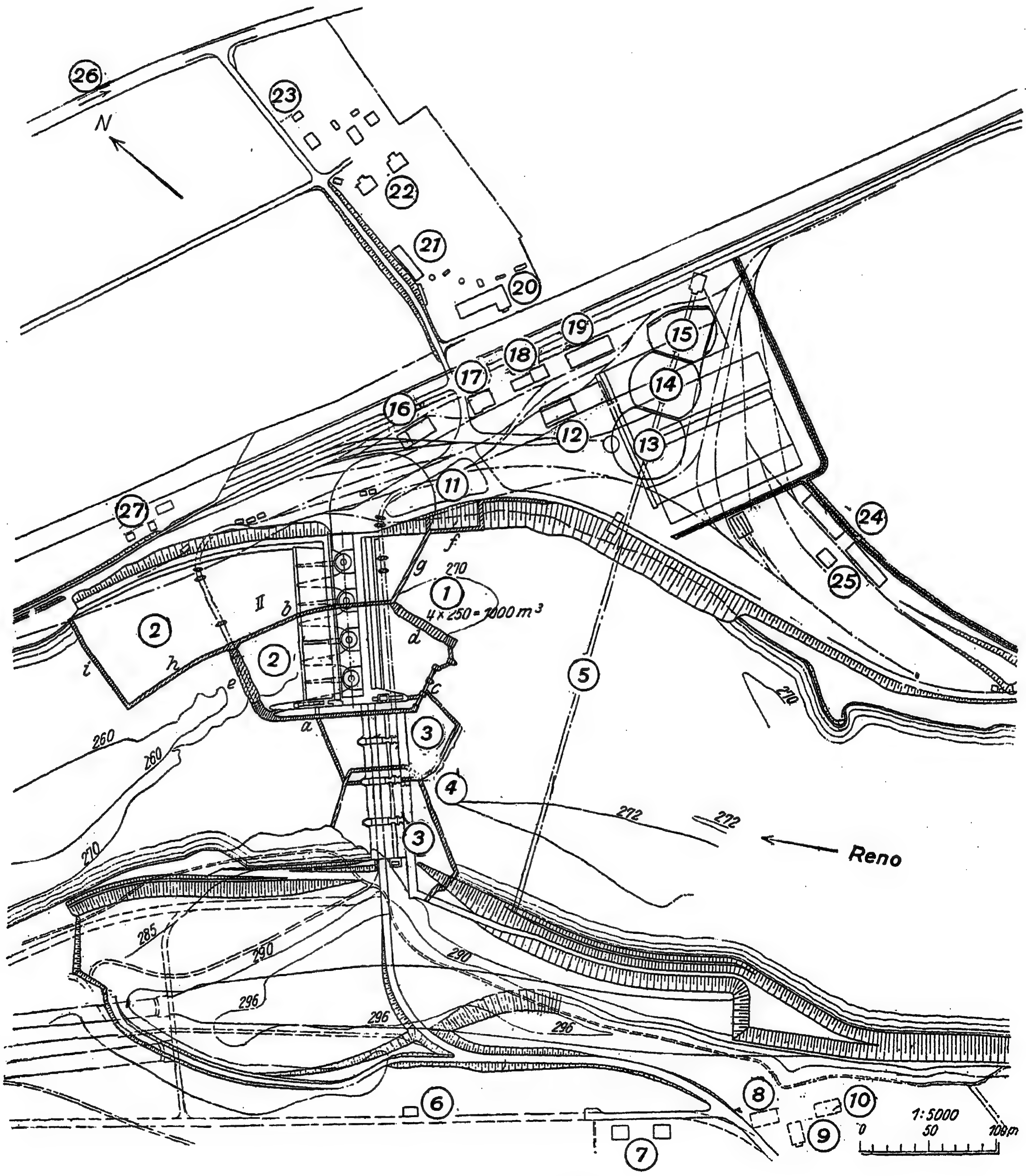


Fig. 1. - Pianta dei cantieri.

1. Centrale.
2. Cantiere della Centrale.
3. Cantieri della diga.
4. Diga (4 luci di 24 m. ciascuna).
5. Teleferica.
6. Trasformatori.
7. Abitazioni di servizio
8–9 Baracche.
10. Ufficio.
11. Deposito legname.
12. Falegnameria.
13. Silos per la sabbia.
14. Silos per il ghiaietto.
15. Silos per la ghiaia.
16. Compressori.
17. Magazzini.
18. Officina meccanica.
19. Silos per il cemento.
20. Cucine.
21. Uffici.
22. Abitazioni.
23. Frazione inferiore di Schwörstadt.
24. Baracche di abitazione.
25. Bagni.
26. Strada Basilea-Waldshut.
27. Ferrovie dello Stato tedesco.

Per mantenere una costante dosatura, il materiale di cava opportunamente immagazzinato, viene prelevato a mezzo di vagonetti di 1,4 mc. di volume utile e aventi il cassone diviso in tre scomparti *a*, *b*, *c* che stanno fra di loro nel rapporto 1:0,5:2. Lo scomparto *a* è destinato alla sabbia, quello *b* al cemento e quello *c*, suddiviso ancora in due parti, al ghiaietto e alla ghiaia. La dosatura del cemento avviene a peso.

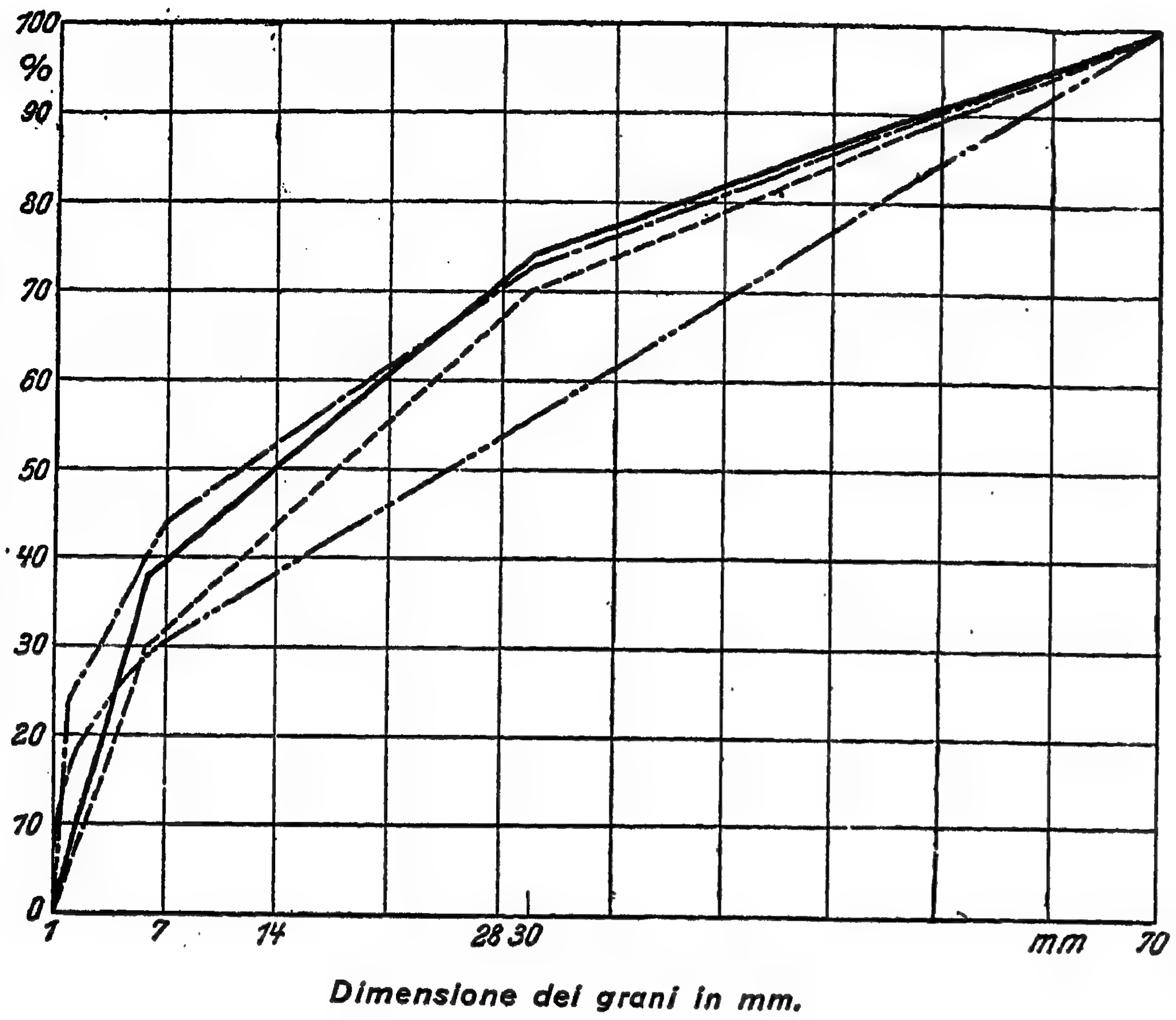


Fig. 2. - Dimensione dei grani in mm.

— Composizione naturale del materiale di cava sulla sponda Svizzera.
— — — — Composizione consigliata dalla EMPA.
— . . — . . — Curva di Fuller per ghiaia di 70 m/m di dimensione massima.
— . — . — Composizione effettiva media dell'impasto (1 parte di sabbia, 1 di ghiaietto, 1 di ghiaia).

Prelievi di campioni hanno tuttavia dimostrato come in alcuni casi il dosaggio effettivo si staccasse notevolmente da quello teorico nonostante l'accurata sorveglianza, aggirandosi mediamente sui seguenti valori.

0 — 1 mm	23,5 %
1 — 7 »	20,5 %
7 — 30 »	29 %
30 — 70 »	27 %

Come si vede, rispetto alla composizione teorica la quantità di sabbia è effettivamente alquanto maggiore e questo fatto porta bensì a del calcestruzzo di minor resistenza meccanica ma in compenso di maggior impermeabilità. Nel diagramma della fig. 2 è pure riportata la curva teorica di Fuller (per ghiaia di 70 mm di massima dimensione) e questa indicherebbe un contenuto ancora minore di sabbia. È tuttavia notorio che quest'ultima in pratica non ha sempre dato risultati di piena soddisfazione.

Quanto alla umidità naturale essa varia dal 2 al 7 % per la sabbia; dal 0,5 al 2,5 % per il ghiaietto e si mantiene sotto all'1 % per la ghiaia. Per una dosatura 1:1:1 si riscontrò una umidità durante il tempo asciutto, di 2,3% e dopo piogge lunghe 4,2 %. Poichè tali ingredienti per una dosatura normale pesano, se asciutti, circa 1800 kg, il quantitativo di acqua contenuto oscilla tra i 40 e i 75 lt. mentre l'impasto di cemento colato ne contiene 9-10% pari a 180-200 lt. quindi l'acqua supplementare può oscillare dal 28 al 33% il che richiede una grande attenzione e competenza da chi è addetto alla sorveglianza dell'impasto. Si eseguiscono a tale scopo anche delle prove di controllo a mezzo di sedimentazione (18-22 cm di sedimento) e del piano a vibrazione (50-60 cm di spandimento per un sedimento di 20 cm.).

Prove di resistenza vengono poi eseguite anche direttamente sul materiale cementante.

Dal punto di vista esecutivo, il materiale di cava viene caricato automaticamente sui descritti vagonetti a scomparti interni che, passando davanti al silos di cemento, ne prelevano il quantitativo pesato. Indi tali vagonetti vanno alle due mescolatrici di 1250 lt. di capacità ciascuna, da cui l'impasto ultimato sale nella torre principale di distribuzione alta 42 m. Degno di nota è che le gettate del cemento armato (50-60 kg. di ferro per m^3. ed in alcuni punti persino 110 kg di ferro per $m.^3$ con interstizi di anche soli mm. 25) sono eseguite con impasto a grana molto grossa il che richiede una meticolosa sorveglianza nella esecuzione.

Mediamente col cemento colato e con una percentuale di 250 kg di cemento per $m.^3$ si sono avuti 146 kg/cm^2 di resistenza alla compressione nel mese di febbraio, 144 kg/cm^2 nel mese di marzo e 134 kg/cm^2 in quello di aprile.

G.R.M.

L'IMPIANTO IDROELETTRICO DI KEMBS, SUL RENO (1)

La costruzione dell'impianto di Kembs costituisce il primo passo verso la realizzazione del *Grande Canale d'Alsazia*, il quale è destinato a deviare le acque del Reno (sino ad una portata massima di 850 mc/sec – della durata normale di 7 mesi su 12) fra Basilea e Strasburgo.

Il Reno, a Basilea, ha un bacino imbrifero di circa 35.930 km^2, di cui 700 ricoperti da ghiacciai e nevai permanenti e 1000 costituiti dalle superficie libere dei laghi. Il regime di deflusso, sebbene parzialmente regolato dai predetti laghi, presenta notevoli escursioni. La portata semipermanente normale si aggira sui 1000 mc/sec; la minima ordinaria scende sino a 380 m^3/sec, per non più di dieci giorni all'anno e la massima portata ordinaria, della durata media di 3 giorni all'anno, raggiunge normalmente i 2400 m^3/sec. Le piene di carattere assolutamente eccezionale arrivano talvolta anche a 6000 m^3/sec.

La pendenza media del Reno, a monte di Basilea, è dell'1,1‰ circa; tra Basilea e Strasburgo decresce gradatamente sino al 0,65 ‰.

La navigazione su questo tratto del fiume riesce piuttosto difficile e assai costosa, per la piccola profondità della corrente e per la velocità relativamente alta della medesima; condizioni, queste, che costringono ad usare dei rimorchiatori a ruote di potenza già molto elevata per velocità di 3 ÷ 3,5 m./sec. soltanto.

Ma un ostacolo ancor più grave che, col progredir del tempo, rende sempre più difficile la navigazione sino al porto di Basilea, è costituito dalla rapida di Istein, la quale si trova a 9,5 Km. dal confine svizzero ed è dovuta alla presenza di una barriera rocciosa messa a nudo dalle erosioni verificatesi in seguito alla «rettificazione» del Reno eseguita sin dal principio del secolo scorso a valle di Strasburgo.

Questi inconvenienti, aggiunti a numerosi altri dovuti soprattutto all'instabilità del letto della corrente e all'abbassamento continuo del piano d'acqua (per effetto della progressiva erosione del fondo) determinarono gli Stati rivieraschi ad accordarsi sopra un progetto di sistemazione integrale del Reno, fra Basilea e Strasburgo.

Il progetto definitivamente approvato nel 1929, dopo una lunga serie di peripezie, di variazioni e aggiornamenti è quello francese, cosidetto del «Grande canale d'Alsazia», col quale, insieme al problema della navigazione viene risolto in modo altrettanto semplice quanto grandioso anche il problema dello sfruttamento delle risorse idriche del fiume a scopo di produzione d'energia elettrica.

Per farsi un'idea dell'energia ritraibile dal Reno lungo il tratto in parola basterà considerare che la potenza media della corrente, con una portata di 850 mc/sec ammonta a circa 9000 HP per Km.; con una portata della durata di 6 mesi (semipermanente) a ∾ 10000 HP per Km.

Secondo l'accennato progetto, il «grande canale d'Alsazia» si svolgerà lateralmente al Reno e verrà diviso e costruito in 8 tronchi distinti, con altrettanti salti, variabili da 10 a 14 m. ciascuno.

Le centrali destinate a utilizzare questi salti saranno commisurate a una potenza complessiva di 900.000 HP circa (della durata di 7 mesi su 12). Per l'attuazione dell'intero piano di sfruttamento è stato previsto un periodo di quarant'anni circa.

Il primo impianto — attualmente già in costruzione — è, come si è detto, quello di Kembs, del quale riassumiamo le principali caratteristiche.

DIGA DI SBARRAMENTO E OPERE DI PRESA (figure 1 e 2).

La diga di sbarramento è posta a 5,5 Km. dal confine franco-svizzero. Essa è del tipo mobile, con cinque luci della lunghezza di 30 m. ciascuna, chiuse da due ordini di paratoie Stoney sovrapposte. L'altezza di ritenuta è di m. 11,50 e il sopraele-

(1) Nota riassuntiva compilata sulla scorta di alcune relazioni apparse rispettivamente nelle seguenti pubblicazioni: *Schweizerisches Rhein-Jahrbuch*, 1925. - *Bauingenieur*, 1929, n. 52 - *Die Bautechnik*, 1929, n. 54 - *La Technique Moderne*, 1926, n. 4 1930, n. 3.

vamento del livello normale del piano d'acqua è di 7 m. circa; il rigurgito si estende sino a monte di Basilea ed ha reso necessari, per tal ragione, appositi provvedimenti di drenaggio, in corrispondenza della città, onde evitare un pericoloso sopraelevamento delle falde freatiche interessanti il sottosuolo di questa.

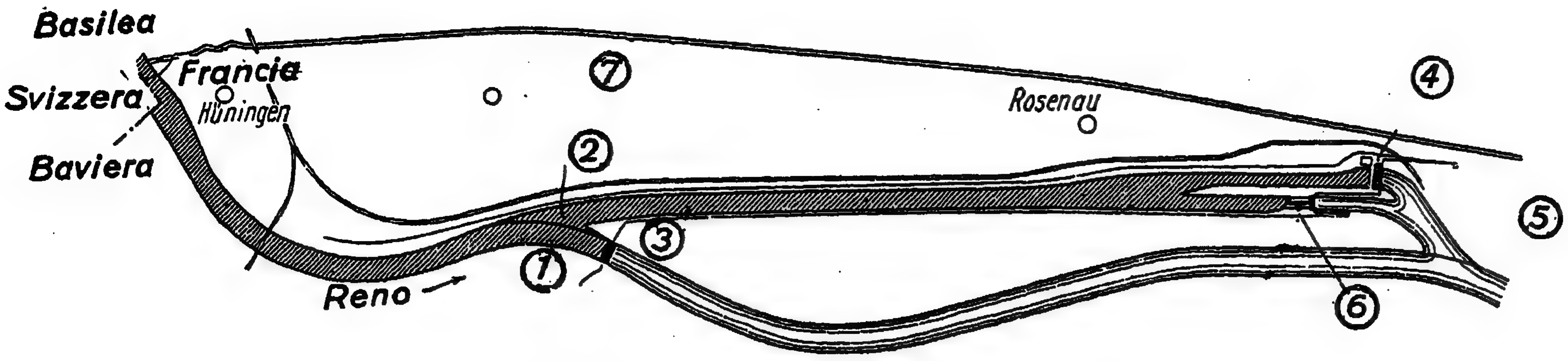


Fig. 1. - Planimetria generale dell'impianto di Kembs.

(1) Diga di sbarramento.
(2) Opere di presa.
(3) Canale di derivazione.
(4) Centrale idroelettrica.
(5) Canale di scarico.
(6) Conca di navigazione.
(7) Canale di Huningen (preesistente).

L'imbocco del canale, con le relative opere di presa, si trova 500 m. a monte della diga, in fregio alla sponda sinistra del fiume e in corrispondenza di una curva del medesimo, convessa dalla parte del canale.

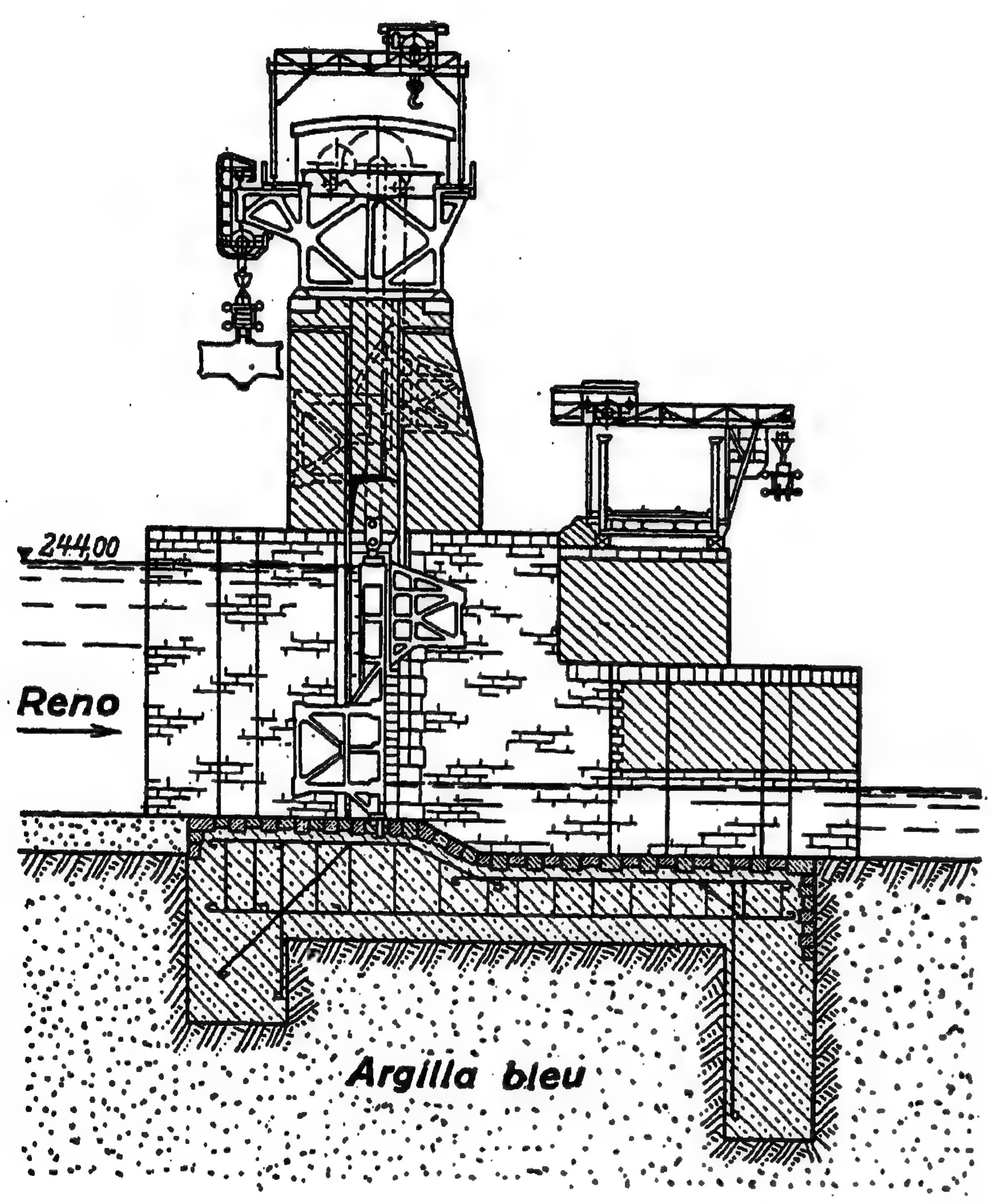


Fig. 2. - Sezione trasversale (schematica) della diga di Kembs sul Reno.

CANALE DI DERIVAZIONE.

Esso sottende il tratto di fiume nel quale è compresa la rapida di Istein e ha tracciato rettilineo, con una lunghezza di circa 6 Km. È previsto di forma trapezia con una larghezza al fondo di 80 m, massima larghezza del piano d'acqua di 150 m. e pendenza delle scarpate 1:3. La massima profondità dell'acqua sarà di 12 m. circa e la velocità media non dovrà superare i 0,70 m/sec (contro una velocità della corrente del Reno variabile fra 2,5 e 4,0 m/sec.).

Le scarpate, al disopra del livello normale della 1ª falda freatica, saranno rivestite con uno strato di calcestruzzo o di argilla compatta (protetta a sua volta da un rivestimento di pietrame a secco).

Gli argini del canale avranno in sommità una larghezza di 15 m. Il franco minimo sarà di m. 1,50.

CENTRALE.

L'edificio della centrale separa, a guisa di sbarramento, il canale di derivazione da quello di scarico. Il livello dell'acqua a monte verrà mantenuto pressochè costante con una sopraelevazione massima di 9 m. rispetto al piano di campagna. Il canale di scarico, viceversa, sarà profondamente incassato nel terreno e il corrispondente livello d'acqua arriverà a trovarsi, in periodo di magra, ad 8 metri sotto il piano di campagna.

La parte inferiore della centrale sarà divisa in sei camere indipendenti l'una dall'altra e in ciascuna di queste verrà istallata una turbina ad elica — ad asse verticale — capace di sviluppare, sotto la caduta massima, una potenza di 33.000 HP. Ogni turbina sarà accoppiata ad un alternatore trifase con eccitatrice coassiale.

Siccome le 8 centrali che sorgeranno lungo il canale d'Alsazia dovranno essere indipendenti l'una dall'altra, è stato necessario prevedere il libero deflusso dell'intera portata del canale anche nel caso di arresto di uno o più gruppi generatori di una qualsiasi delle centrali suddette. Per soddisfare a questa condizione, è prevista, attraverso ogni camera — fra la turbina e il corrispondente alternatore — un'apertura regolabile mediante una paratoia che si può aprire ogni volta che l'afflusso alla turbina viene arrestato o comunque ridotto. Questa luce è seguita da uno scivolone (o discenderia) che immette nel tronco di canale a valle della centrale. Questo sistema, così semplice e abbastanza intuitivo, il quale consente peraltro di evitare uno scaricatore speciale che sarebbe riuscito assai costoso, è stato brevettato dagli ingegneri R. Koechlin, Locher e C.i.

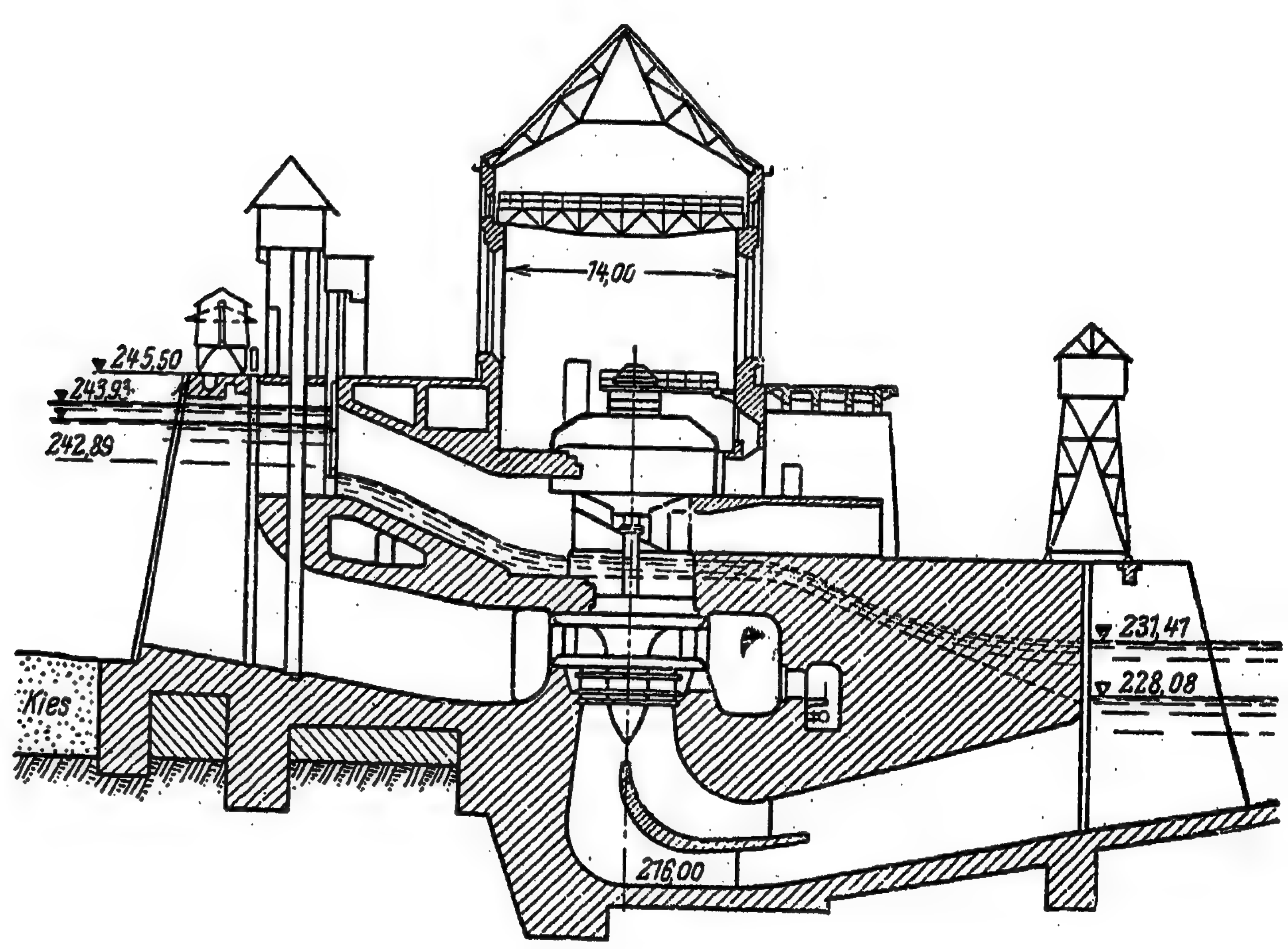


Fig. 3. - Sezione schematica della centrale di Kembs.

Il dispositivo ora accennato permette anche di smaltire, nei periodi di gelo, gli strati di ghiaccio che altrimenti si accumulerebbero – forse non senza inconvenienti – contro le opere di presa della centrale.

CONCA DI NAVIGAZIONE.

A quattro chilometri circa dall'imbocco, il canale di derivazioni si biforca in due rami, uno dei quali fa capo alla centrale idroelettrica sopra descritta e l'altro, adibito alla navigazione, immette nel canale inferiore (per ora sboccante nel Reno) mediante una conca della lunghezza di 185 m. e della larghezza di 25 m.

In vista del futuro sviluppo della navigazione è stato previsto lo spazio anche per la costruzione di una seconda conca lunga 100 m e larga 25 m. Le porte a valle di queste conche avranno dimensioni notevoli: oltre 25 m di larghezza e 20 m di altezza; esse dovranno sollevarsi di m. 13,50 e peseranno oltre 400 t. ciascuna.

CANALE DI SCARICO.

Il canale di scarico della centrale di Kembs sboccherà provvisoriamente nel Reno. Quando sarà costruita la centrale del

II° salto (di Ottmarscheim) questo sbocco verrà soppresso e il canale di scarico, prolungato parallelamente al Reno sino alla detta centrale, costituirà il canale di carico della medesima.

CONDOTTA DEI LAVORI.

Grande cura richiese anzitutto l'abbassamento delle falde freatiche e il prosciugamento delle zone di scavo, specialmente in corrispondenza della centrale e della conca di navigazione. All'uopo vennero installate numerose elettro-pompe pescanti in appositi pozzi di drenaggio o in fosse a pelo libero. Attualmente sono in stato avanzato tutti i lavori di scavo e di riporto e fra qualche mese potranno essere iniziati anche i lavori di gettata del calcestruzzo.

Data l'estensione e l'imponenza dei lavori è questo un caso particolarmente tipico per l'applicazione dei più moderni e razionali metodi di costruzione. Per i lavori di scavo, si sono adottati, fra l'altro:

a) otto grandi escavatori a cucchiaio, montati su cingoli e serviti da motori a vapore;

b) due grandi escavatrici di tipo americano — cosidette *dragline* — (fig. 4), montate su otto cingoli ciascuna ed azio-

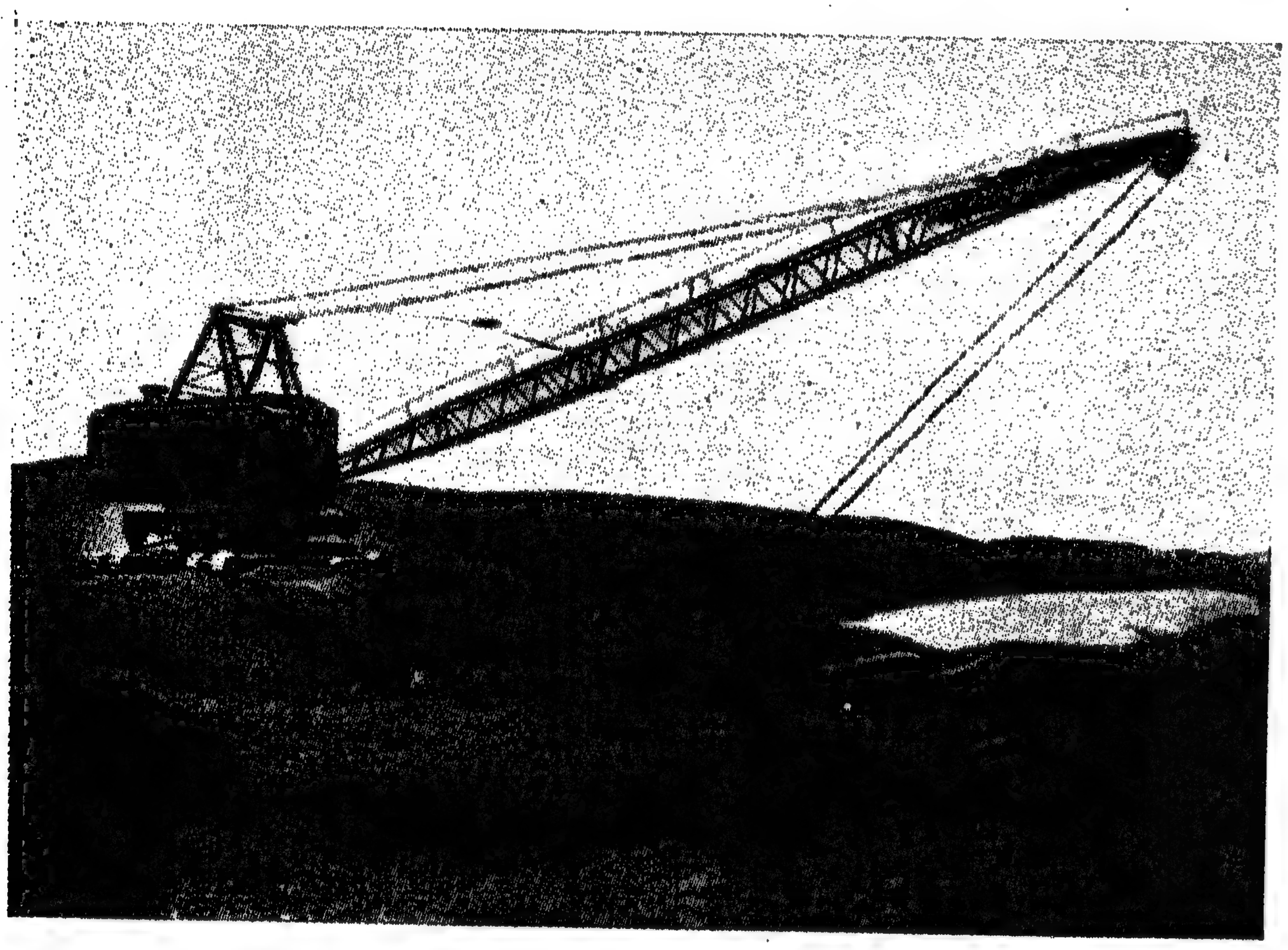


Fig. 4. - *Dragline* americana impiegata per la costruzione del canale di derivazione dell'impianto di Kembs.

nate da motori elettrici. Queste escavatrici hanno un notevole raggio d'azione e, con una sola operazione, che dura in media 40 secondi, possono scavare da 3 a 4 mc di materiale alluvionale e riversarli a 100 m. di distanza; ciascuna di queste « dragline » pesa 350 t. e costa, messa in opera, più di 3 milioni e mezzo di franchi;

c) un potente escavatore a norie, montato su 7 binari e comandato da motori elettrici, il quale scava in media 120.000 m^3 al mese con una prestazione di 18 ore al giorno; anche il peso di questo escavatore si aggira sulle 350 *t*.

Oltre a queste grandi installazioni, sono state adottate anche numerose macchine di vario tipo come grue a torre, derriks, ecc., nell'intento sopratutto di eseguire i lavori nel più breve tempo possibile e con la massima economia.

Per quanto riguarda la confezione del calcestruzzo di cemento, per le opere murarie, i materiali di miscela verranno preparati e mescolati nelle dovute proporzioni in apposito impianto centrale di frantumazione, lavaggio e vagliatura, per essere poi distribuiti ai diversi impianti di betoniere.

La colata del calcestruzzo per la costruzione della conca di navigazione verrà fatta con un sistema analogo a quello Ransome mediante due torri girevoli e spostabili, dell'altezza di 60 m. Per la costruzione della centrale, invece, la colata del calcestruzzo verrà fatta mediante tramoggie e canali alimentati da un apposito ponte di servizio, montato su tralicci di ferro che resteranno annegati nella muratura. Un *Blondin* completerà questa installazione. Il rivestimento di calcestruzzo delle scarpate del canale verrà eseguito mediante due macchine appositamente studiate e non molto dissimili da quelle di recente adottate anche in alcune costruzioni americane.

Gli impianti per la confezione e la distribuzione del calcestruzzo saranno commisurati ad una produzione normale di 500 t. di calcestruzzo al giorno.

I lavori per la diga di sbarramento, iniziati sin dal dicembre 1928, sono attualmente in pieno sviluppo ed occupano 700 operai che lavorano giorno e notte. L'esecuzione e lo sfruttamento del grande canale d'Alsazia sono stati assunti dalla Società Forze Motrici dell'alto Reno, designata dal Governo francese quale concessionaria dell'opera. Secondo le previsioni, i primi due gruppi della centrale di Kembs dovrebbero entrare in funzione entro il 1932; gli altri gruppi verrebbero installati successivamente a distanza di quattro mesi l'uno dall'altro.

Per rendere un'idea approssimativa dell'entità dei lavori in corso, riportiamo le seguenti cifre:

Scavi e riporti	canale di carico	4.000.000	mc. di terra
	drenaggi	200.000	» » »
	conche	400.000	» » »
	centrale	400.000	» » »
	canale di scarico	2.100.000	» » »
	Totale	7.100.000	» » »
Opere in calcestruzzo	conche	180.000	mc. di calcestruzzo
	centrale	150.000	» » »
	rivestimento canale	600.000	» » »
	Totale	930.000	» » »

La sola diga di sbarramento costerà più di 100 milioni di fr.

A. T.

UNA SOSTITUZIONE DELLE PROVE DI COMPRESSIONE DEL CALCESTRUZZO - METODO PER ACCERTARE DURANTE I LAVORI LA COMPOSIZIONE E LA QUALITA' DEL CALCESTRUZZO

Engineering News-Record, 28 novembre 1929. – ING. ANDREW P. ANDERSON.

L'A. presenta un nuovo metodo per l'analisi, a scopo di controllo preventivo, della composizione del calcestruzzo allo stato plastico.

Le prime applicazioni furono sperimentate durante la costruzione di un camino di cemento, per conto della Chicago-Milwaukee-St. Paul-Pacific Railroad Company di Chicago.

DESCRIZIONE DEL METODO.

Il valore dei risultati del controllo — eseguito con l'analisi dei campioni di calcestruzzo — dipende in gran parte dalla precisione con la quale vengono eseguite le operazioni di pesatura, di lavaggio e di essiccamento degli ingredienti.

Si prelevano dunque dalle mescolatrici circa 50 lb del calcestruzzo che si vuol esaminare; una buona parte di questo serve a formare un cilindro di (6×12 in.) destinato alle prove di compressione; mentre una quantità di 10-15 lb viene usata per l'analisi e deposta in un recipiente chiuso ermeticamente, per evitare le perdite per evaporazione.

Le operazioni di analisi debbono essere compiute nel modo seguente, poco tempo prima della solidificazione del calcestruzzo.

Si pesa dapprima il recipiente contenente il campione da analizzare; se ne versa poi il contenuto — avendo cura di non perderne la minima parte — in una secchia di 3 gal. di capacità. Il recipiente vuoto vien lavato, asciugato e pesato. La differenza di peso data dalle 2 operazioni indica, con esattezza, il *peso netto* del campione di calcestruzzo.

L'operazione di lavaggio deve essere ripetuta a più riprese fintanto che l'acqua non abbia asportato, un po' alla volta, tutto il cemento. Ogni volta, l'acqua di lavaggio, vien raccolta in un bacino; dopo pochi istanti il cemento forma un deposito sul fondo e l'acqua di decantazione viene sottratta; allora la poltiglia di cemento che rimane, può essere facilmente essiccata.

La massa di sabbia e ghiaia, rimasta nel recipiente da 3 gal., vien essiccata a sua volta e polverizzata, mediante una *giana* di vetro cilindrica. Le ultime operazioni di vagliatura e di smistamento permettono di separare la sabbia e la ghiaia per poi pesarle con precisione.

Esempio. - Un'analisi recente dava i seguenti risultati:

peso lordo del calcestruzzo	lb.	11.328125
peso del recipiente	»	0.609375
peso netto del calcestruzzo.........	»	10.718750
cemento	»	1.843750
sabbia	»	3.062500
ghiaia	»	4.953125
		9.859375
acqua sottratta	lb.	0.859375
Totale	lb.	10.718750

Siccome il campione analizzato conteneva 1.84375 lb. di cemento, mentre un sacco ne contiene 94 lb. tutti i valori dell'analisi possono essere riferiti a 1 sacco cemento moltiplicandoli per il rapporto 94: 1.84375 = 50.98

Perciò: per ogni sacco di cemento avremo: (in lb.)

cemento: 1.84375 × 50.98 ...... 94.0
sabbia: 3.0625 × 50.98 ...... 156.25
ghiaia: 4.953125 × 50.98 ...... 252.50
acqua: 0.859375 × 50.98 ...... 43.81 (5.26 gal.)

le prove eseguite hanno dimostrato che un piede cubo di sabbia pesa 90 lb. mentre un piede cub. di ghiaia pesa 110 lb.

Il rapporto di miscela è perciò di: 1:1.74:2.3 = 1:4.0 con 5.26 gal. d'acqua per ogni sacco di cemento.

La curva di Abram indica per tale rapporto: *acqua/cemento* = 5.26 una resistenza media di 3.625 lb. per inq. a 28 giorni.

L'analisi succitata ha dato dei risultati press'a poco corrispondenti alla composizione prevista con un rapporto di 1:2:2.5 = (1:4.5) con 4.5 gal. d'acqua per sacco di cemento.

Dal confronto risulta che la quantità di acqua (5.26) è maggiore ed è da attribuirsi all'umidità propria della sabbia e della ghiaia. Difatti, una prova compiuta il giorno dell'analisi, ha permesso di accertare una umidità di 2.2 % del peso nella sabbia, mentre l'umidità della ghiaia, non fu misurata, ma fu valutata in media a circa l'1 %; ciò che corrisponde a 6 lb. o 0.72 gal. di acqua in più e cioè esattamente a 4.50+0.72 = = 5.22, dunque poco diverso da quanto risultò dall'analisi.

La lieve differenza tra la composizione del calcestruzzo, preventivamente fissata: 1:2:2.5 e 4.5 acqua e quella accertata all'analisi: 1:1.74:2.3 e 5.26 acqua deve attribuirsi alla preoccupazione dell'impresario di avere a disposizione un calcestruzzo abbastanza fluido.

Da notare che i risultati dell'analisi compiuta sono stati poi confermati da quelli ottenuti al 28° giorno. Altre prove compiute su diversi punti dei lavori della stessa compagnia hanno dato risultati sempre soddisfacenti che furono, a quanto afferma l'A. di grande aiuto per ottenere uniformità di qualità del calcestruzzo adoperato.

Ecco alcuni di tali risultati:

Tipo di calcestruzzo	Acqua	Resist. a compres. prove a 28 giorni	Resist. prove preventive
1 : 2 : 2.5	4.5	3.785	3.480
1 : 2 : 2.5	4.5	3.360	3.350
1 : 2.5 : 2.5	4.5	3.560	3.400
1 : 3.5 : 3	5.5	3.880	2.850

Praticamente, per le prove eseguite, si prelevava verso sera il campione di calcestruzzo colato durante il giorno e si eseguiva l'analisi di sera, in modo da conoscere i risultati della prova prima dei lavori del giorno susseguente.

Il metodo appare, realmente, come osserva l'A. di applicazione pratica e corrente; poichè, infatti, esso ci permette in poche ore di attingere precise informazioni sulla qualità, la struttura e la resistenza del calcestruzzo, molto tempo prima delle prove ordinarie, abitualmente fatte al 28° giorno dopo la posa in opera.

L'idea dell'A. per la sostituzione delle prove di compressione del calcestruzzo, data da un anno fa, ma è stata applicata solo più tardi. Il grande vantaggio di questi esperimenti che sono suscettibili di miglioramento consiste nel rendere possibile l'analisi immediata e sufficientemente approssimata del calcestruzzo « *durante i lavori* ».

o. z.

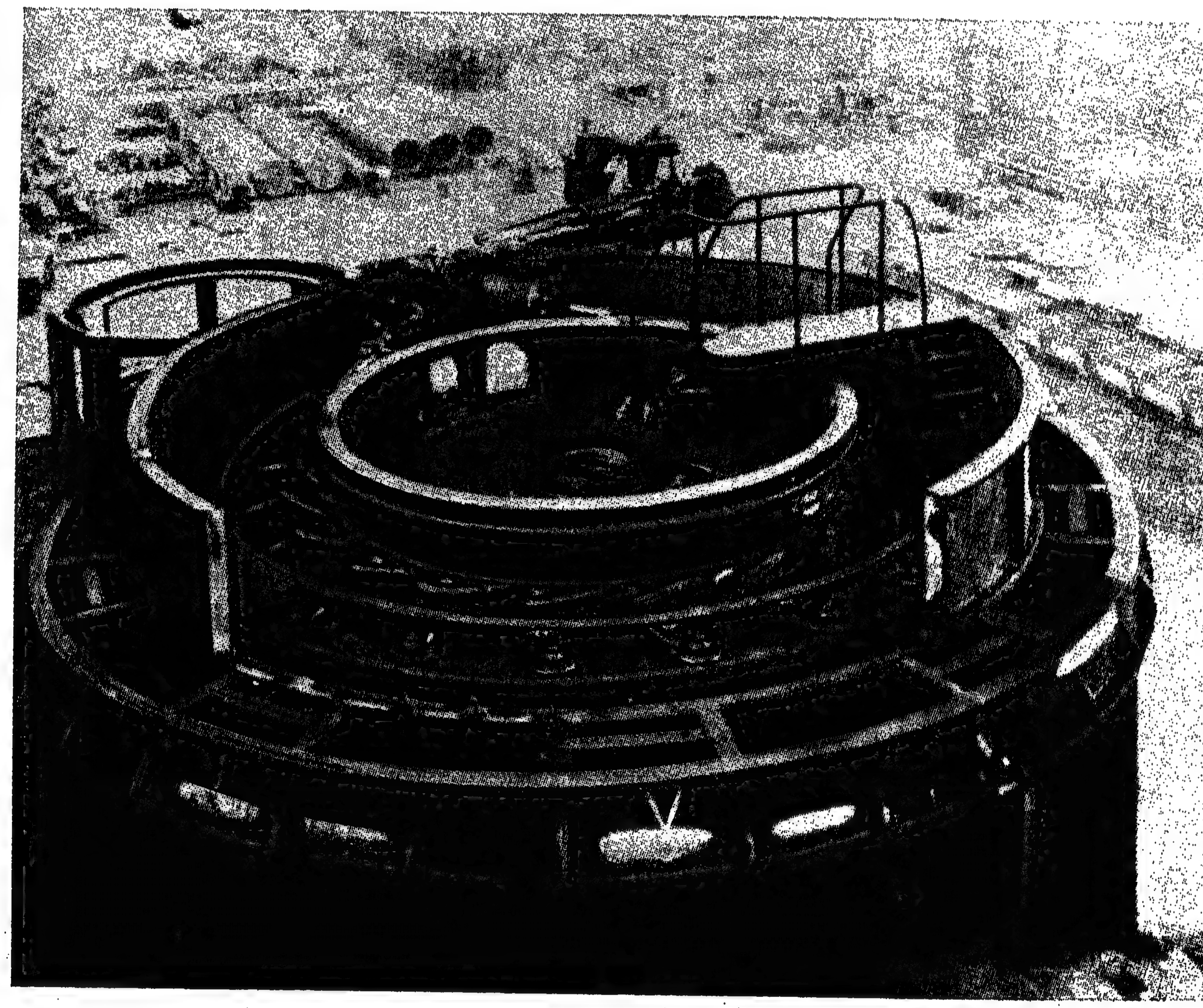
LE TURBINE PROPELLER DELL'IMPIANTO « BLACK-RIVER »

Power, 19 novembre 1929 e *Wasserkraft u Wasserwirtschaft*, 1930 n° 2.

Il fiume Ottawa, con un bacino imbrifero di 440.000 km^2, si suddivide, presso Montreal, in quattro rami, uno dei quali prende il nome di Rio Black. La portata ordinaria dell'Ottawa, in quel punto, è di 8500 mc/sec e quella del Rio Black di 1100 mc/sec; la massima piena sinora misurata in quest'ultimo corso d'acqua ha raggiunto i 3600 mc/sec. Le portate di magra dell'Ottawa scendono sino a 1130 mc/sec mentre quelle del Rio Black si mantengono tra i 680 e gli 850 mc/sec.

Attualmente l'impianto che utilizza l'energia disponibile del rio Black è commisurato ad una portata continua di 600 a 700 mc/sec; mediante un modesto sbarramento si potrà elevare la portata minima utilizzabile a 765 mc/sec.

Nella centrale — prevista per l'installazione di 10 unità — sono stati installati in un primo tempo 6 gruppi soltanto, con turbine Propeller da 12.000 HP ciascuna, a 85 giri per minuto



Vista d'insieme di una turbina Propeller dell'impianto di Black-River.

Queste turbine sono state costruite in modo da raggiungere il massimo rendimento sotto un carico di 7,9 m. e con una potenza di 8800 HP. Le palette delle giranti sono spostabili mediante dispositivi di comando a mano. Delle sei turbine sinora installate, tre sono state costruite dalla « Allis Chalmers Co. » e tre dalla « Dominion Engineering Works ». Le giranti delle prime sono a 4 pale, le altre a 6 pale.

Nelle turbine della « Dominion E. W. » la tenuta dei sopporti è assicurata mediante anelli di gomma; in quelle della « Allis Chalmers » mediante un labirinto a chiusura d'acqua.

Grazie alla variabilità dell'angolo d'apertura delle pale mobili è possibile elevare notevolmente il rendimento delle turbine anche in corrispondenza del carico minimo, tanto da ricuperare, rispetto ad un impianto con turbine a pale fisse, 11.000 HP circa, che andrebbero altrimenti persi. Due delle turbine installate sono provviste di valvole ad ejettore mediante le quali è possibile elevare sensibilmente la velocità dell'acqua nei tubi d'aspirazione, guadagnando, sotto il massimo carico, più di 1000 HP per turbina.

Le condotte di carico delle turbine hanno una sezione di 2,5 × 3,8 m ciascuna e possono portare sino a 160 m^3/sec. I regolatori sono muniti di pendoli ad azionamento elettrico e di

servomotori ad olio. Per ogni tre turbine è stato installato un gruppo servomotore ad olio, di riserva.

La luce di immissione ad ogni turbina è munita di due paratoie piane di 4,56 × 7,65 m, ed è protetta da una griglia; a monte di questa ogni luce può venire chiusa mediante una serie di travi di ferro allogabili in appositi gargami praticati nella muratura. I tubi di aspirazione possono pure venire chiusi con analogo sistema.

Gli alternatori, ad eccitatrici coassiali, sono direttamente accoppiati alle turbine e possono sviluppare una potenza massima di 10.000 kVA a 12.000 V e a 60 periodi.

Le eccitatrici hanno una potenza di 250 kW e forniscono c. c. a 250 V.

Il peso delle masse rotanti dell'alternatore e della turbina viene principalmente sostenuto da un sopporto di sospensione — a molle — sistemato in sommità della carcassa dell'alternatore.

A. T.

f)

LE POMPE DA 27000 HP DELL'IMPIANTO DI ACCUMULAZIONE DI NIEDERWARTHA (1)

Schweizerische Bauzeitung, 1930. – Vol. 95, N° 7.

Nel mese di dicembre dello scorso anno sono entrati in funzione, nell'impianto di Niederwartha — presso Dresda — due gruppi di pompe per il sollevamento dell'acqua di accumulazione Queste pompe, della portata di 12 mc/sec e della potenza di 27.000 HP ciascuna, sono — a tutt'oggi — le più grandi del mondo. I due gruppi in parola (fig.1) sono costituiti ciascuno, da una pompa centrifuga con distributore a pale mobili del sistema Voith-Sulzer, da un generatore-motore trifase e da una turbina montati sopra uno stesso asse. La mobilità delle palette del distributore di ogni pompa permette di regolare l'efflusso dell'acqua all'avviamento e all'arresto della pompa stessa.

L'impianto di Niederwartha è connesso alle due centrali termoelettriche Bohlen e Hirschfelde ed ha lo scopo precipuo

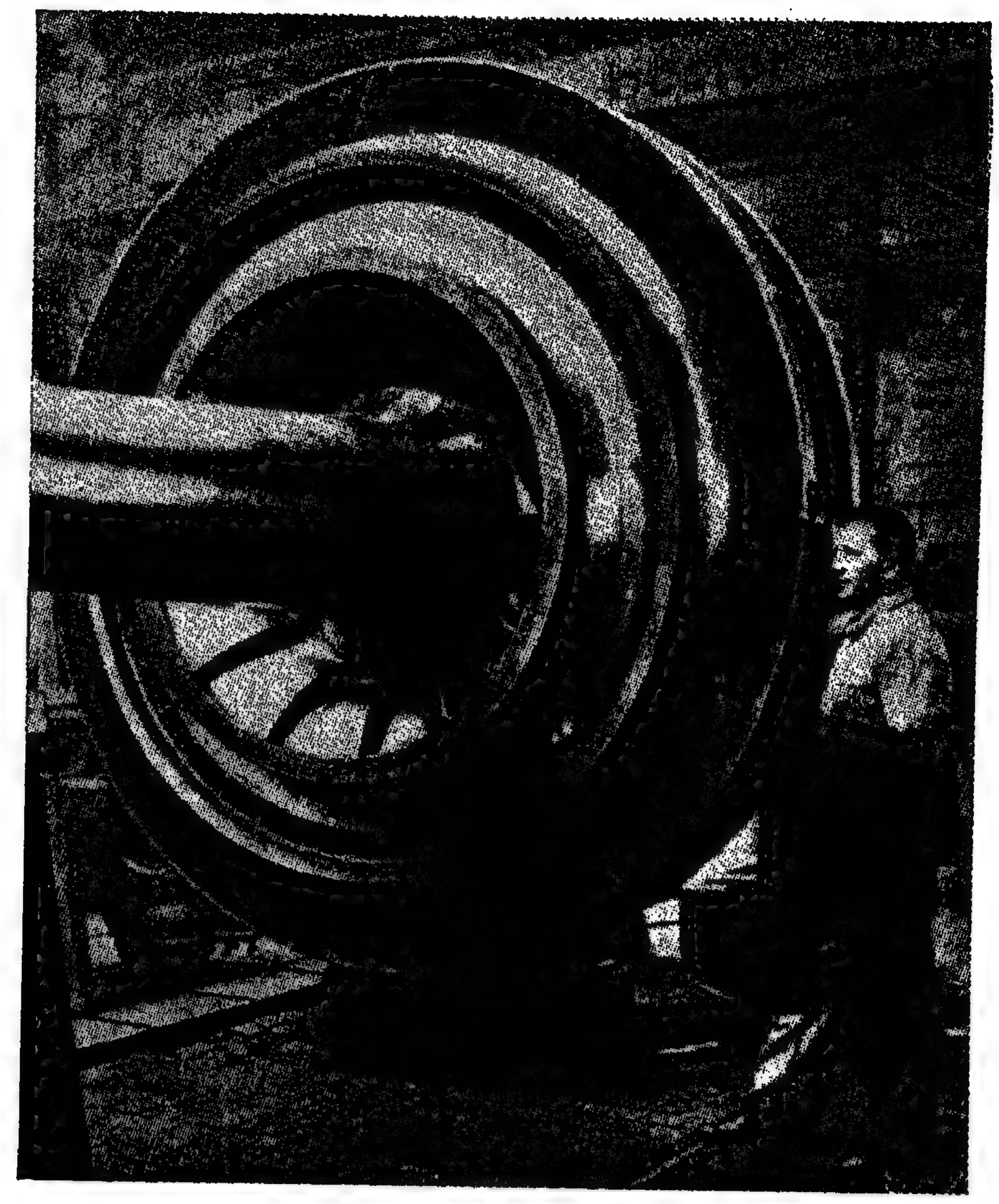


Fig. 2. - Girante di una delle pompe dell'impianto di Niederwartha.

di integrare le punte giornaliere dei diagrammi di carico della rete di distribuzione della « Energieversorgung Gross-Dresden A. G. ». Esso comprende due serbatoi (uno superiore ed uno inferiore), la sala macchine ed una sottostazione di trasformazione e smistamento all'aperto. Il serbatoio inferiore, situato presso Niederwartha in vicinanza del f. Elba, è costituito da un bacino artificiale del tipo « *a corona* » circondato da un argine di terra dell'altezza di 6 m. circa ed ha una capacità di 2.000.000 mc (con una escursione di livello di m. 4,25).



Fig. 1. - Vista di un gruppo (pompa - alternatore - turbina) dell'impianto di Niederwartha.

Durante il riempimento quotidiano del serbatoio d'accumulazione — che viene generalmente fatto mediante l'impiego dell'energia notturna di supero — i generatori funzionano da motori sincroni ed azionano le pompe per mezzo di appositi innesti a frizione; in questo periodo le turbine, rigidamente collegate agli alternatori, girano a vuoto.

Nelle ore di maggior carico l'acqua accumulata viene utilizzata attraverso le turbine e le pompe vengono allora staccate. Il serbatoio d'accumulazione ha una capacità di 2.000.000 di mc. corrispondenti a 560.000 kW-ora. In un primo tempo verranno installati altri due gruppi analoghi a quelli sopra descritti; l'impianto è previsto però per otto gruppi della potenza complessiva di 120.000 kW.

Dal fabbricato della centrale, che completa l'arginatura sudetta, si diparte la condotta forzata, costituita da due tubazioni metalliche della lunghezza di 1800 m circa.

Il serbatoio superiore, in località « Silbergrund » è stato ottenuto mediante una diga di sbarramento in terra dell'altezza di 42 m. Il dislivello medio fra i due serbatoi e di 143 m.

A. T.

(1) Una descrizione particolareggiata di questo impianto è stata riportata ne *L'Energia Elettrica* 1928, fasc. IX (R. T.).

g) LA TURBINA A 200 Kg/cm² DELLA CENTRALE DI LANGERBRUGGE

Revue Brown Boveri, gennaio 1930.

La fig. 1 rappresenta in sezione la turbina da 4000 kW installata dalla Società « Centrales Electriques des Flandres et du Brabant » nella centrale ad alta pressione di Langerbrugge.

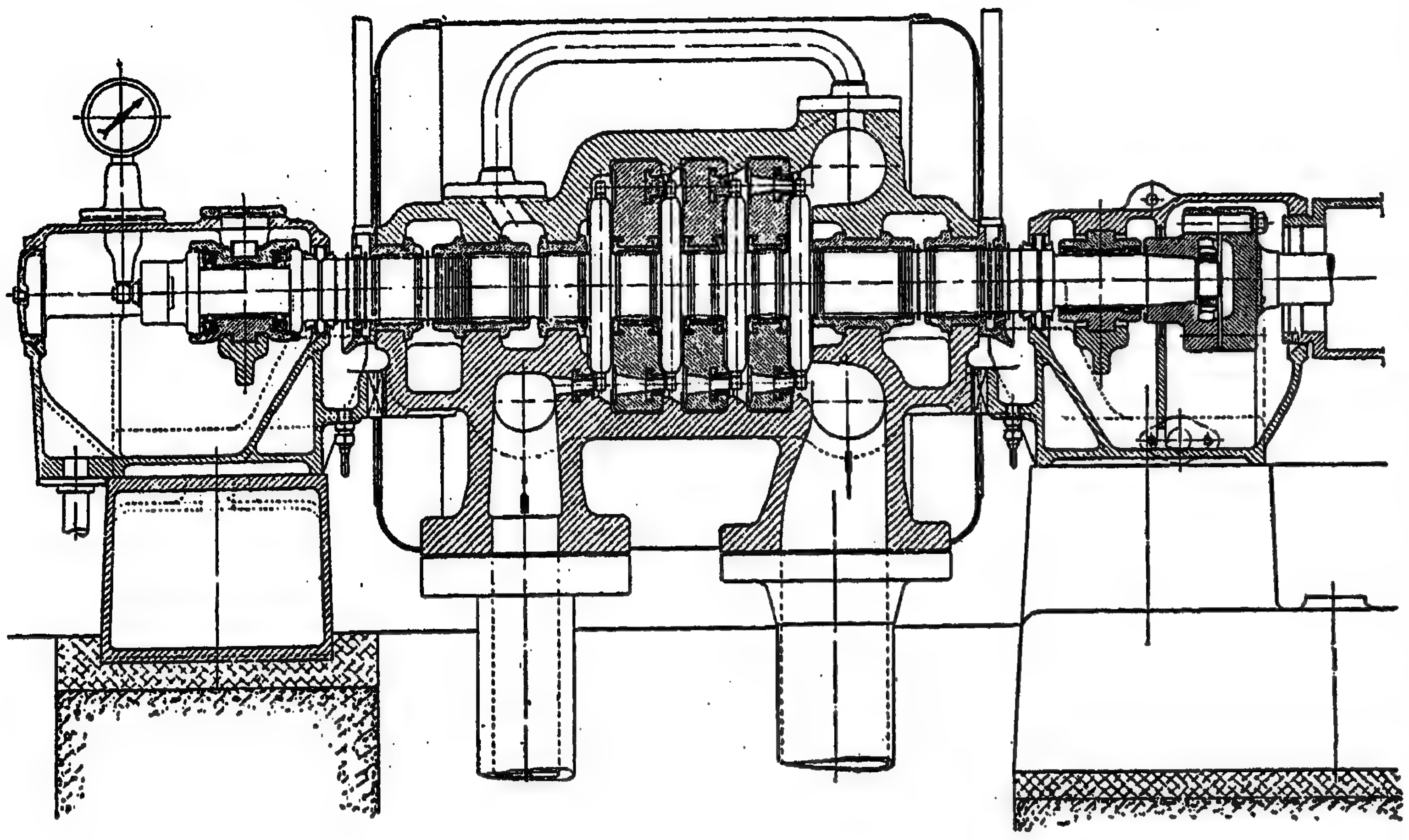


Fig. 1.

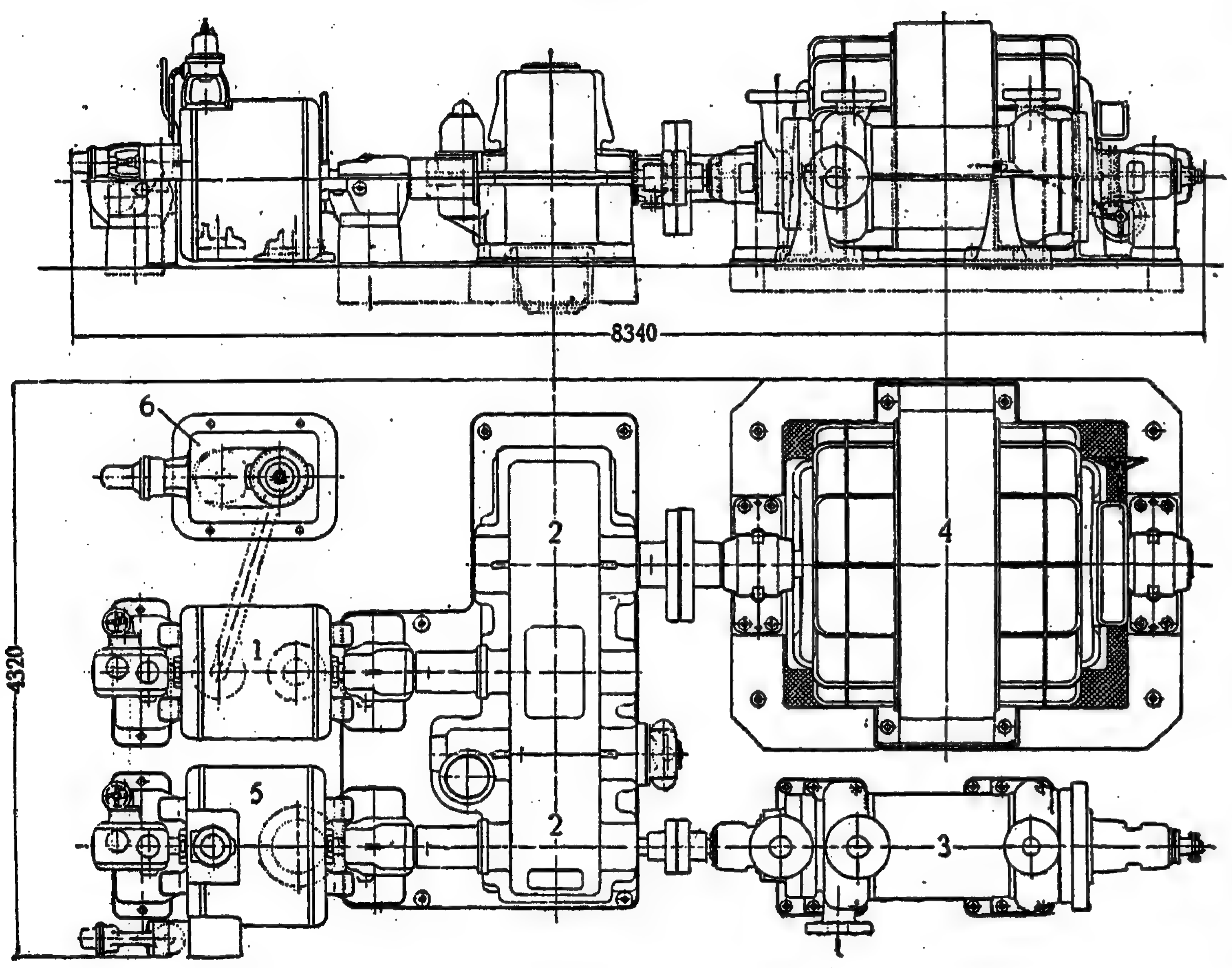


Fig. 2.

Trattasi di una turbina tampone, alimentata con vapore alla pressione di 200 Kg/cm² ed alla temperatura di 450° ed inserita tra una caldaia Benson al punto critico ed il collettore di vapore dell'impianto esistente a 55 Kg/cm². La velocità della turbina è di 7500 giri al minuto. La fig. 2 rappresenta schematicamente l'impianto. La turbina 1 ad alta comanda a mezzo del riduttore 2 la pompa d'alimentazione 3. Quando il consumo di vapore è elevato l'eccedenza di energia, al massimo 2500 kW, vien fornita alla rete: a questo scopo serve il generatore asincrono 4. Se invece il consumo di vapore è ridotto, cosicchè la potenza sviluppata dalla turbina sarebbe insufficiente per trascinare la pompa d'alimentazione, il generatore funziona da motore assorbendo energia dalla rete. Per garantire la massima sicurezza del servizio anche nel caso di eventuale interruzione della corrente, è stata infine prevista una seconda turbina 5, da 1500 kW, alimentata con vapore alla pressione di 55 Kg/cm², la quale basta da sola per il comando della pompa di alimentazione. Come si vede dalla figura 2, il gruppo 6 degl'organi di ammissione e di regolazione assume dimensioni molto grandi se confrontate con quelle della turbina. La fig. 3 rappresenta lo schema della regolazone della turbina col noto sistema Brown Boveri ad olio sotto pressione. La turbina ad alta pressione 1 è regolata a contropressione costante: vale a dire quando il suo vapore di scarico non è più utilizzato nella rete di distribuzione a 55 Kg/cm², la pressione in questa aumenta e le valvole di regolazione 3 della turbina ad alta vengono chiuse dal regolatore di pressione 2. Se la pompa di alimentazione assorbe una potenza più grande di quella fornita dalla turbina ad alta la macchina asincrona funzionerà automaticamente da motore. Qualora la corrente venisse a mancare, la velocità diminuisce ed il regolatore di velocità 5 apre le valvole di regolazione 6 della turbina ausiliaria 7 alimentata alla pressione di 55 Kg/cm². Anche la regolazione della turbina ad alta pressione è però sottoposta all'azione del regolatore di velocità 5: l'asta di questo è difatti provvista di due fessure distinte collegate ai sistemi di regolazione 9 e 10 delle due turbine, fessure le quali possono venire chiuse successivamente dal manicotto 11 del regolatore di velocità. Registrando la posizione dell'asta suddetta si può a volontà avviare l'una o l'altra turbina. In servizio normale la posizione del manicotto rispetto all'asta 8 è tale che l'olio può scaricarsi liberamente dalla rete di distribuzione della turbina a bassa pressione le cui valvole restano quindi chiuse, mentre essa non può sfuggire dalle condotte di regolazione della turbina ad alta. Le valvole ad alta pressione restano quindi aperte fino a che il regolatore di pressione non lascia sfuggire l'olio e provoca così la chiusura delle valvole stesse.

Quando la velocità diminuisce, cominciano ad aprirsi le valvole della turbina a bassa pressione. Se invece la velocità aumenta al disopra del suo valore normale, l'olio defluirà dalle reti di distribuzione di ambedue le turbine, e le valvole di queste si chiuderanno, anche nell'ipotesi che il regolatore di pressione tenti di aumentare l'apertura delle valvole ad alta pressione. Come si vede tutti gli organi di regolazione assumono quì un'importanza grandissima. Gli alberi di ambedue le turbine sono provvisti di un regolatore di sicurezza, cosicchè il funzionamento dei dispositivi di sicurezza è garantito anche nel caso che uno dei perni abbia a rompersi: tali regolatori agiscono direttamente sugli avviatori rotativi 13 delle due turbine ed in caso di velocità eccessiva li riportano nella posizione di chiuso, provocando così la chiusura delle valvole principali e di regolazione.

Le tubazioni ad altissima pressione sono in generale saldate a piè d'opera in tronchi della maggior lunghezza possibile: nei punti ove si prevede che la condotta debba venire sovente smontata si applicano delle flangie. Queste sono saldate di testa (fig. 4) sulla estremità del tubo: non è conveniente fissarle mediante chiodi o viti perchè le successive dilatazioni e contrazioni termiche finirebbero per compromettere la tenuta del giunto. Quanto alla forma delle flangie ed al loro collegamento bisogna che siano studiati in modo che non si verifichino deformazioni permanenti delle briglie o dei bulloni in seguito alle dilatazioni

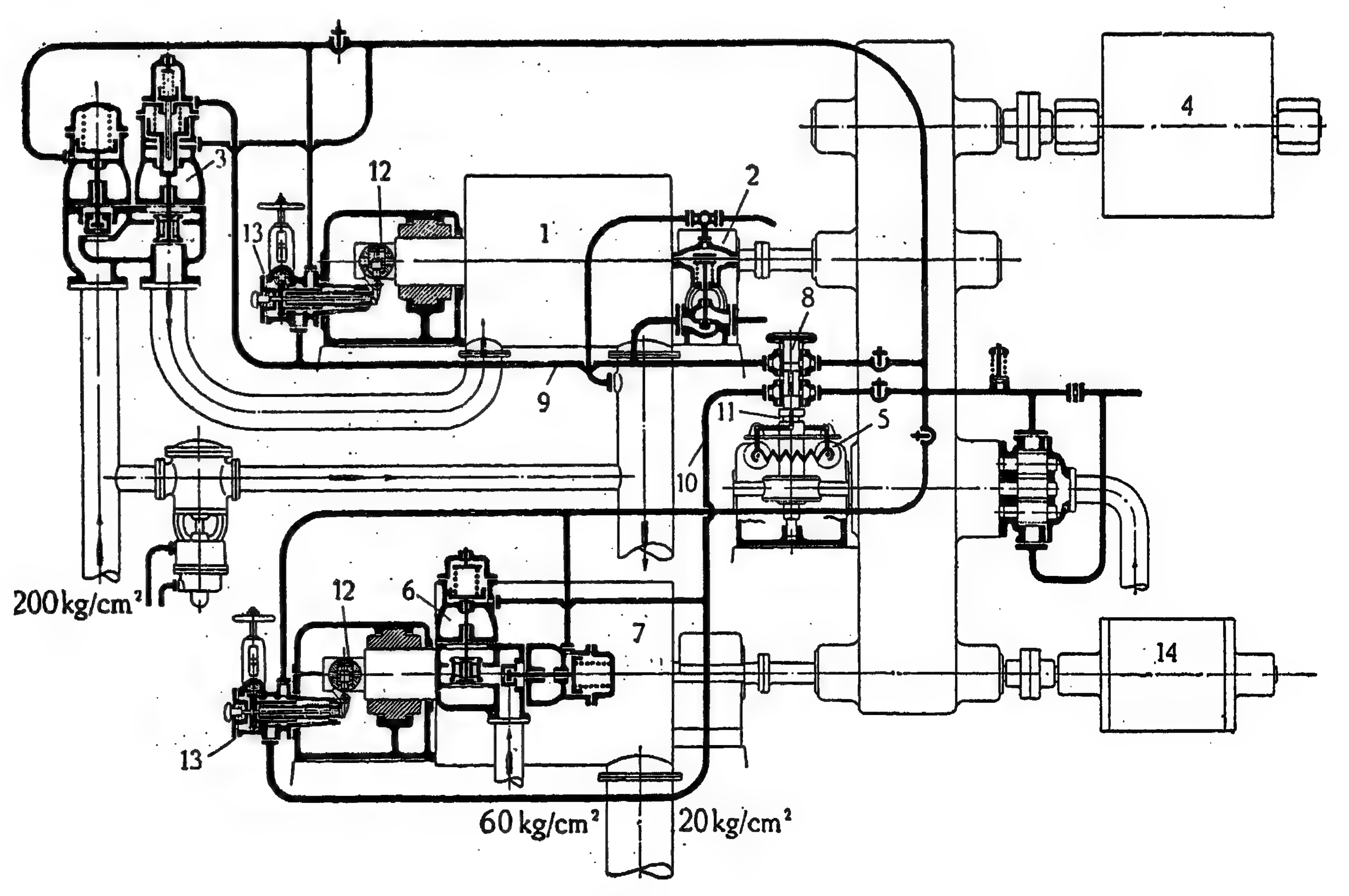


Fig. 3.

termiche, nonostante che per l'alta temperatura il limite di elasticità risulti più basso. Il pericolo suddetto sussiste in modo particolare all'avviamento, perchè le briglie si scaldano più rapidamente dei bulloni. Nella costruzione adottata si sono date

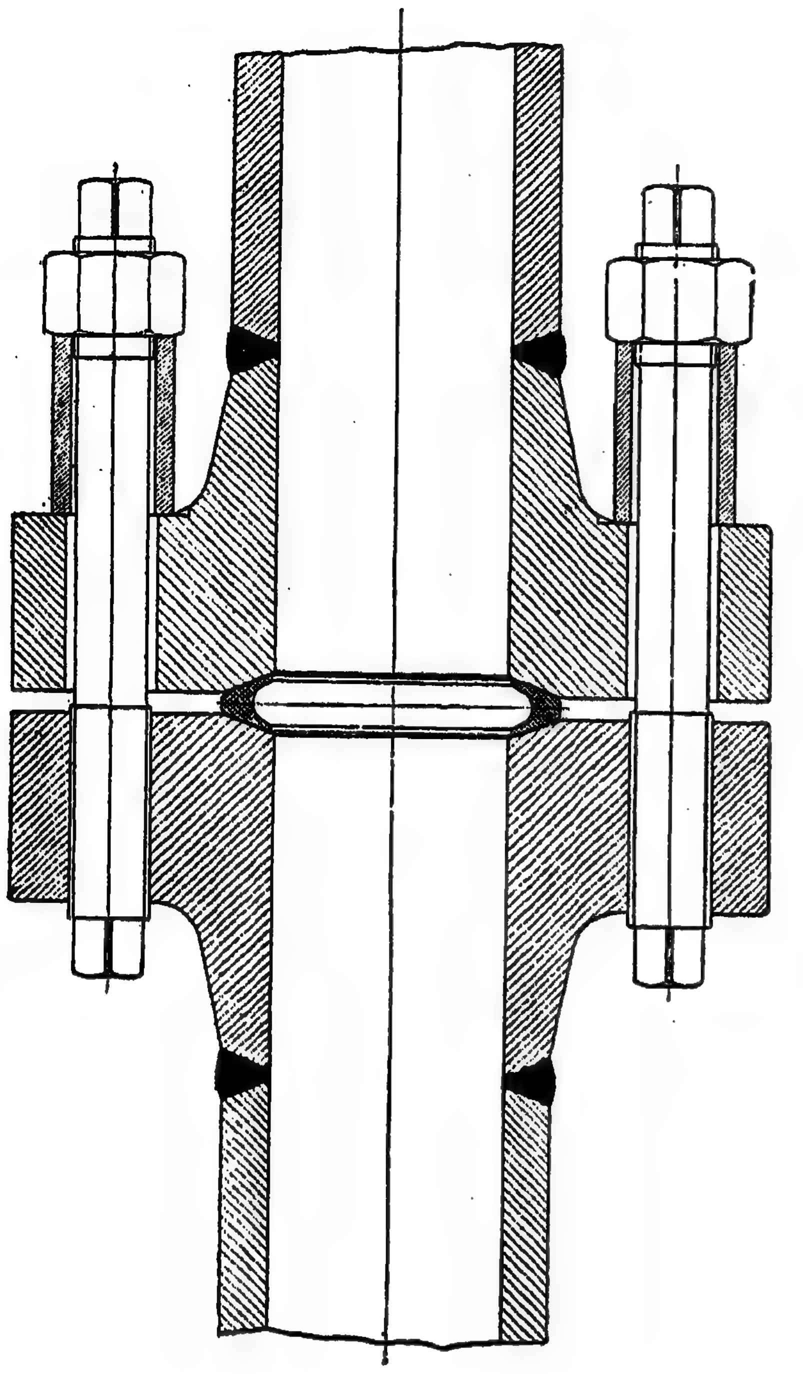


Fig. 4.

alle flangie le minime dimensioni possibili perchè le dilatazioni si mantengano entro limiti tollerabili: è stato anche proposto di usare delle caviglie (od eventualmente viti a testa annegata) in luogo dei bulloni, per accelerarne il riscaldamento. I bulloni sono in acciaio al nichel-cromo, che consente grandi deformazioni elastiche ed ha una elevato carico di sicurezza. Le guarnizioni sono in ferro dolce imbottito.

Nell'articolo in questione sono descritti anche alcuni altri dettagli tecnici interessanti.

M.

---

h) RIABILITAZIONE DI IMPIANTI TERMICI A VAPORE

J. A. I. E. E. novembre 1929. – C. F. HIRSHFELD.

Le figure 1 a 6 danno un'idea della rapidità con cui si è evoluta negli ultimi trent'anni la tecnica della generazione di energia elettrica mediante motrici a vapore. Le curve a tratto sottile delimitano la zona tratteggiata entro la quale cadono i valori delle ordinate adottati nella pratica corrente dalle centrali più importanti. Le curve a tratto marcato, il cui tracciamento è alquanto arbitrario, dovrebbero rappresentare prossimamente la tendenza media.

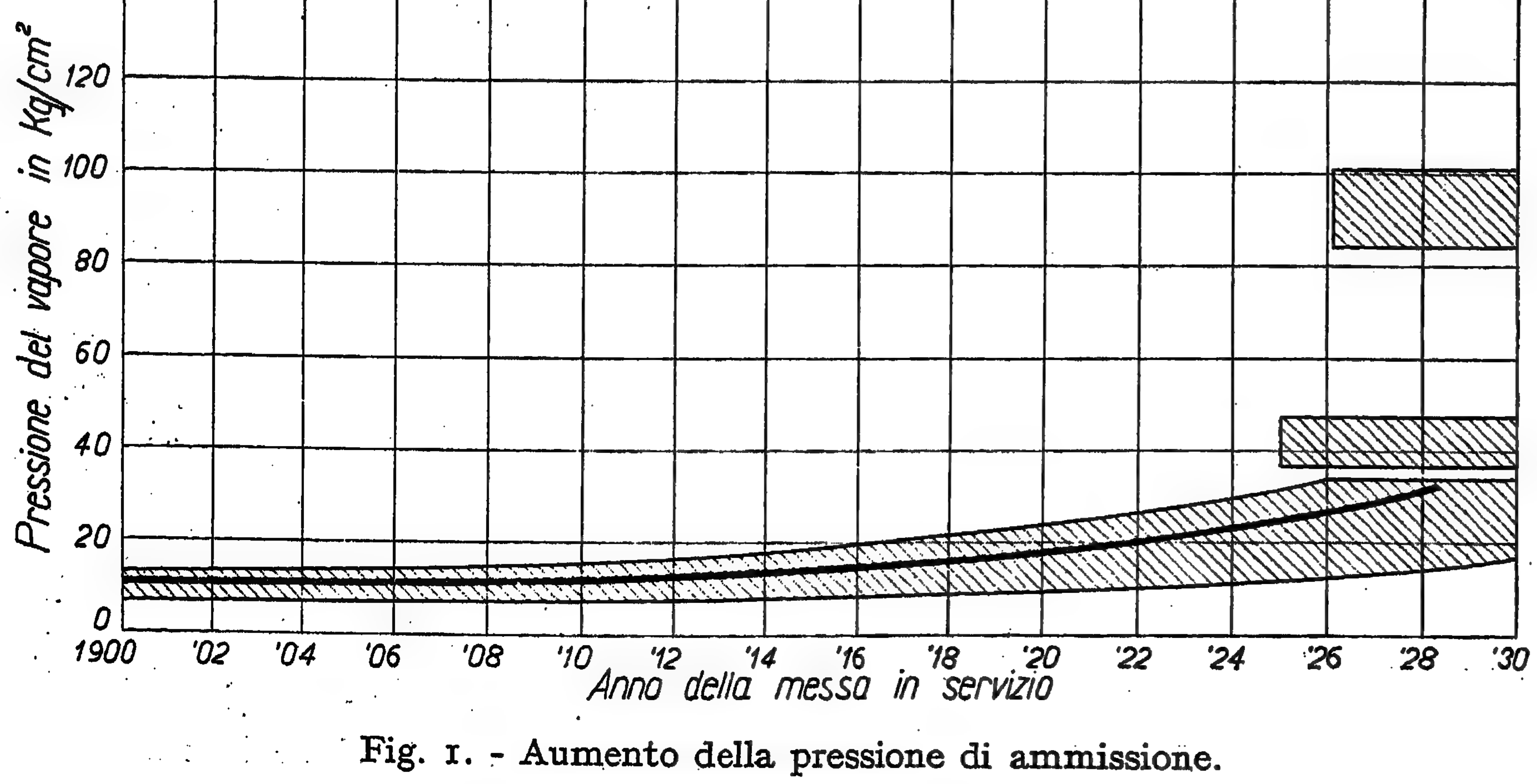


Fig. 1. - Aumento della pressione di ammissione.

La fig. 6 indica la diminuzione nel costo di produzione dell'energia termoelettrica che ha avuto luogo negli ultimi anni, per quanto riguarda il consumo di combustibile. L'andamento della curva farebbe ritenere che ci stiamo avvicinando all'epoca in cui ulteriori progressi saranno molto meno rapidi. Sfortunatamente i dati di cui si dispone per gli ultimi anni relativi all'aumento dei costi fissi conseguente alla diminuzione nel con-

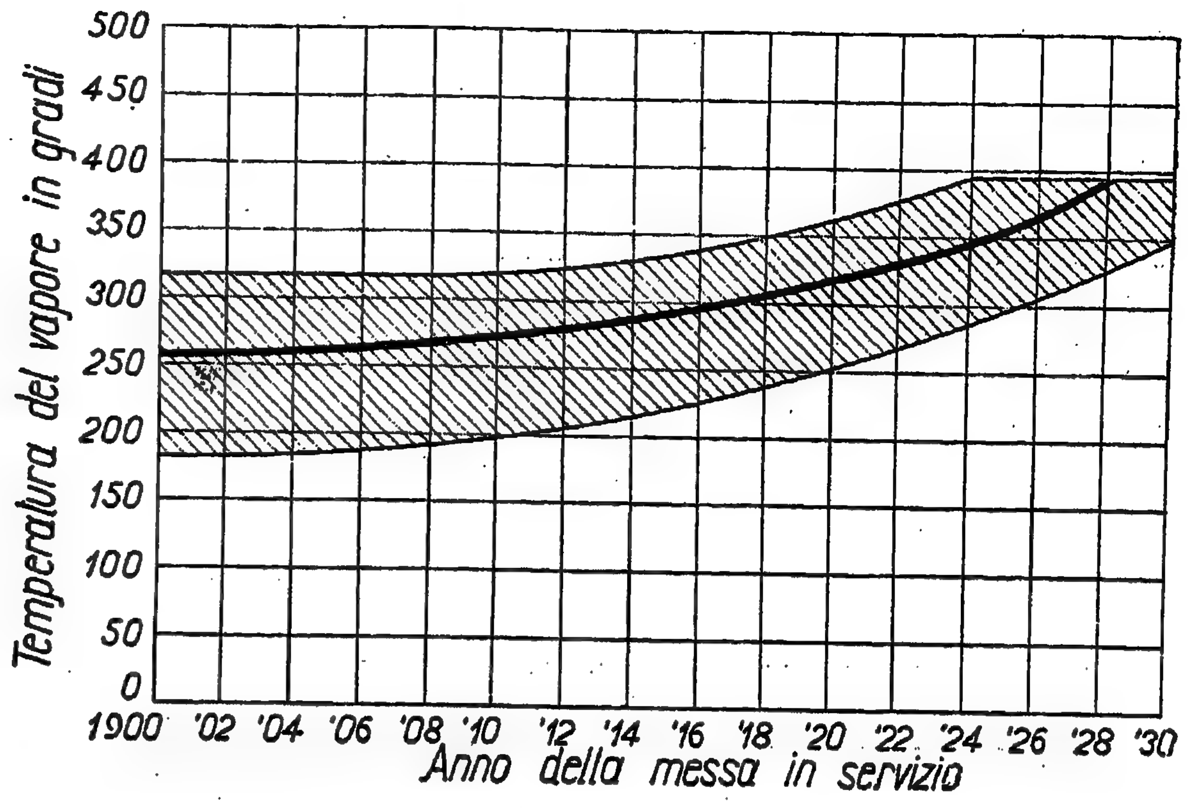


Fig. 2. - Aumento della temperatura di ammissione.

sumo di combustibile non sono abbastanza numerosi per trarre una conclusione definitiva sull'andamento della curva del costo di produzione totale: tuttavia in base ai pochi elementi disponibili si può affermare che almeno in certe condizioni anche quest'ultima curva è ancora decrescente.

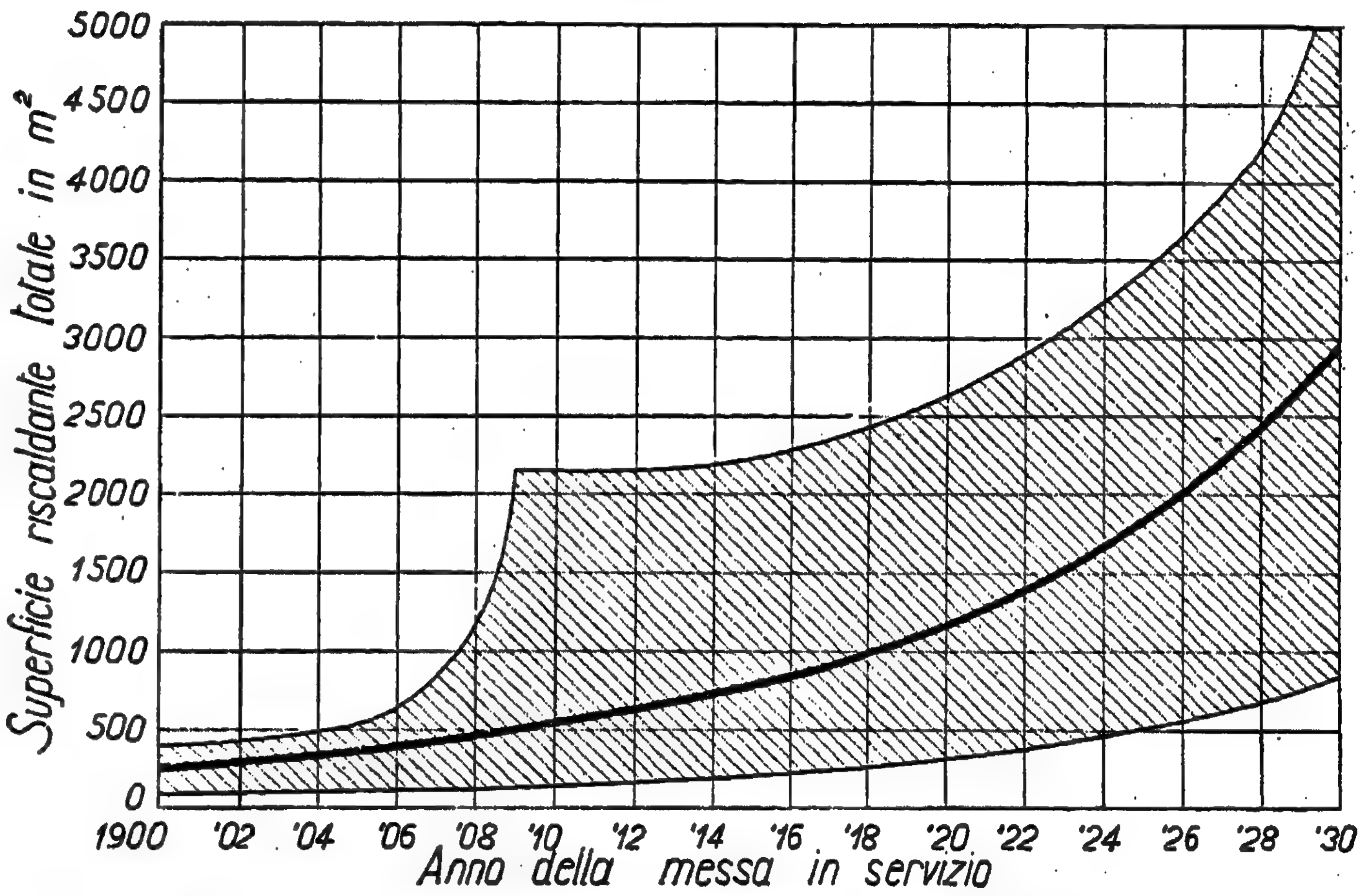


Fig. 3. - Aumento della superficie delle caldaie.

Alla curva della fig. 7 si è prestata finora poca attenzione. Anche per la produzione di energia elettrica vale quanto si nota in tutto il mondo industriale, e cioè la crescente resa individuale: essa quì è dovuta in buona parte al migliorato fattore di carico combinato con l'introduzione di caldaie ed unità generatrici di potenza ognora crescente. Ha pure esercitato una certa influenza il fatto che si è cercato di costruire le centrali in modo da facilitarne il servizio e la manutenzione.

Dal punto di vista degli esercenti i rapidi progressi rappresentati dalle figure hanno avuto due azioni opposte. Da un lato è diminuito il costo di produzione totale mentre dall'altro gli impianti sono andati entro breve tempo invecchiando, dando così luogo ad una svalutazione del capitale investito. Risultato netto è stata una graduale ma continua diminuzione del prezzo di vendita dell'energia: tale diminuzione sarebbe però stata ancora più rapida se fosse stato possibile far scomparire con un colpo di bacchetta magica gli impianti più vecchi e di minore rendimento via via che il progresso della tecnica ne rendeva possibile la sostituzione con altri più moderni. La fig. 8 che si riferisce ad un sistema tipico di una grande metropoli a rapido sviluppo può servire a

chiarire questo punto. La linea a tratto continuo dà il consumo effettivo di calorie per kWh prodotto, la linea tratteggiata dice invece quale sarebbe stato tale consumo se alla data di ogni ampliamento tutti i vecchi impianti fossero stati eliminati e sostituiti con impianti simili a quelli di nuova installazione. Agli esercenti si presenta quindi di tempo in tempo il problema di determinare di quanto ad essi conviene avvicinare la linea a tratto continuo a quella tratteggiata in modo da ottenere il compromesso più conveniente per tutte le parti tra il costo per il combustibile ed il costo del capitale. È appunto questo problema che dà origine all'altro della riabilitazione degli impianti.

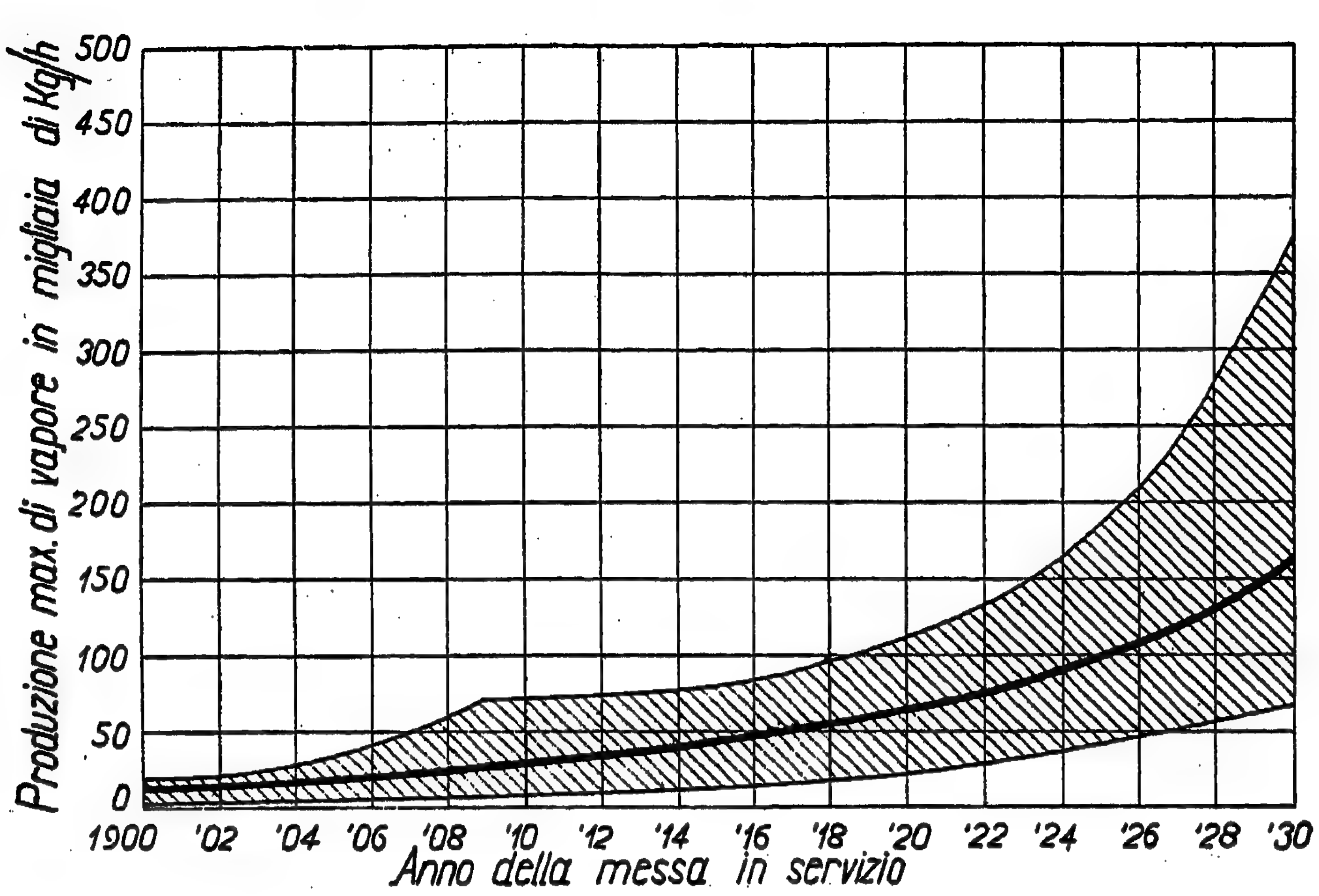


Fig. 4. - Aumento della produzione di vapore per caldaia.

In generale può dirsi che vi è convenienza ad effettuare una tale riabilitazione quando la diminuzione conseguente della spesa per il combustibile compensa almeno il costo addizionale del capitale. L'effetto però dei miglioramenti d'impianto su ambedue i costi è in generale così complicato, che il calcolo esatto ne è reso nei singoli casi estremamente difficile. Il problema comprende poi spesso elementi imponderabili, cosicchè almeno

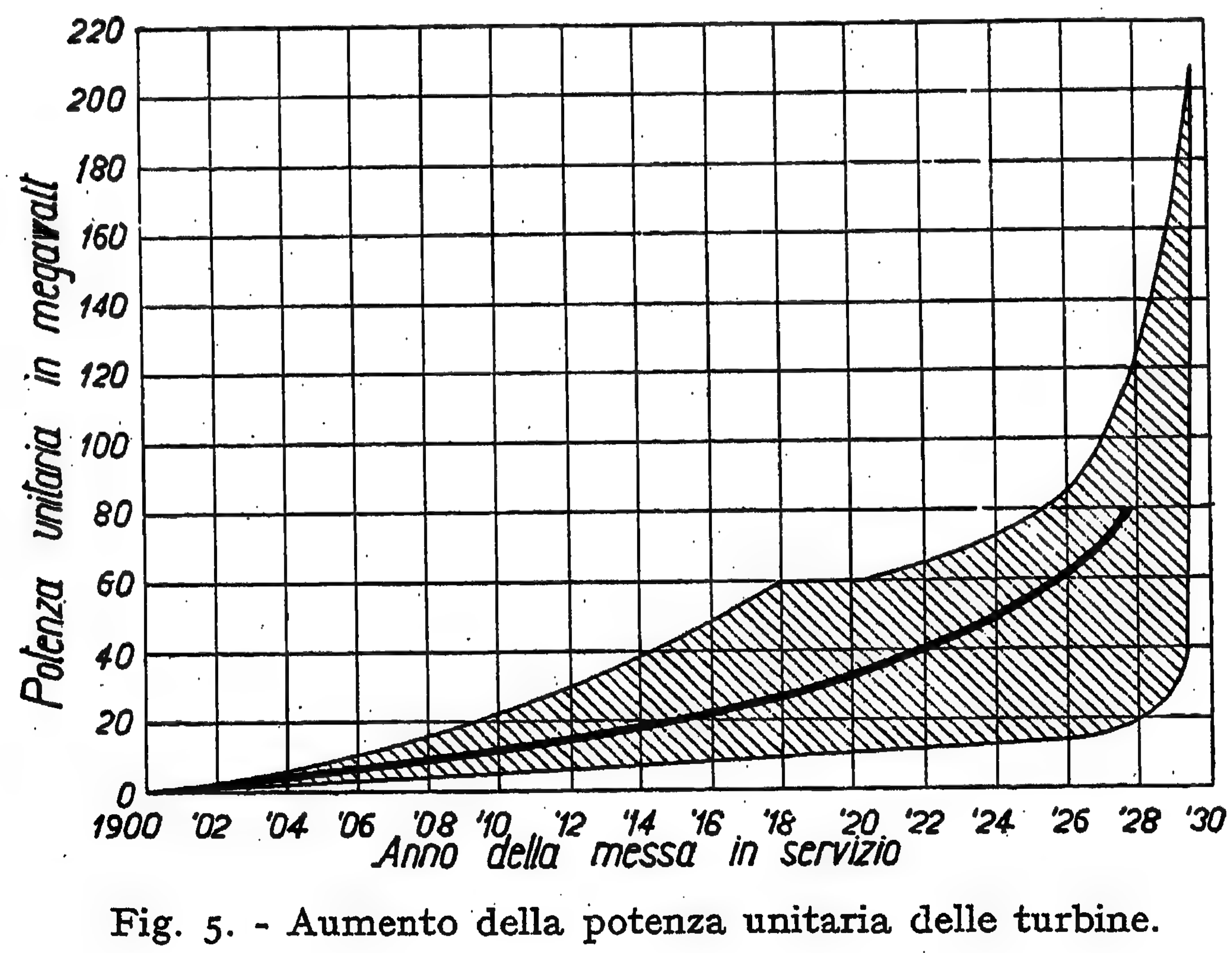


Fig. 5. - Aumento della potenza unitaria delle turbine.

entro certi limiti non si può prescindere dall'apprezzamento personale. Uno di tali elementi la cui importanza anzi è precipua è la rapidità più o meno grande con cui l'azienda elettrica si va sviluppando.

Fra le cause che possono consigliare la riabilitazione od anche la sostituzione totale di un impianto vanno annoverate le seguenti:

1) L'impianto ha basso rendimento termico. Questa causa ha in generale peso notevole quando *a*) la potenza dell'impianto è parte preponderante della potenza totale; *b*) la centrale ha posizione strategica nella zona servita, per quanto riguarda l'adduzione del combustibile o la distribuzione del carico; *c*) oppure occupa del terreno che è molto cresciuto di valore; *d*) in generale quando la spesa di combustibile per l'impianto in questione costituisce parte notevole delle spese annue totali della società.

2) L'impianto non permette una buona utilizzazione della mano d'opera. Questa causa non è in generale di per sè decisiva, ma ne va tenuto conto insieme con le altre, particolarmente ove si debba prendere in considerazione la possibilità di scioperi.

3) L'impianto non sfrutta razionalmente il terreno occupato. Questa causa assume importanza quando il terreno è aumentato molto di valore oppure è particolarmente bene situato per quanto riguarda il rifornimento di acqua o di com bustibile o infine il carico nel territorio adiacente rende indi spensabile un aumento della potenza installata.

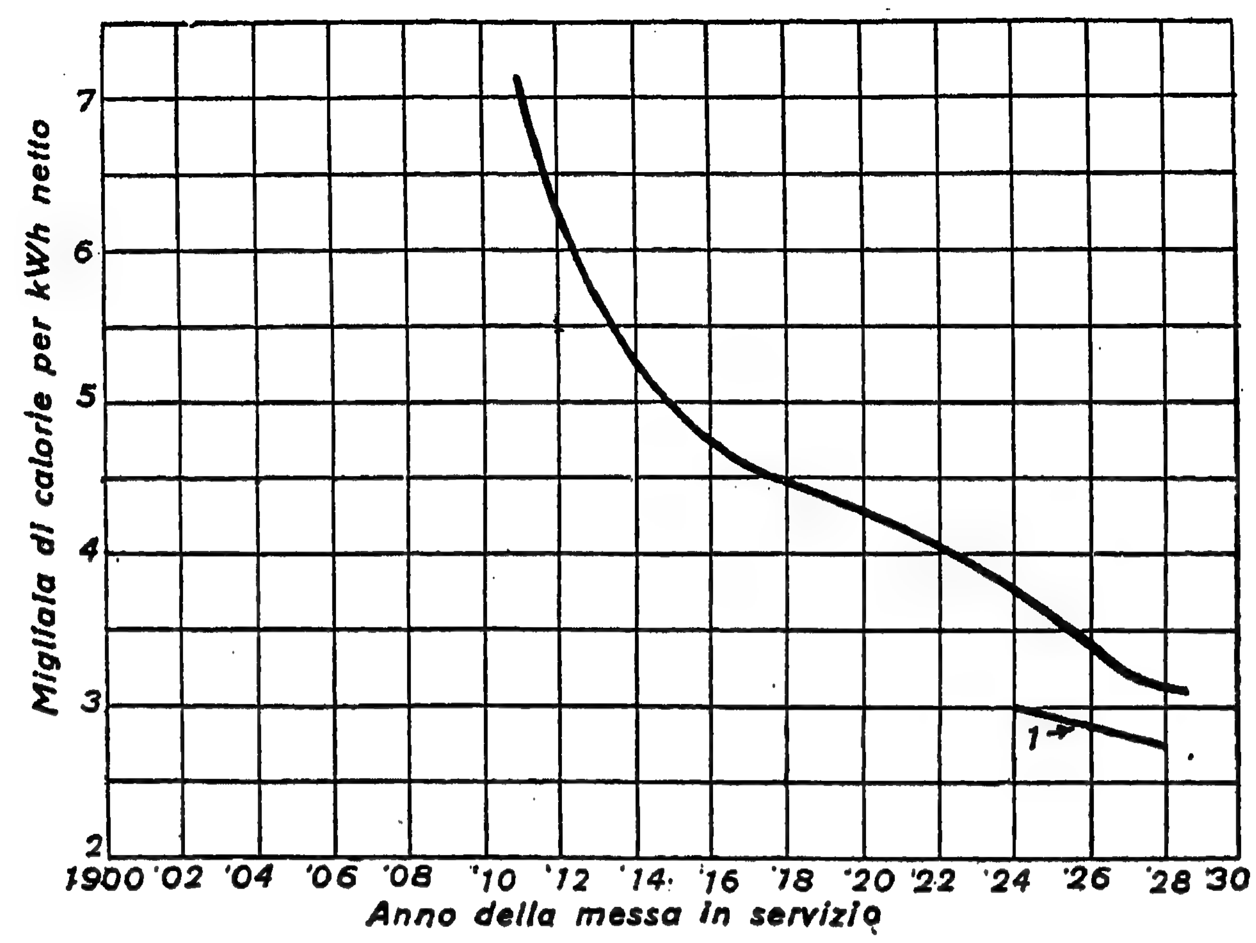


Fig. 6. - Bilancio termico di impianti aventi un fattore di carico annuo del 50-60 %.

4) L'impianto costituisce uno sfruttamento poco redditizio del capitale investito, occupando ad esempio un fabbricato più ampio del necessario, usando caldaie a bassa produzione ecc. Questa causa è d'importanza nel solo caso che l'impianto costituisca una frazione abbastanza grande dell'investimento totale o la località assuma una particolare importanza per ragioni analoghe a quelle sopra citate.

In ogni caso particolare sarà possibile ove si verifichi qualcuna di queste cause fare un calcolo di massima che indichi

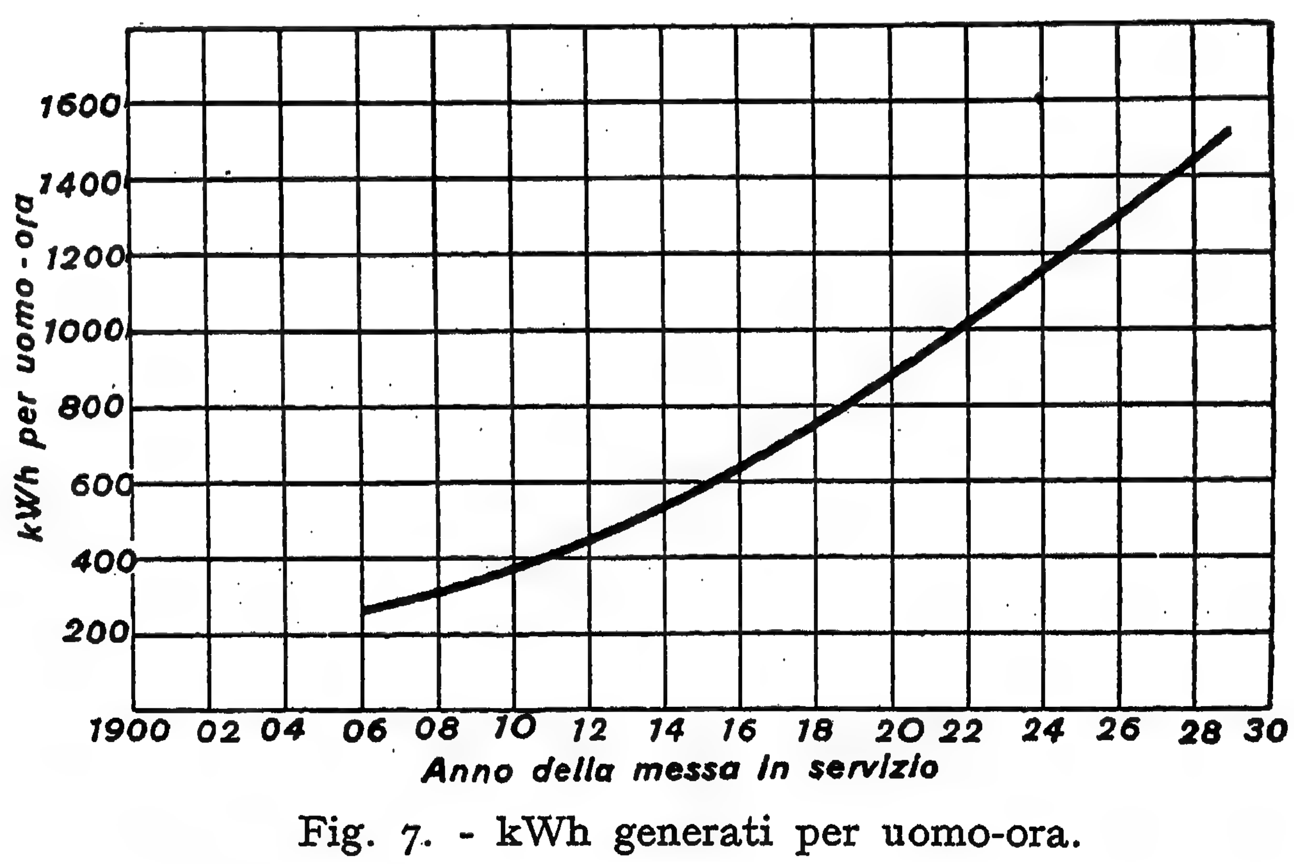


Fig. 7. - kWh generati per uomo-ora.

la grandezza relativa dell'investimento, della quantità d'acqua, dell'area e del volume richiesti per ottenere approssimativamente determinate potenze e rendimenti termici. Un calcolo preliminare del genere porterà già per lo più ad escludere certe soluzioni così da restringere il campo che merita uno studio più accurato.

Non è praticamente possibile prescrivere delle regole per quanto riguarda il modo di effettuare la riabilitazione. È opportuno però porre in rilievo alcuni fatti principali.

Nella maggioranza dei casi sarà possibile aumentare contemporaneamente il rendimento termico e la potenza ed occorre fin dall'inizio considerare a quale di qusti due termini deve darsi eventualmente la precedenza. A questo proposito sarà in generale conveniente rivolgere prima l'attenzione alla potenza, perchè è più facile determinare a priori i limiti dell'eventuale aumento di cui è suscettibile.

In primo luogo converrà quindi accertarsi se la maggior

potenza generata potrà venir trasmessa o distribuita dalla località in questione. In caso affermativo si procederà a considerare se la quantità d'acqua disponibile per la condensazione è sufficiente e se è possibile il rifornimento del combustibile. Nel caso la quantità d'acqua disponibile sia già tutta utilizzata, un aumento di potenza potrà ottenersi soltanto riducendo il consumo unitario di vapore o sacrificando il vuoto nel condensatore a spese del rendimento termico. Supposto che anche le due condizioni suddette siano soddisfatte, occorre prendere in considerazione l'area del terreno e l'area e la capacità dei fabbricati. Infine bisogna considerare se è o non possibile utilizzare il quadro e gli altri accessori esistenti.

Valutate esattamente tutte queste possibili limitazioni, la decisione più importante riflette la conservazione o meno delle caldaie esistenti. Nel primo caso la spesa sarà minore ma la pressione resta limitata al valore attuale, eccezion fatta soltanto per il caso che unità ad alta pressione si aggiungano ai gruppi esistenti.

A questo proposito non è inopportuno rilevare che all'aumento della pressione si suole di solito attribuire un'importanza maggiore di quella che effettivamente gli compete. Altri fattori hanno contribuito in questi ultimi dieci anni ad accrescere in misura notevolissima il rendimento termico degli impianti. Il rendimento delle caldaie dal 70-78% è salito all'84-89%: presi i limiti superiori ciò equivale ad un risparmio di combustibile del 13%. L'economia di combustibile dovuta al ciclo rigenerativo, ossia al preriscaldamento graduale dell'acqua di alimentazione mediante estrazioni di vapore, può ritenersi del 5-11%. All'aumento della temperatura di surriscaldamento da 315°a 365% corrisponde un guadagno del 4-5% nel rendimento globale. Nello stesso periodo la costruzione delle turbine è stata anch'essa assai perfezionata. Si può quindi affermare che è possibile migliorare in modo notevole il rendimento termico di un impianto anche senza aumentare la pressione del vapore.

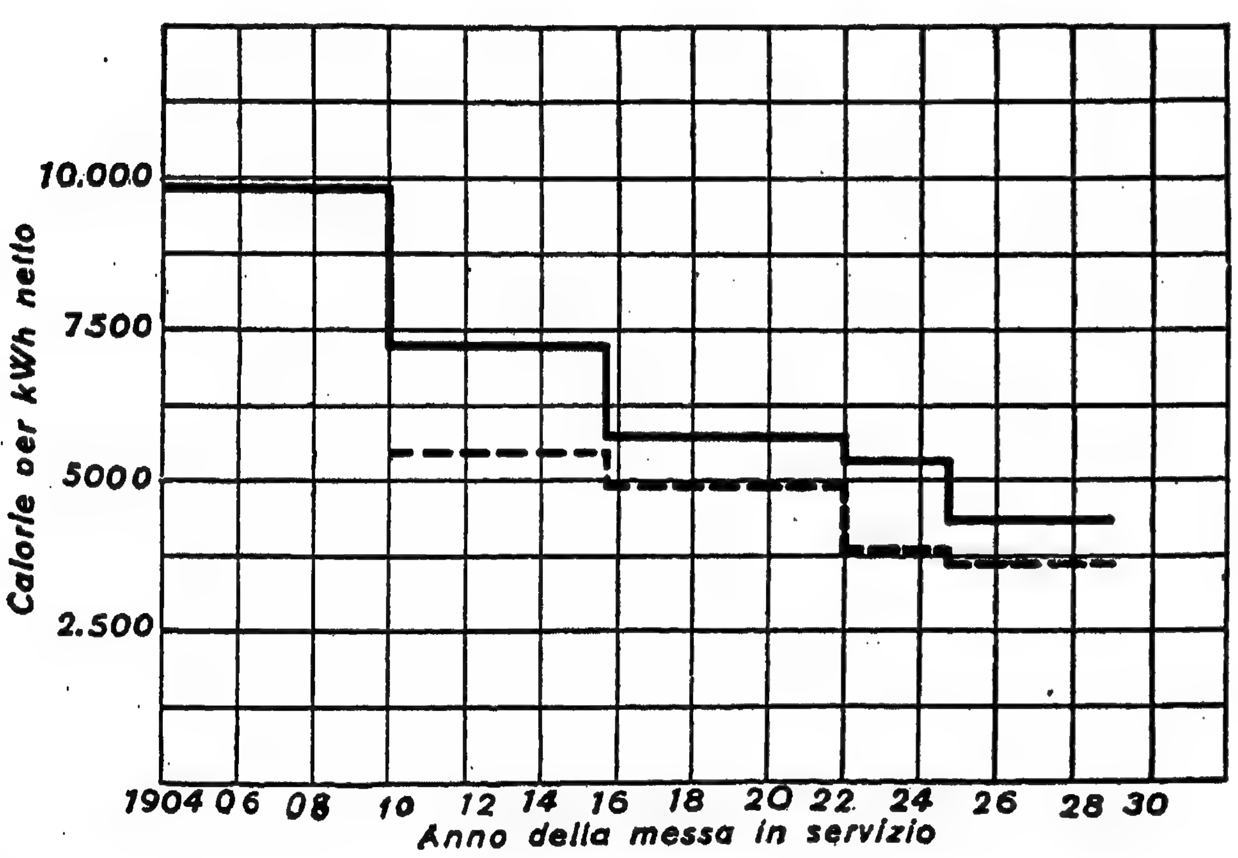


Fig. 8. - Effetto degli ampliamenti sul bilancio termico di una importante società produttrice.

Possiamo ancora aggiungere che altre ragioni all'infuori del miglioramento del rendimento termico possono consigliare l'uso di alte pressioni, poichè queste rendono possibile un aumento di potenza con unità generatrici relativamente piccole, il cui vapore di scarico si fa servire per l'alimentazione delle vecchie turbine. Una trasformazione del genere implica un elevato immobilizzo nella sala caldaie insieme con un investimento relativamente piccolo nella sala macchine. L'uso dei vecchi generatori permette anche di conservare l'apparecchiatura esistente: a questa naturalmente va aggiunta l'apparecchiatura per le nuove unità ad alta pressione. In pratica però finora soltanto un caso è noto all'A. in cui una tale sostituzione di caldaie a bassa pressione con caldaie ad alta sia stata effettuata e ciò allo scopo di poter sistemare una determinata maggiore potenza entro una zona di terreno limitata. Per lo più si è proceduto in altro modo: si sono cioè aggiunte caldaie ad alta pressione con le relative turbine alle caldaie esistenti, col proposito di far portare dalle prime la base del carico. Trattasi in questi casi però piuttosto di ampliamento che di riabilitazione dell'impianto.

Nel maggior numero di riabilitazioni finora effettuate si sono conservate le vecchie caldaie e quindi si è mantenuta invariata la pressione. In questi casi, che sono i più interessanti e probabilmente anche i più importanti, si può procedere alla riabilitazione in uno dei modi seguenti:

1) Migliorando il rendimento della sala caldaie a pari produzione, coll'uso di focolari più moderni, con l'aggiunta di economizzatori o preriscaldatori dell'aria o di ambedue e simili.

2) Migliorando il rendimento della sala caldaia ed allo stesso tempo aumentandone la produzione, coll'uso di focolari di maggior capacità di combustione e con la contemporanea aggiunta di economizzatori o preriscaldatori o di ambedue. Spesso è possibile accrescere grandemente il volume della camera di combustione abbassandone il fondo sotto al livello del suolo ed adottando i dispositivi moderni per l'asportazione delle ceneri, i quali presentano poco ingombro verticale.

3) Elevando la temperatura del vapore, coll'aumentare la superficie del surriscaldatore o col cambiarlo di posto. Nella maggior parte dei casi converrà disporre in serie col surriscaldatore un nuovo surriscaldatore esposto all'irraggiamento del focolare. In questo caso però, particolarmente quando anche la produzione della caldaia sia stata aumentata, occorre controllare che la caduta di pressione non assuma valori eccessivi.

4) Il rendimento e la potenza della sala macchine possono venire aumentati in uno dei modi seguenti:

a) Installando nuove, più potenti unità a rendimento più elevato ed alimentandole mediante una maggior quantità di vapore a temperatura più alta. Questo è anche il sistema più costoso, ma esso permette di adottare la rigenerazione del vapore. Occorrerà sostituire ai condensatori esistenti altri più grandi oppure aggiungerne di nuovi. È possibile talvolta utilizzare l'apparecchiatura elettrica esistente, provvedendo i generatori di avvolgimenti doppi.

b) Disponendo nuove turbine in serie con le vecchie: ciò può farsi senza aumentare la pressione del vapore, modificando la palettatura delle vecchie turbine in modo che possano venire alimentate con vapore a pressione e temperatura più basse. Potranno applicarsi estrazioni di vapore sulle turbine nuove e sulla tubazione di scarico dalle turbine nuove nelle vecchie. Con questo sistema è possibile aumentare la potenza almeno del 50%, migliorando notevolmente in pari tempo il rendimento complessivo.

Anche quando nessuno dei due metodi suddetti può essere applicato sarà in generale possibile ottenere un aumento di potenza del 15-20% ed anche più e contemporaneamente migliorare il rendimento col modificare la costruzione delle turbine e riavvolgere i generatori.

5) Anche quando non risulti economicamente conveniente sostituire o modificare la costruzione delle vecchie turbine, è tuttavia spesso possibile ottenere un sensibile miglioramento nel rendimento termico indipendentemente da quello già ottenuto nella sala caldaie. L'energia occorrente per i servizi ausiliari ed una parte dell'energia uscente dalla centrale possono venir prodotte da un piccolo turbogeneratore di costruzione moderna ad alto rendimento, provvisto di una o più estrazioni di vapore, che servono insieme col suo vapore di scarico a preriscaldare l'acqua di alimentazione delle caldaie.

È importante rilevare che una riabilitazione la quale aumenti grandemente la potenza della centrale conduce in generale ad una riduzione radicale dell'investimento per unità di potenza. L'investimento per unità di potenza addizionale è spesso compreso fra 4 e 6 decimi dell'investimento unitario della centrale originale. D'altra parte però nella centrale ricostruita è frequentemente minore lo spazio di servizio disponibile: può darsi che ciò richieda personale più numeroso, il che tenderebbe a controbilanciare la maggior produzione per uomo-ora conseguente all'aumento di potenza.

L'A. considera infine l'opportunità di prevedere per quanto possibile nella costruzione di nuove centrali la possibilità che queste debbano venire riabilitate in futuro.

M.

NUOVA DISPOSIZIONE DEGLI INDUTTORI NELLE MACCHINE SINCRONE

R. G. E., 25 gennaio 1930. – A. HEYLAND.

Per ottenere determinati momenti d'avviamento nei motori sincroni a poli salienti senza che le correnti assorbite siano eccessive, si è adottato spesso in questi ultimi tempi un dispositivo di questo genere: si dispone sui poli un certo numero di scanalature e di sbarre che, collegate ai due estremi con due anelli di una certa resistenza, formano una gabbia incompleta.

Nelle macchine sincrone a induttori lisci si sono ottenuti risultati migliori, sopratutto per i motori che devono avviarsi

sotto carico, con induttori a scanalature ripartite uniformemente e avvolgimento normale polifase a campo rotante: un circuito serve da circuito d'eccitazione a corrente continua e un altro può esser messo in corto circuito e servire da smorzatore. Quando tali macchine sono impiegate come motori, l'avviamento può effettuarsi come per un motore sincrono ordinario.

Queste macchine presentano l'inconveniente che con la disposizione delle teste delle matasse in più piani (fig. 1) la lunghezza di una spira diventa anche molto più grande che nel caso del circuito di eccitazione di una macchina a poli salienti, con le matasse dell'induttore semplicemente montate sui poli: l'utilizzazione dello spazio disponibile sugli induttori è pertanto peggiore, il peso del rame riferito agli ampère-giri necessari per l'eccitazione diventa relativamente più grande e le perdite per effetto Joule nell'eccitazione di queste macchine raggiungono valori relativamente alti.

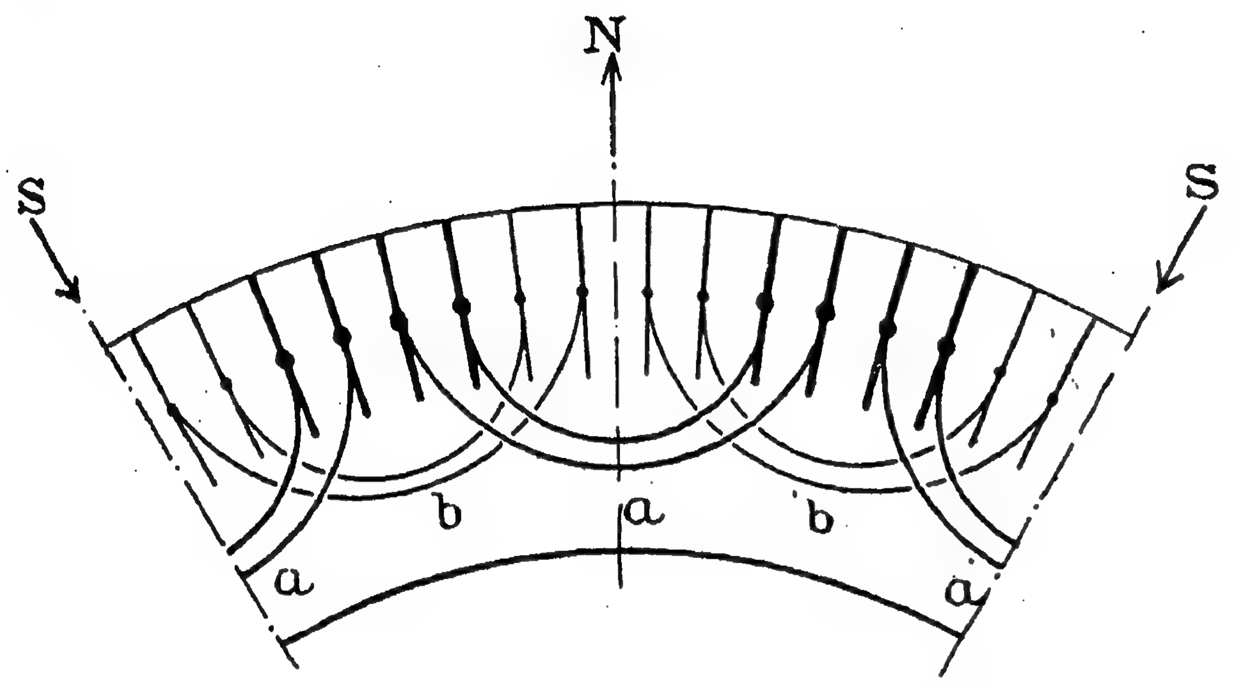


Fig. 1. - Vista schematica di fronte di un induttore liscio a disposizione normale, con avvolgimenti bifasi disposti in 4 scanalature per fase e per polo. *N* e *S* sono gli assi dell'avvolgimento d'eccitazione *a*.

Si è pertanto cercata una disposizione che riunisse ai vantaggi delle macchine a induttori lisci, una utilizzazione del materiale e dello spazio disponibile sugli induttori non meno buona di quella che si ha con le macchine normali a poli salienti. La disposizione adottata è riprodotta in fig. 2; come si vede, il nuovo avvolgimento aggiunto è disposto in modo che le sue matasse si trovino intercalate a quelle del circuito d'eccitazione e che le loro lunghezze, viste di fronte, siano relativamente più piccole. Le matasse del secondo avvolgimento, essendo più corte, possono esser poste nelle medesime scanalature con quelle dell'avvolgimento d'eccitazione, trovandosi così in un altro piano, senza che si abbiano incroci di matasse. La distribuzione delle scanalature può poi essere tale che, per un dato campo utile per polo, la sua ripartizione a vuoto sia la più favorevole e che la lunghezza delle spire dell'avvolgimento d'eccitazione sia minima.

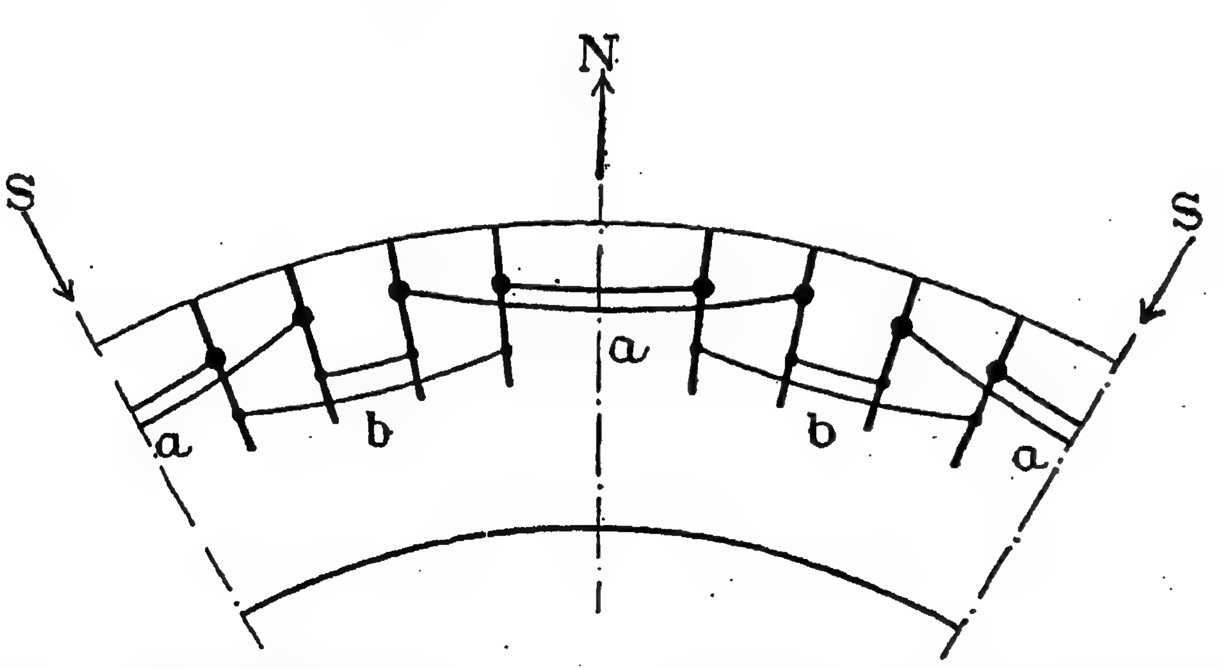


Fig. 2. - Vista schematica di un induttore liscio con la nuova disposizione.

Con la disposizione descritta, se si adopera la macchina come motore, all'avviamento si ottiene all'incirca lo stesso effetto che con la disposizione della fig. 1; la sola differenza è che, per un dato momento di avviamento, il numero di ampère-giri per le matasse del secondo avvolgimento deve essere più grande, perchè la sezione di ferro abbracciata è minore. A regime normale, adoperando la macchina sia come motore che come generatore, le sole correnti che possono essere indotte nell'avvolgimento son dovute ai moti pendolari e ai bruschi aumenti di carico, e hanno valori efficaci relativamente bassi.

L'induttore può esser meglio utilizzato riducendo il numero delle scanalature a due per polo; ciascuno dei due avvolgimenti ha allora una sola matassa per polo. Dalla fig. 3 si vede che l'avvolgimento d'eccitazione può in questo caso essere disposto come le matasse induttrici nelle macchine a poli salienti, mentre il secondo avvolgimento forma matasse più piccole, disposte su denti o poli intermedi di minor grandezza. L'avvolgimento *a* è in corto circuito sull'eccitatrice e il *b* è in corto circuito funzionando da smorzatore, ciò che permette alla macchina di funzionare eventualmente per un tempo brevissimo da motore asincrono; quindi se accidentalmente, in seguito a un sovraccarico troppo forte, il motore esce di sincronismo, non si ferma, ma si rimette automaticamente in sincronismo non appena sia diminuito il sovraccarico.

L'A. ricorda inoltre di aver dimostrato in un suo studio precedente l'efficacia dei poli intermedi sulla distribuzione del campo e per la diminuzione della distorsione unitaterale del campo. Questa distorsione, che nella fig. 3 è indicata per un polo con le linee v, nelle macchine a poli salienti semplici sotto carico è dovuta all'effetto trasversale rispetto ai poli della reazione d'indotto della corrente attiva. Questa reazione va sottratta dal campo induttore da una parte del polo, p. es. a sinistra, e va aggiunta dall'altra, cioè a destra, per cui il campo resta indebolito da una parte del polo e rinforzato dall'altra. La reazione d'indotto produce inoltre nel polo intermedio a destra, un campo x dello stesso senso, in modo che l'insieme di questi campi ($w = v + x$) dà una ripartizione più simmetrica del campo totale per polo, poichè più che una deformazione si ha uno spostamento del campo risultante per ogni polo.

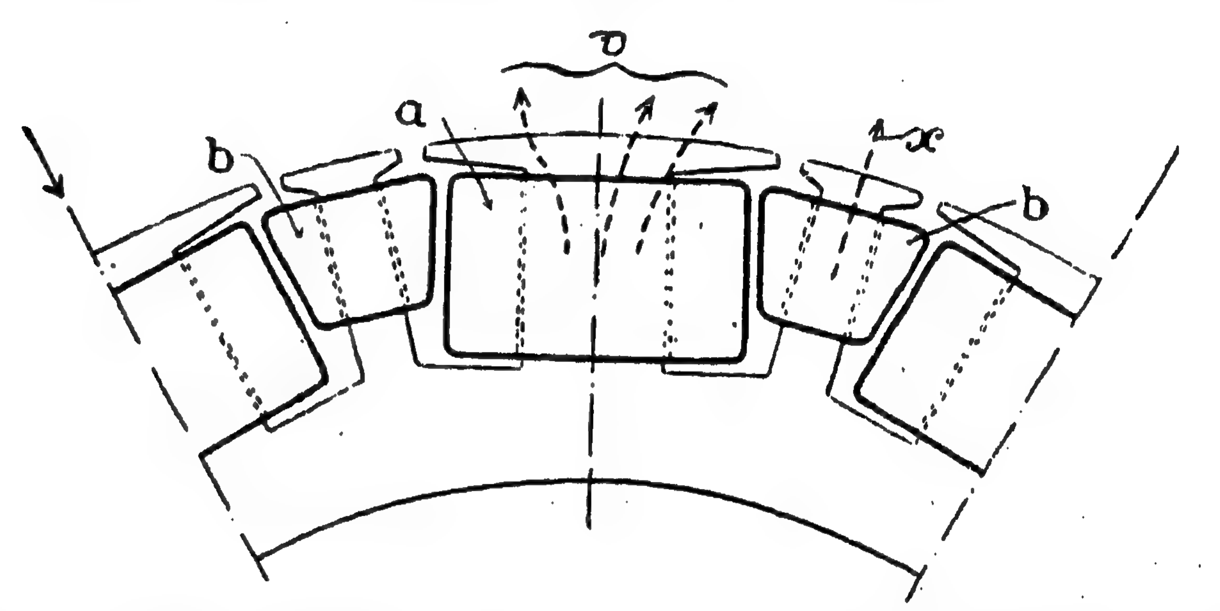


Fig. 3. - Vista schematica di un induttore a poli salienti con la nuova disposizione.

I movimenti pendolari e le brusche variazioni di carico produrranno sopratutto una forte variazione nella parte x del campo totale w, e cioè precisamente nella parte sulla quale è concentrato l'effetto smorzatore della matassa b; questo spiega perchè l'effetto smorzatore del secondo avvolgimento sia molto sentito. Quando sia sopratutto interessante questo effetto, come per es., se la macchina funziona solo da generatrice, l'avvolgimento b può essere formato anche da semplici spire massiccie di rame, messe in corto circuito su sè stesse.

Il fatto d'ottenere in condizioni favorevolissime dei valori elevati per le coppie di avviamento e d'entrata in sincronismo allarga notevolmente il campo d'applicazione dei motori sincroni, estendendolo anche ad alcuni casi in cui finora si applicavano motori asincroni. Più precisamente il motore sincrono descritto può sostituire l'asincrono quando questo sia richiesto dalle condizioni dell'avviamento o per evitare movimenti pendolari nel caso di forti sbalzi di carico o infine per ottenere velocità variabili.

Nel dispositivo descritto con poli intermedî, questi permettono durante il funzionamento della macchina, per il fatto che il carico attivo produce ancora nella parte x del campo totale una parte del campo utile, di evitare anche la riduzione relativa del flusso risultante dal carico in macchine a poli salienti semplici e di ottenere, al contrario, che il flusso totale aumenti col carico; in altre parole, si produce un vero effetto di compoundaggio dovuto alla reazione della corrente attiva del carico, d'onde riduzione della corrente d'eccitazione necessaria e delle perdite di eccitazione, e risultati interessanti per ciò che riguarda la forma delle caratteristiche e il funzionamento delle macchine a regime variabile. Le caratteristiche di compensazione di fase ottenute coi motori sincroni a poli intermedi si avvicinano infatti a quelle che si ottengono con motori asincroni eccitati con eccitatrici polifasi in serie.

Per l'accennato effetto di compoundaggio, nei motori descritti il numero di ampère-giri dell'avvolgimento induttore può essere tenuto relativamente basso, col vantaggio di ridurre le perdite nel rame e il peso del metallo per le matasse induttrici, pur ottenendo caratteristiche più o meno costanti del flusso in funzione del carico.

m. a.

1) REGOLAZIONE AUTOMATICA ULTRARAPIDA DEI CONDENSATORI SINCRONI

J. A. I. E. E., dicembre 1929. – L. W. THOMPSON e P. I. WALTON.

Velocità di regolazione e tensione massima di eccitazione sono fattori di importanza decisiva nel determinare la potenza dei sincroni, in modo che siano atti a fronteggiare i disturbi di carattere transitorio.

La fig. 1 rappresenta lo schema dei circuiti di eccitazione adottato nella sottostazione di Plymouth Meeting della Philadelphia Electric Company, nella quale sono installati tre sincroni ognuno della potenza di 30.000 kVA: questo schema permette

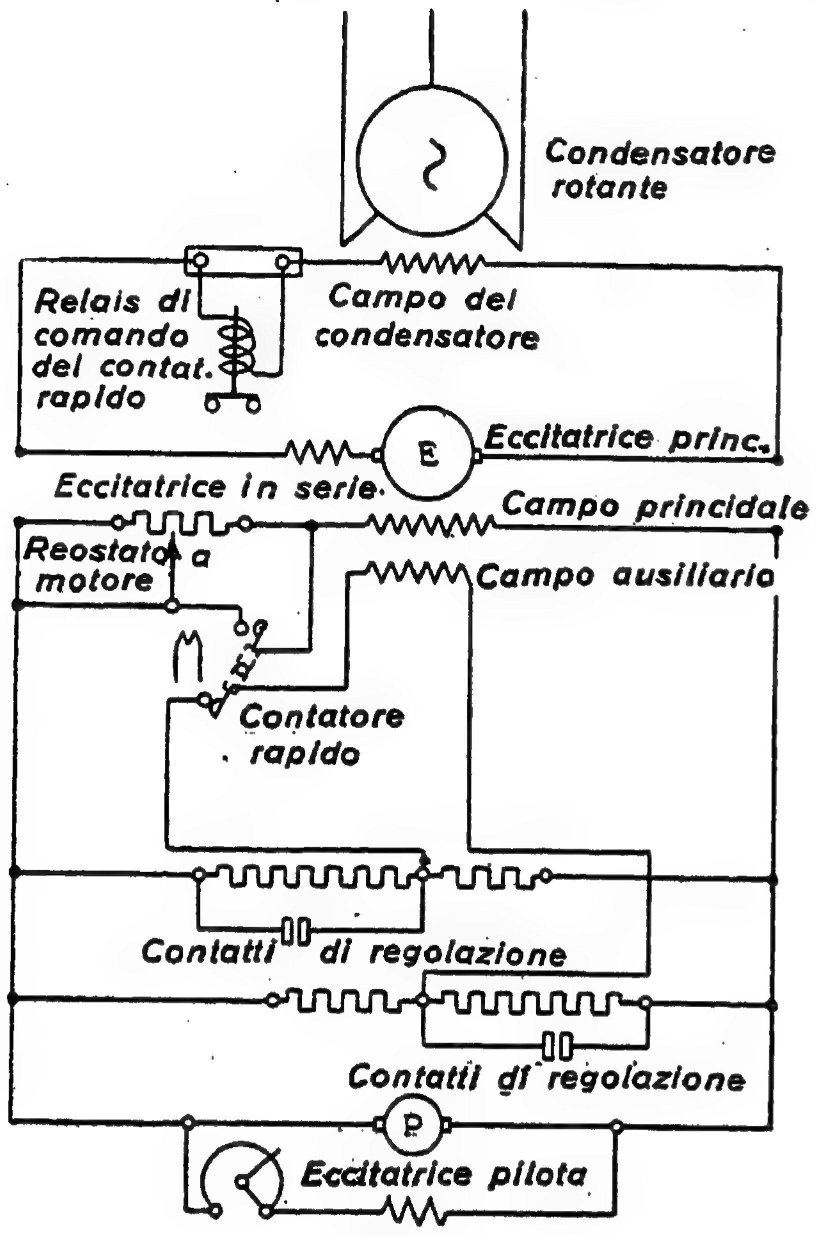


Fig. 1.

come vedremo di realizzare un campo vastissimo di regolazione ed in caso di fenomeni transitori di portare con grandissima rapidità ad un valore molto elevato la tensione di eccitazione. I sincroni installati hanno appunto per iscopo, oltre la regolazione della tensione, in condizioni normali, di mantenere la continuità del servizio nel caso di disturbi.

L'eccitatrice principale, che ha poli e gioghi laminati, è provvista di tre avvolgimenti di eccitazione di cui uno in serie e due in derivazione alimentati da una subeccitatrice indipendente. Quest'ultima è di tipo normale ed è eccitata in derivazione. La tensione massima dell'eccitatrice principale è di 1000 Volt.

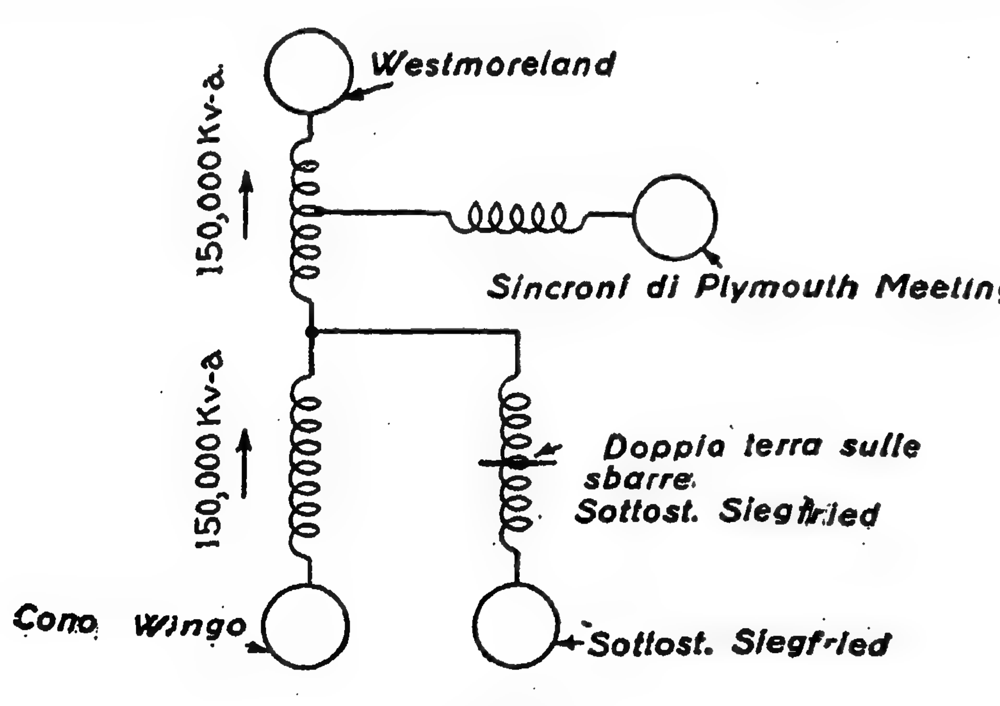


Fig. 2.

Dei due avvolgimenti in derivazione il principale è alimentato attraverso un reostato con comando a motore: una volta registrato quest'ultimo, l'avvolgimento considerato provvede a generare l'intensità di campo necessaria perchè la macchina assorba i kVA desiderati in condizioni normali di carico e di tensione. La corrente nel secondo avvolgimento, sul quale operano i contatti del regolatore, sarà in tal caso nulla o quasi.

Questo secondo avvolgimento ha per iscopo di produrre le variazioni del campo che possono occorrere durante l'esercizio normale. Il suo campo di regolazione è molto vasto e precisamente esso è in grado di far variare i kVA assorbiti dal sincrono da 20000 in ritardo a 60000 in avanzo.

I contatti del regolatore (fig. 1), che è del tipo rapido a motore, agiscono sull'avvolgimento ausiliario di eccitazione attraverso un ponte di Wheatstone non equilibrato: questo permette di ottenere anche l'inversione del campo in dipendenza del rapporto fra i periodi di apertura e di chiusura dei contatti suddetti. Il regolatore è in grado di controllare la tensione di linea in condizioni normali, facendo variare entro i limiti accennati più sopra la potenza reattiva assorbita dai sincroni.

Quando in seguito a fenomeni transitori dovuti a terre o cortocircuiti bifasi o trifasi, la tensione si abbassa di oltre il 5%, entra in giuoco l'eccitazione principale nel modo seguente: Un relais di tensione agisce su un contattore a scatto rapido che cortocircuita la resistenza in serie sull'avvolgimento; la tensione dell'eccitatrice aumenta allora con grandissima rapidità, in ragione cioè di circa 7000 Volt/sec. Quando la tensione di linea è ritornata normale o la potenza reattiva assorbita dal condensatore ha raggiunto il valore limite di 60000 kVA, la

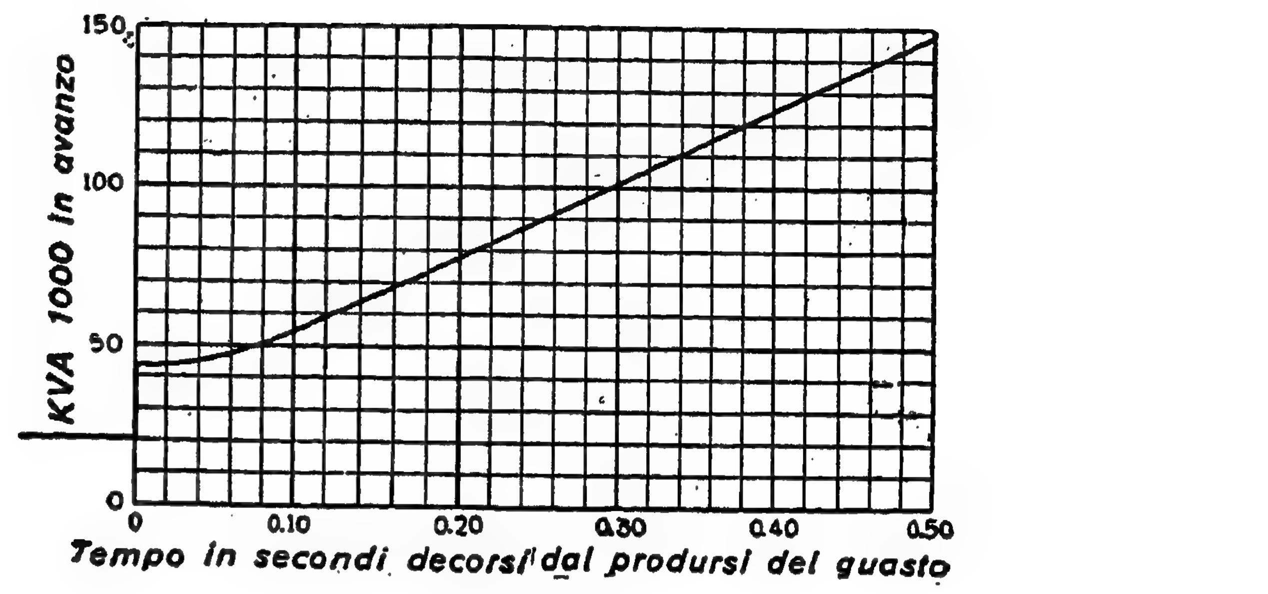


Fig. 3.

resistenza viene riinserita automaticamente in circuito. Si deve ancora osservare che il contattore rapido nel mentre cortocircuita la resistenza apre allo stesso tempo l'avvolgimento di campo secondario: tuttavia a causa dell'elevato coefficiente di mutua induzione fra i due circuiti di eccitazione, il flusso varia con continuità senza dar luogo a fluttuazioni nella tensione dell'eccitatrice o della potenza reattiva del sincrono.

Appena le condizioni sono tornate normali, il regolatore dell'avvolgimento ausiliario di eccitazione riporta rapidamente la tensione dell'eccitatrice al valore necessario per dare la tensione corretta sulla sbarre. Ciò è reso possibile dall'inversione dell'eccitazione ottenuta come si è detto con la disposizione a ponte di Wheatstone rappresentata nella fig. 1.

La supereccitazione dei sincroni permette di realizzare forti economie nella potenza del macchinario. A questo proposito l'A. cita l'esempio seguente: La fig. 2 rappresenta lo schema semplificato della rete a 220 kV della Società citata innanzi; si supponga che ad un certo momento la centrale di Conowingo

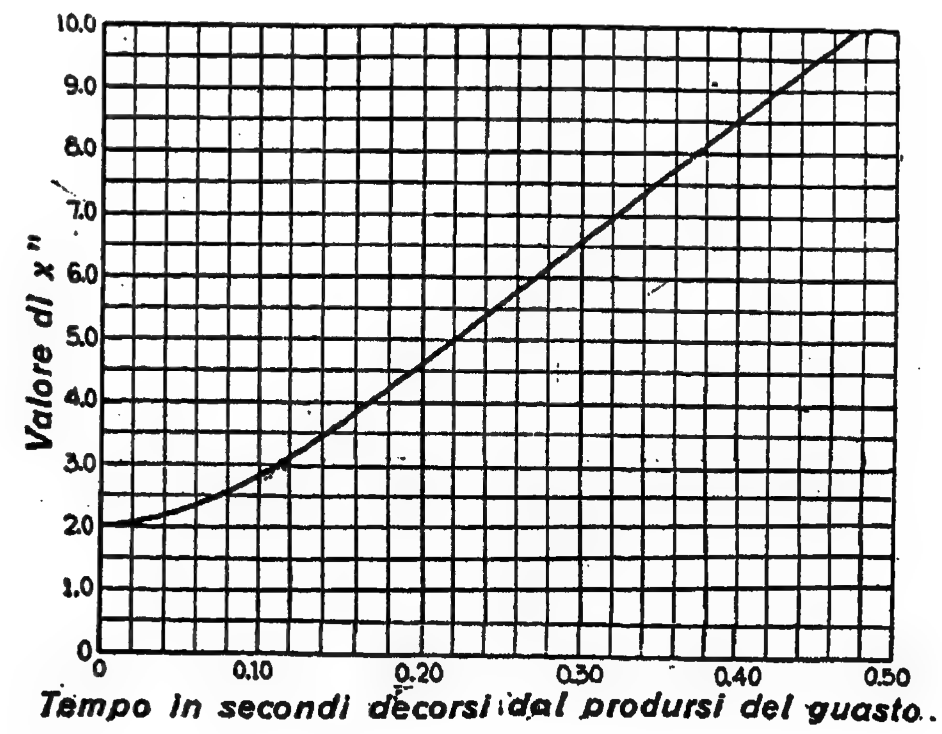


Fig. 4.

fornisca 150.000 kVA a Westmoreland, mentre la sottostazione Siegfried è in parallelo sulla linea, senza però dare nè ricevere energia. Nella sottostazione di Plymouth Meeting due sincroni siano in esercizio ed assorbano ciascuno 10000 kVA reattivi in avanzo. Dal calcolo risulta che per un corto circuito sulle sbarre della sottostazione Siegfried la tensione ai morsetti dei sincroni ad eccitazione costante diminuisce del 30 %, mentre la corrente reattiva aumenta del 208 %: la potenza reattiva assorbita sale quindi istantaneamente a 43000 kVA e si porterà per effetto del sistema di supereccitazione descritto, in mezzo secondo a 150000 kVA. La fig. 3 dà una rappresentazione grafica del fenomeno. La fig. 4 è stata tracciata per dimostrare i vantaggi

della supereccitazione: mentre nell'istante del corto circuito l'effetto di compensazione sarebbe stato identico anche con due sincroni provvisti di regolatori di tensione ed eccitazione di tipo normale, già dopo mezzo secondo occorrerebbero oltre dieci di queste macchine ossia cinque volte tanto per dare una compensazione equivalente a quella di due sincroni con supereccitazione x è il numero equivalente di sincroni senza supereccitazione.

Nel capitolato per l'acquisto delle macchine in parola era prescritto che esse fossero in grado di funzionare regolarmente per qualunque valore della potenza reattiva compreso tra 10000 kVA in ritardo e 55000 kVA in avanzo; ed inoltre che con un carico reattivo iniziale di 10000 kVA in avanzo, ciascun sincrono fosse in grado di assorbire dopo circa mezzo periodo dal prodursi di un guasto 55.000 kVA: contemporaneamente la tensione massima di eccitazione non doveva superare 900 Volt. Si noti che queste condizioni equivalgono ad imporre che il campo di regolazione possa variare da 0 a 900 Volt, mentre per i regolatori di tipo normale i valori minimo e massimo della tensione di eccitazione stanno in media nel rapporto 1:2.

Le prove fatte in esercizio hanno dimostrato che il sistema di supereccitazione descritto soddisfa a tutte queste esigenze.

M.

SOVRATENSIONI NEI TRASFORMATORI: PROPAGAZIONE DELLE ONDE DALL'AVVOLGIMENTO PRIMARIO VERSO L'AVVOLGIMENTO SECONDARIO

R. G. E., 4 gennaio 1930. – J. Fallou.

L'A., che ha già contribuito con molte ricerche sperimentali allo studio della propagazione delle onde negli avvolgimenti dei trasformatori, ha voluto in questo nuovo lavoro indagare la trasmissione delle sovratensioni dal primario verso il secondario. Questa ricerca è molto utile; infatti l'esperienza dimostra che molto spesso un regime transitorio avente origine dal lato dell'avvolgimento primario può produrre sovratensioni il cui effetto si manifesti verso l'avvolgimento secondario; si può citare p. es., il caso dei trasformatori che servono alle prove dielettriche e in particolare alle prove dei cavi.

Lo scopo a cui tende l'A. è di misurare ciò che si potrebbe chiamare il «rapporto di trasformazione apparente» d'un trasformatore in funzione della frequenza, e cioè il rapporto fra l'ampiezza delle onde applicate all'avvolgimento primario e l'ampiezza delle onde indotte al secondario; tale rapporto di trasformazione può essere utilmente paragonato al rapporto reale, ossia a quello fra i numeri delle spire primarie e secondarie.

La fig. 1 mostra lo schema adoperato per le richerche: T_1 è il trasformatore provato, essendo H_t e B_t gli avvolgimenti rispettivamente primario (A. T.) e secondario (b. t.); ai morsetti

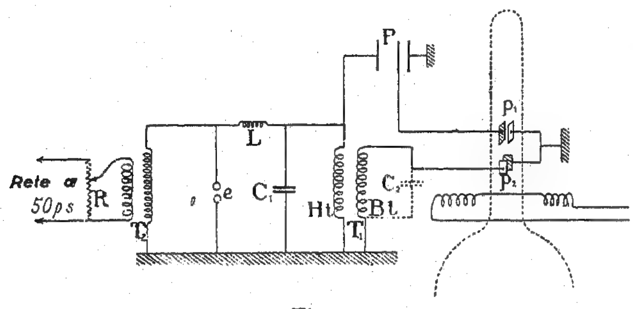


Fig. 1.

del primario è inserito un circuito oscillante che comprende un condensatore C_1, un'induttanza L e uno spinterometro e: tutto l'insieme è alimentato da un trasformatore T_2 collegato alla rete con un dispositivo di regolazione della tensione R. Per raggiungere frequenze molto alte, il condensatore addizionale C_1 diventa inutile e l'avvolgimento ad A. T funziona come una semplice capacità, e basta per formare con L un circuito a scarica oscillante. Le tensioni prodotte al primario e al secondario del trasformatore T_1 per effetto della scarica del condensatore sono registrate simultaneamente sulla lastra sensibile di un oscillografo a raggi catodici Dufour: a questo scopo i morsetti dell'avvolgimento primario sono collegati a due piastre parallele p_1 attraverso un riduttore potenziometrico P_1, mentre il secondario è collegato direttamente alle piastre p_2 con piani perpendicolari alle p_1.

Il procedimento è il seguente: si chiude il trasformatore T_2 sulla rete d'alimentazione e si regola R fino a che cominci a funzionare lo spinterometro e; ogni scarica del condensatore produce allora ai morsetti primari del trasformatore in prova una serie di oscillazioni, la cui frequenza può essere verificata. La tensione ai morsetti del primario imprime dunque alla macchia catodica dell'oscillografo uno spostamento x secondo un asse perpendicolare alle piastre p_1; simultaneamente, la tensione indotta ai morsetti del secondario imprime alla stessa macchia catodica uno spostamento y secondo un asse perpendicolare al primo. La macchia catodica descrive pertanto sulla lastra sensibile una figura complessa, che si può teoricamente rappresentare come in fig. 2; ciascuna parte della figura de-

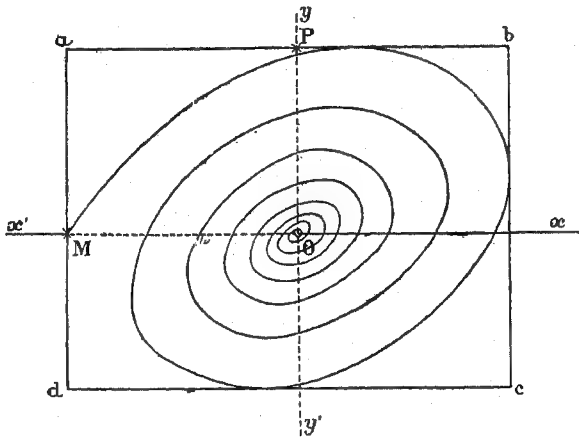


Fig. 2.

scritta in un periodo si avvicina a un'ellisse. Tracciamo il rettangolo $a\ b\ c\ d$ che inviluppa l'ellisse; se $a\ b$ è il lato parallelo agli spostamenti x e $b\ c$ quello parallelo agli spostamenti y, il rapporto di trasformazione apparente alla frequenza considerata è con molta approssimazione dato da

$x = K \dfrac{b\ c}{a\ b}$, essendo K un fattore di proporzionalità determinato sperimentalmente una volta tanto e dipendente da vari dati d'impianto.

Le prime prove furono fatte su un trasformatore da 25 kVA, con tensione primaria 12.000 V e secondaria 220 V (rapporto reale 0.0183); il rapporto di trasformazione apparente, per frequenze da 60.000 a 500.000 periodi per secondo, aumenta dapprima lentamente fino a frequenza di ca. 140.000, poi più rapidamente, raggiungendo il valore massimo di 0.26 (14 volte il rapporto reale) per una frequenza di ca. 365.000; alla stessa frequenza, l'angolo di fase fra le tensioni del primario e del secondario, (che diminuisce fino a zero con l'aumentare della frequenza) passa per il valore 90°: questo massimo del rapporto apparente corrisponde pertanto a una risonanza dell'avvolgimento secondario per la frequenza di 365.000. Oltre tale valore della frequenza, il rapporto di trasformazione apparente torna a diminuire.

Risultati analoghi si sono ottenuti con un trasformatore di tensione 15000/110 V (rapporto di trasformazione 0.00733): il rapporto di trasformazione aumenta con la frequenza fino al valore 0.4 (55 volte il rapporto reale), che è raggiunto per una frequenza di 630.000 periodi-secondo; a questo massimo corrisponde un angolo di fase di 90° fra le tensioni ai morsetti del primario e del secondario.

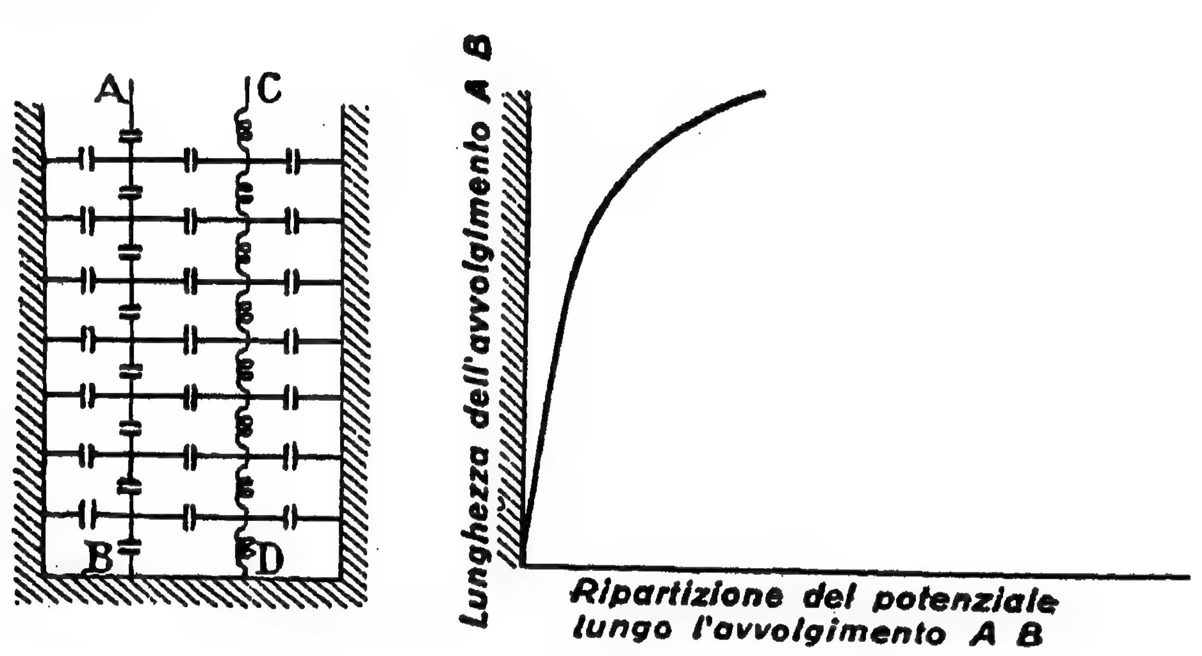
In relazione a queste esperienze, bisogna tener conto di alcuni fatti notevoli. Anzitutto le misure furono effettuate collegando alla massa le estremità degli avvolgimenti ad alta e bassa tensione poste di fronte sulla stessa colonna; se invece si collega alla massa l'estremità dell'avvolgimento a b. t. che si trova di fronte al morsetto libero dell'alta tensione, si ha lo stesso effetto di risonanza per la stessa frequenza, ma il rapporto di trasformazione apparente è notevolmente ridotto. Quando poi si rileva con l'oscillografo la tensione dell'avvolgimento a b. t. in funzione del tempo, si vede che la frequenza delle oscillazioni indotte è uguale alla frequenza delle oscillazioni provocate dal lato dell'A. T. finchè questa frequenza è bassa rispetto alla frequenza propria dell'avvolgimento a b. t.; ma quando si è nella parte ascendente della curva di risonanza, o si sorpassa di molto il punto di risonanza, la frequenza rilevata al secondario rimane costante ed è uguale alla frequenza propria dell'avvolgimento.

Per interpretare i risultati delle esperienze, l'A. ricorda come si comporta un avvolgimento di trasformatore rispetto alle

onde di diversa frequenza; e precisamente in una prima zona di frequenze, dalle più basse fino a quella di oscillazione propria dell'avvolgimento, quest'ultimo si comporta come un sistema con induttanza e capacità uniformemente distribuite; in una seconda zona, con frequenze maggiori, l'avvolgimento funziona in modo analogo, ma con valori diversi dell'induttanza e della capacità; in una terza zona, con frequenze ancora più alte, il comportamento è analogo a quello di una catena di condensatori. I valori delle frequenze che costituiscono queste diverse zone sono variabilissimi secondo il tipo dell'avvolgimento: per gli avvolgimenti con gran numero di spire in uno spazio relativamente piccolo, le frequenze della prima zona sono dell'ordine di qualche migliaio o anche qualche centinaio di volt, mentre per gli avvolgimenti con poche spire in uno spazio relativamente grande, tali frequenze possono raggiungere parecchie centinaia di migliaia di periodi-secondo.

Si capisce quindi che nei trasformatori a grande rapporto di trasformazione, l'avvolgimento a b. t. funziona nella prima zona a frequenze per le quali l'avvolgimento ad A. T. funziona già nella terza zona e ciò si è verificato appunto per i trasformatori provati.

Entro i limiti delle frequenze esplorate, l'avvolgimento A. T. del trasformatore può essere rappresentato schematicamente con una serie di condensatori A B (fig. 3 *a*) e l'avvolgimento a b. t. con una linea C D a induttanza e capacità uniformemente distribuite. Quando un'oscillazione ad alta frequenza attraversa il circuito A B, l'ampiezza della differenza di potenziale fra questo circuito e la massa avviene all'incirca come è indicato nella fig. 3 *b*, ossia la tensione è localizzata in gran parte nei primi elementi; l'avvolgimento C D accoppiato per capacità con A B viene eccitato e, se la frequenza dell'oscillazione incidente raggiunge il valore critico, questo circuito C D entra in risonanza.



a Fig. 3. *b*

La forma della curva in fig. 3 *b* spiega perchè l'ampiezza della tensione indotta ai morsetti del secondario C D vien ridotta se, invece di collegare D alla massa lasciando libero C, si collega C lasciando libero D. La fig. 3 spiega anche perchè la frequenza della tensione indotta ai morsetti del secondario diventa indipendente dalla frequenza dell'onda che attraversa A B e resta uguale alla frequenza d'oscillazione libera di C D; quando infatti si applicano ai morsetti di A B onde ad altissima frequenza con rapido smorzamento, tale circuito eccita per contraccolpo l'avvolgimento C D, senza che ci sia reazione sensibile del circuito induttore sull'indotto e viceversa.

Le esperienze riferite sembrano spiegare in modo soddisfacente l'origine di certe sovratensioni nei trasformatori e indicarne il rimedio; poichè la propagazione delle onde da un avvolgimento all'altro avviene per capacità, basta annullare questo effetto con uno schermo elettrostatico collegato a massa (come del resto fanno già alcuni costruttori). È opportuno che il collegamento a massa avvenga attraverso un relais ampèremetrico, shuntando con un condensatore l'avvolgimento del relais, che presenta spesso un'induttanza relativamente forte.

m. a.

---

n) LA MARCIA IN PARALLELO DEI TRASFORMATORI

E. T. Z., 12 dicembre 1929. – A. ZELEWSKI.

In un numero precedente (1) abbiamo indicato un procedimento per determinare la variazione da apportare al rapporto di trasformazione di un trasformatore onde permettere la marcia in parallelo con altro avente tensione di corto circuito diversa. L'A. del presente studio si propone invece di determinare come debba scegliersi la tensione di corto circuito di un trasformatore che marcia in parallelo con altro avente identico rapporto di trasformazione, quando si tenga conto delle tolleranze ammesse per la tensione di corto circuito.

Supponiamo di avere una serie di trasformatori funzionanti in parallelo, e siano rispettivamente i, i' e u, affetti da indici progressivi, la corrente nominale, la corrente di esercizio quando il carico totale è eguale alla somma delle potenze dei trasformatori, e la tensione di corto circuito. Se indichiamo con v la caduta di tensione, eguale per tutti i trasformatori (nell'ipotesi naturalmente che anche i primari siano in parallelo) si ha

$$\frac{v}{u_1} = \frac{i'_1}{i_1} \cdots\cdots \frac{v}{u_n} = \frac{i'_m}{i_n}$$

da cui

$$J = \sum_1^n i' = v \sum_1^n \frac{i}{u}$$

nella quale abbiamo indicato con J la corrente totale. Quest'ultima equazione ci permette eliminando v di scrivere per le i' le seguenti relazioni:

$$i'_1 = J \frac{\frac{i_1}{u_1}}{\sum_1^n \frac{i}{u}} \cdots\cdots\cdots i'_n = I \frac{\frac{i_n}{u_n}}{\sum_1^n \frac{i}{u}} \qquad (1)$$

In realtà le formule scritte sono soltanto esatte se a tutti i simboli si dà significato vettoriale: praticamente però l'errore che si commette introducendo il loro valore scalare può essere trascurato, entro i limiti di esattezza in cui un calcolo numerico del genere ha significato.

Il carico si distribuirà tra i trasformatori nel rapporto preciso delle singole potenze ($i' = i$) nel solo caso che tutte le tensioni di corto circuito siano tra loro eguali. In pratica tale eguaglianza non si verifica mai. Ciò è evidente se trattasi di trasformatori di potenza e provenienza diversa; ma anche per trasformatori delle stessa potenza e provenienza, costruiti in una medesima officina in base al medesimo progetto, vi sono sempre differenze più o meno sentite nella tensione di corto circuito, dovute alle inevitabili inesattezze di fabbricazione. È questa la ragione per cui nei paesi ove esistono norme che prescrivono la tensione di corto circuito, si ammettono tolleranze abbastanza rilevanti rispetto ai valori indicati sulle targhette. Secondo le norme tedesche tale tolleranza è $\pm$ 10%.

In base alla formula (1) vogliamo adesso determinare quale valore può raggiungere il sovraccarico di un trasformatore a causa della tolleranza δ nella tensione di corto circuito. Considereremo due trasformatori rispettivamente di potenza nominale N_1 e N_2, aventi eguale tensione di corto circuito teorica u; il carico complessivo sia $N = N_1 + N_2$. Indicando con L_1 e L_2 i carichi effettivi dei due trasformatori avremo nel caso più sfavorevole

$$L_1 = N \frac{\frac{N_1}{u\,(1 \pm \delta)}}{\frac{N_1}{u\,(1 \pm \delta)} + \frac{N_2}{u\,(1 \mp \delta)}}$$

$$L_2 = N \frac{\frac{N_2}{u\,(1 \mp \delta)}}{\frac{N_1}{u\,(1 \pm \delta)} + \frac{N_2}{u\,(1 \mp \delta)}}$$

Posto

$$L_1 = N_1\ (1 + \gamma_1)$$
$$L_2 = N_2\ (1 + \gamma_2)$$

dove γ_1 e γ_2 possono essere considerati come *coefficienti di sovraccarico*, si ricava dopo qualche trasformazione

$$\gamma_1 = \mp 2\,\delta \frac{N_2}{N_1\,(1 \mp \delta) + N_2 (1 \pm \delta)}$$

$$\gamma_2 = \pm 2\,\delta \frac{N_1}{N_1\,(1 \mp \delta) + N_1\,(1 \pm \delta)}$$

Nel caso limite $N_2 = 0$ si trova per $\delta = 10\ \%$

$\gamma_1 = 0$ $\qquad\gamma_2 = 22\ \%$

ossia in questo caso il trasformatore più piccolo avrebbe un sovraccarico del 22 %. In pratica si consiglia di non fare il rapporto $\frac{N_2}{N_1}$ minore di $\frac{1}{3}$. Anche in tale ipotesi risulte-

(1) V. *E. E.*, genn. 1930, pag. 80.

rebbe, sempre nel caso più sfavorevole che la tensione di corto circuito del trasformatore più piccolo sia la minore,

$$\gamma_2 = \sim 16\ \%$$

ossia ancora un forte sovraccarico. Risulta di quì, la convenienza di costruire i trasformatori con tensione di corto circuito tanto più grande, quanto minore è la potenza. La legge più opportuna di variazione in funzione della potenza può determinarsi nel modo seguente.

Applicando di nuovo le formule (1) nel caso che le tensioni di corto circuito u_1 e u_2 dei due trasformatori siano diverse e la prima presenti il massimo errore tollerato positivo, la seconda negativo, si trova dopo ovvie trasformazioni e conservando i simboli introdotti precedentemente

$$\gamma_2 = \frac{N_1\left(1 - \frac{u_2}{u_1}\,\frac{1-\delta}{1+\delta}\right)}{N_1\frac{u_2}{u_1}\,\frac{1-\delta}{1+\delta} + N_2}$$

Posto $N_1 = \mathcal{V}_1\, N \qquad u_1 = \varepsilon_1\, u$

$N_2 = \mathcal{V}_2\, N \qquad u_2 = \varepsilon_2\, u$

la precedente si scrive

$$\varepsilon_2 = \frac{\mathcal{V}_1\left(1 - \frac{\varepsilon_2}{\varepsilon_1}\,\frac{1-\delta}{1+\delta}\right)}{\mathcal{V}_1\frac{\varepsilon_2}{\varepsilon_1}\,\frac{1-\delta}{1+\delta} + \mathcal{V}_2} \qquad (2)$$

Si determini ora la funzione $\varepsilon = f\,(\mathcal{V})$ in modo che il sovraccarico γ_2 sia massimo quando le potenze dei due trasformatori sono eguali ($\mathcal{V}_1 = \mathcal{V}_2$): in tal caso col crescere della differenza fra le potenze il sovraccarico andrà diminuendo e si manterrà quindi in limiti tollerabili. Considerando $\mathcal{V}_1$ e ε_1 come costanti, $\mathcal{V}_2$ come variabile, basterà a questo scopo derivare la (2) rispetto a $\mathcal{V}_2$ e determinare la funzione $f\,(\mathcal{V})$ in modo che per $\mathcal{V}_2 = \mathcal{V}_1$ tale derivata si annulli. Eseguendo queste operazioni si trova che affinchè ciò avvenga dev'essere

$$\varepsilon = \mathcal{V}^{-\frac{\delta}{1-\delta}}$$

e posto $\delta = 0{,}10$

$$\varepsilon = \mathcal{V}^{-0{,}111\ldots}$$

Quando si abbia una serie di trasformatori di potenza diversa e sia fissata la tensione di corto circuito di uno di essi, questa relazione permette di determinare quale dev'essere la tensione di corto circuito di tutti gli altri trasformatori, perchè la marcia in parallelo fra due qualunque di essi, anche nelle condizioni più sfavorevoli dovute alle divergenze massime delle tensioni di corto circuito teoriche, risulti ancora soddisfacente.

Applicando l'ultima formula si trova per es. che se la potenza del trasformatore minore è $\frac{1}{10}$ di quella del maggiore, la tensione di corto circuito del primo dev'essere del 29 % più grande; se il rapporto delle potenze è $\frac{1}{3}$, è sufficiente che essa lo sia del $13\frac{1}{3}$ %.

È noto che le norme tedesche prescrivono la serie delle potenze normali dei trasformatori (il rapporto fra la potenze di due tipi contigui è all'incirca $\sqrt[10]{10} = 1{,}259$) e le tensioni di corto circuito teoriche per ciascun tipo. L'A. esamina se queste corrispondano alle leggi più sopra stabilite e trova che la coincidenza è per i casi pratici sufficientemente esatta.

M.

COSTRUZIONE E CARATTERISTICHE D'ESERCIZIO DEI TUBI AL NEON

Electrical World, 9 novembre 1928. – JOSEPH HENRI O'NEIL.

L'industria dell'illuminazione con tubi al neon ha preso in questi ultimi anni un grande sviluppo nell'Europa, nell'America del Nord e anche nell'Australia, nella Nuova Zelanda, nella Cina e nel Giappone. Soltanto nell'America del Nord questi impianti hanno dato nell'anno 1928 una cifra d'affari di circa 25 milioni di dollari.

I vantaggi di questa illuminazione sono diversi, fra gli altri quello che la colorazione della luce permette l'illuminazione anche di giorno; le lettere tracciate con i tubi sono poi sempre visibili e leggibili facilmente; infine sono di maggior rendimento luminoso e dànno una luce fredda.

Per tubi di circa 15 metri sono richieste tensioni da 5000 a 10.000 V, ma questi tubi si dividono di solito in pezzi di m. 1,50; la tensione sopradetta è piuttosto alta e ciò spiega perchè questi impianti devono essere eseguiti con la massima cura. Si ottiene la tensione necessaria per i tubi elevando con apposito trasformatore la tensione della rete stradale.

Il buon rendimento dell'illuminazione con tubi al neon si ha coll'uso di elettrodi appropriati e di gas neon puro, altrimenti si ha oscillazione nella luce, alterazione nel gas e offuscamento della luce. Una luce brillante ed uniforme può essere assicurata ai tubi al neon soltanto da corrente alternata ad alta tensione e conviene perciò, dove si ha la corrente continua, ricorrere ad un convertitore.

Particolari della costruzione. – Per l'illuminazione con tubi al neon sono necessari metodi di costruzione e precauzioni che non sono richiesti negli altri sistemi di illuminazione: per es. deve evitarsi che la lamiera metallica, che fa da sfondo e da supporto delle lettere, si deformi in qualsiasi modo e per questo la si rinforza con opportuni ferri ad angolo disposti dietro la lamiera.

Mettendo poi il trasformatore dentro la scatola dove si fanno i collegamenti degli elettrodi, bisogna tener conto del peso del trasformatore e mettere dei buoni supporti: la scatola ha di solito una larghezza di 20 ÷ 25 cm sufficiente per mettervi il trasformatore. Per lasciare i tubi distaccati dalla lamiera, si piegano le estremità dei tubi verso l'interno della scatola, nascondendo in questa l'elettrodo per tutta la sua lunghezza. Per i tubi è usato vetro di piombo, perchè riscaldato diventa molto flessibile e permette al tubo di adattarsi al più complicato disegno, inoltre ha una maggiore resistenza. Il tubo viene riscaldato con una comune fiamma di gas e viene piegato nel modo voluto su un modello in asbesto; quindi vengono saldati gli elettrodi alle estremità del tubo; gli elettrodi sono costituiti da piastrine di rame.

Per pulire il tubo dalle eventuali impurità lo si fa attraversare da una corrente ad alta tensione fino a riscaldare la superficie interna del tubo ad una temperatura leggermente inferiore a quella di fusione e a rendere rossi gli elettrodi di rame; quindi il tubo si raffredda, si fa il vuoto e si introduce infine il neon puro o altra miscela di gas, secondo il colore che si desidera per la luce.

Fattori che stabiliscono la durata di un impianto al neon. – Quando la corrente passa tra gli elettrodi attraverso il gas contenuto nel tubo, vi è una tendenza della luce ad oscillare dovuta al fatto che particelle calde dell'elettrodo si disgregano e si uniscono a molecole del gas, formando un deposito sulla superficie interna del tubo. Questo inconveniente viene superato usando elettrodi con una superficie sufficientemente grande: prove fatte in laboratorio hanno dimostrato che la superficie minima da impiegare è di 15 mmq per milliampere e con questa densità si può garantire una durata di accensione del tubo di almeno 10.000 ore. I tubi provati in laboratorio hanno anzi già superato le 25.000 ore di accensione.

È possibile ridurre la superficie degli elettrodi introducendo nei tubi il gas neon in pressione, ma a questo modo si riduce notevolmente la durata, 1000 a 3000 ore secondo la lunghezza del tubo, e la chiarezza della luce, in ispecie coll'uso di materiale standard per correnti di 25 milliampere; col gas in pressione sono più richieste tensioni più elevate.

Un grande vantaggio dell'illuminazione col neon è l'elevato rendimento luminoso ottenibile sopratutto con tubi di piccolo diametro. È stato rilevato da una serie di prove che il rendimento luminoso si abbassa rapidamente per tubi di diametro superiore a 15 mm, per cui in pratica si impiegano tubi standard da 11 e da 15 mm, i quali dànno una luce chiarissima con 25 milliampere; la stessa luce con tubi di diametro uguale a 33 mm si otterrebbe con circa 200 milliampere. Siccome una intensità elevata è anche pericolosa, l'uso dei tubi di diametro superiore a 15 mm è limitato a casi speciali, segnalazioni per aeronautica ecc.

Il rendimento luminoso dei tubi al neon può dedursi dai seguenti risultati, un tubo al neon consuma da 1/5 a 1/10 dell'energia richiesta da una lampada di eguale potenza luminosa. Questo importante vantaggio permette il funzionamento degli impianti al neon di giorno con poca spesa: in America si calcola che circa il 50% degli impianti al neon è funzionante anche di giorno.

I tubi, potendosi inoltre riempire di altri gas per avere colorazioni diverse, hanno esteso il campo della pubblicità luminosa ed oggi anche gli architetti traggono profitto di questo sistema di illuminazione. Impianti fatti bene e con cura, con elettrodi appropriati, senza impurità nel gas e senza fughe nei

tubi, costituiscono una utile ed economica sorgente di luce per la pubblicità. Essi hanno anche una lunga durata: vi sono infatti impianti al neon in esercizio da quattro anni che funzionano ancora cogli stessi tubi.

In Germania gli impianti al neon di segnalazione per aeronautica, restano illuminati per tutto il giorno, continuamente, perchè si ritiene che il consumo dell'impianto per logorio e l'energia consumata in più ammontano a molto meno del costo della manovra di accenderli e spegnerli.

Tenuto conto che l'accensione può essere fatta con una precisione quasi istantanea e che la luce risente delle variazioni dell'intensità della corrente, si è esteso il campo di applicazione degli impianti al neon alla telefotografia, alla televisione, ecc che utilizzano schermi di luce al neon.

f. j.

---

p) VANTAGGI OTTENUTI DA VENTI AZIENDE FERROVIARIE AMERICANE CON L'ELETTRIFICAZIONE. – CONTRATTI DI FORNITURA DELL'ENERGIA ELETTRICA.

(*Dai risultati di un'inchiesta fatta dalla N.E.L.A.*)

Electrical World, 2 novembre 1929.

La National Electric Light Association ha svolto un'indagine nei principali paesi del mondo sull'elettrificazione delle ferrovie ed ha fatto raccogliere poi i dati in una relazione, N.E.L.A. Serial Report N.° 289-118, relazione importantissima che riunisce coi dati d'esercizio un'analisi dei contratti per le forniture di energia elettrica. Nell'Electrical World si ha un breve riassunto della relazione, in cui si parla sopratutto delle ferrovie americane e si mettono in evidenza i vantaggi da queste ottenuti coll'elettrificazione; per maggiori dettagli è bene riferirsi alla pubblicazione originale della N.E.L.A., anche perchè l'indagine è stata estesa a tutti i paesi del mondo e può interessare conoscere anche quello che è stato fatto fuori degli Stati Uniti.

Lo stato delle ferrovie elettrificate negli Stati Uniti alla fine del 1928 era il seguente: Km. 3003 di linee elettrificate e Km 6890 di binario. Il consumo annuale di energia si ritiene di kWh 1.625×10^6 e si divide ugualmente tra il quantitativo di energia acquistato e quello prodotto.

Le caratteristiche dell'energia che alimenta le ferrovie sono diverse da una zona all'altra: la Chicago, Milwaukee & St. Paul Railroad, che ha una lunghezza di linee di circa il 20% della totale per gli Stati Uniti, si serve di c. c. a 3000 V, mentre la New York, New Haven & Hartford Railroad, che per lunghezza di linee è seconda, si serve sopratutto di c. a. a 11.000 V e 25 periodi.

Nello specchio che segue sono indicate le lunghezze delle linee e dei binari, le tensioni adoperate, il genere di traffico e l'anno in cui si è effettuata l'elettrificazione.

Le ragioni che hanno indotto ad elettrificare sono diverse: sulle venti Società degli Stati Uniti quindici hanno riferito di avere elettrificato per aumentare le comodità del traffico; dieci hanno specificato le ragioni particolari ed importanti che le hanno indotte ad elettrificare, per avere o una maggiore velocità, o un servizio urbano migliorato, o infine per facilitare le operazioni alle stazioni estreme. Seguono per importanza le seguenti ragioni: l'aumento della potenza di trasporto e l'eliminazione del fumo nei tunnels e nei centri popolati. Quattro hanno elettrificato per ridurre le spese di esercizio e dall'analisi dei benefici derivati dall'elettrificazione, risulta appunto che undici hanno ottenuto, insieme con altri benefici, anche una riduzione delle spese di esercizio: undici hanno avuto un aumento della potenza di trasporto, qualcuna ha potuto aumentare il carico di ogni treno, qualche altra migliorare le operazioni nelle stazioni e infine c'è stato chi ha potuto ridurre notevolmente i ritardi.

Le esposte ragioni e gli accennati benefici si hanno pure in quasi tutti gli altri paesi: lunghe gallerie e forti pendenze si riscontrano più o meno dappertutto e giustificano in molti casi l'elettrificazione. Per alcuni paesi vi sono anche altre ragioni, per es. scarsità di carbone e disponibilità di forze idrauliche: queste per gli Stati Uniti non ci sono.

Nella relazione sono raccolti i dati sulla lunghezza delle gallerie e sulle pendenze più rilevanti e da essi si rileva per es. che la Chicago, Milwaukee & St. Paul Railroad, che ha la maggiore lunghezza di linee ferroviarie elettrificate, ha circa 14 Km di linea in gallerie e circa 66 Km di linea con forti pendenze e con traffico pesante.

Delle venti Società degli Stati Uniti soltanto sei producono per proprio conto l'energia e la loro produzione supera di poco la quantità di energia acquistata dalle altre.

I consumi espressi in kWh per vettura-chilometro, variano da 4,63 per i treni viaggiatori della New Haven & Hartford, a 1,47 per una parte della Chic., Milwaukee & St. Paul.

Nella relazione si accenna poi ai progressi ed agli sviluppi che ha avuto la trazione elettrica in tutti i paesi e infine si fa un'analisi accurata dei contratti di fornitura vigenti negli Stati Uniti.

A proposito dei contratti la relazione della Commissione dice che vi è una grande diversità nei termini e nelle condizioni e

RIASSUNTO DATI SULLE FERROVIE ELETTRIFICATE NEGLI STATI UNITI

NOME DELLA FERROVIA	Lunghezze in Km. — linee elettrificate	Lunghezze in Km. — binari	Tensioni adoperate V	Genere del traffico	Anno della elettrificazione
1. Baltimore & Ohio R. R.	5.78	14.5	675 c. c.	M. e P.	1895
2. Boston & Maine R. R.	45.— 12.80	80.5 33.2	600 c. c. 11.000, p. 25	S. P. M. e P.	1925 1911
3. Boston, Revere Beach & Lynn R. R.	22.15	50.—	650 c. c.	S. P.	1928
4. Butte, Anaconda & Pacific Railway	60.—	197.50	2.400 c. c.	M. e P.	1913
5. Chic, Milwaukee, St. Paul & Pacific R.R.	1070.—	1420.—	3.000 c. c.	M. e P.	1915–1916 1919–1920
6. Delaware, Lack & Western R. R.	—	10.— 1.73	1.500 c. c. 600 c. c.	M. e S.	1915 1926
7. Detroit, Toledo & Ironton R. R.	26.60	81.—	22.000, p. 25	M.	1926
8. Erie Railroad	54.50	61.—	11.000, p. 25	P.	1907
9. Ft. Dodge, Des Moines & So. R. R.	235.—	313.—	1.200 c. c.	M. e P.	1906–1912
10. Great Northern Railway	116.—	140.—	11.500, p. 25	M. e P.	1927–1929
11. Illinois Central R. R.	62.—	204.—	1.500 c. c.	S. P.	1926
12. Long Island R. R.	197.— 19.10	585.— 136.—	650 c. c. 11.000, p. 25	M. e P. M.	1905–1926 1927
13. Michigan Central R. R.	7.30	46.—	650 c. c.	M. e P.	1910
14. New York Central R. R.	102.—	529.—	650 c. c.	P.	1906–1926
15. N. Y., N. H. & Hartford R. R.	68.80 172.—	183.— 890.—	650 c. c. 11.000, p. 25	P. M. e P.	1895–1901–1907 1907–1914, 1908, 1925
16. New York, Westchester & Boston Ry	52.—	150.—	11.000, p. 25	S. P.	1912
17. Norfolk & Western Ry	102.5	335.—	11.000, p. 25	M. pesanti	1915–1925
18. Pennsylvania R. R.	120.— 21.50 142.—	245.— 178.— 442.—	650 c. c. 675 c. c. 11.000, p. 25	P. P. M. e P., S. P.	1926 1910 1915–1924, 1928
19. Southern Pacific R. R.	81.—	190.—	1.200 c. c.	P.	1911
20. Virginian Railway	215.—	370.—	11.000, p. 25	M. pesanti	1925

M. = merci; P. = passeggeri; S. = suburbano.

si sente molto la necessità di rendere più chiara l'espressione. E sopratutto per semplificare ed uniformare i termini e le condizioni, si è raccomandato di affrontare il problema con larghezza di vedute e si è eliminato e modificato tutto ciò che la pratica ha dimostrato inutile o dannoso.

Coll'estendersi dell'elettrificazione è certamente di grande vantaggio per quelle società elettriche che forniscono energia ad una stessa linea elettrificata o a linee vicine, di avere lo stesso contratto e le stesse condizioni di esercizio. E quindi senza dubbio le stesse Società troveranno utile e necessaria una uniformità di contratti.

La tariffa non è che un dato del contratto, sia pure della massima importanza, e quindi si può discutere il contratto quasi indipendentemente dalla tariffa; infatti, si dice nella relazione, un certo contratto può essere usato in una data zona con l'applicazione di una certa tariffa, e può essere usato con altra tariffa per un'altra zona, se in questa il costo di produzione e di distribuzione dell'energia è diverso. Quindi nell'interesse della uniformità, la parte del contratto in cui si stabilisce la tariffa, come ogni altra parte, deve essere scritta in una forma tale da richiedere soltanto che si vari opportunamente ed adeguatamente la tariffa in relazione alle condizioni locali.

Quando da parte delle Società elettriche e delle ferroviarie sarà accettato il principio di uniformare termini e condizioni in ogni parte dei contratti di fornitura, è opinione della Commissione che si sarà fatto molto per rendere migliori gli accordi. Non mancano condizioni particolari che si riferiscono o alla Società Elettrica o a quella ferroviaria, e di queste si terrà conto aggiungendole al contratto, senza alterarne le clausole.

L'analisi dei diversi contratti ha rivelato che in quattordici contratti vi erano differenze nelle seguenti clausole:

Durata. Variabile da tre a 99 anni; in sei casi e nella media è di 10 anni.

Rinnovazione. Generalmente tutti i contratti sono rinnovabili continuamente ogni uno a 5 anni e di solito si richiedono da 12 a 24 mesi di preavviso; in due piccole forniture si richiede il preavviso di 30 giorni.

Aumento di richiesta. La potenza, dove non è limitata può essere aumentata dandone preavviso 12 mesi prima durante la decorrenza del contratto, un po' più tardi se trattasi di rinnovo.

Caratteristiche dell'energia. 8 contratti sono per energia trifase a 60 per. e tensione da 11.000 a 100.000 V; 4 contratti sono per energia trifase a 25 per. e tensione di 11.000 e 13.000 V; uno solo è per c. c. a 1500 V.

Squilibrio di carico. Un solo contratto lo limita al 10%.

Scioperi, fermate, ecc. La richiesta e le garanzie sono di solito sospese e la Società ferroviaria paga soltanto la quota fissa durante lo sciopero o la fermata.

Interruzioni. Un contratto stabilisce una riduzione della tariffa per interruzioni superiori a 15 minuti per giorno ed un altro provvede per un accomodamento.

Cambiamento di tariffe. 4 contratti assicurano le Società ferroviarie che non saranno praticate tariffe più basse ad altre Società per lo stesso servizio. Cinque assoggettano gli aumenti e le diminuzioni all'Autorità statale (in uno di questi è data facoltà alla Società ferroviaria di ritirarsi se la tariffa aumenta). In un contratto è stabilita una riduzione di tariffa nel caso che aumentino le richieste di energia da parte della Società ferroviaria.

Forma della tariffa. 10 contratti hanno la tariffa Hopkinson, 4 hanno la tariffa a semplice contatore; dei primi dieci contratti, due hanno la tariffa nella forma semplice Hopkinson, otto hanno la quota fissa e il prezzo del kWh (uno o l'altro o entrambi) variabili scalarmente. Nella tariffa a semplice contatore qualcuno misura la potenza o per variare il prezzo del kWh in base al valore del fattore di potenza o per correggere il consumo in base all'utilizzazione garantita.

Misura della potenza. Per dodici contratti c'è la misura della potenza, da farsi giornalmente o mensilmente; la misura è quella della potenza media, in un periodo di 50 minuti, di 30 e per qualcuna di 5 minuti. Alcuni contratti specificano che non si tiene conto delle registrazioni che si hanno subito dopo una interruzione. Per registrazioni di 60 minuti si tiene conto della massima richiesta, ovvero si fa la media delle tre massime richieste di un mese, ovvero di sei, o di tutte le massime registrazioni giornaliere. Per registrazioni di 30 minuti si tiene conto della massima richiesta, o della media delle venti massime del mese; altrettanto dicasi per le registrazioni di 5 minuti.

Applicazione della tariffa alla massima richiesta. Alcuni tengono conto ogni mese della massima richiesta misurata o calcolata, stabilendo però dei limiti superiore e inferiore per la stessa potenza; altri applicano per un anno la massima richiesta misurata nell'anno ed uno applica la massima richiesta da quando si è verificata fino alla fine del contratto.

Minimo garantito. I contratti in cui si applica la tariffa Hopkinson stabiliscono tutti in vario modo, un minimo; anche nei contratti con tariffa a contatore, si considera un minimo.

Variazione della potenza richiesta. Alcuni contratti considerano l'aumento di richiesta di potenza dovuto a condizioni straordinarie, lasciando però facoltà alla Società elettrica di stabilire quando può essere fornita la maggior potenza.

Fattore di potenza. In un contratto si stabilisce che il fattore di potenza non deve scendere al di sotto di 0,75, in tre il limite è di 0,80, in altri tre di 0,90, e in uno di 0,95 e in quattro soltanto si fissa la penalità per il caso di funzionamento a basso fattore di potenza.

Clausola del carbone. Dieci contratti considerano la variazione della tariffa in relazione al costo del carbone, variando in generale il prezzo del kWh; la variazione può essere fatta mensilmente, trimestralmente o annualmente.

Risoluzione del contratto. Otto contratti provvedono all'annullamento del contratto in caso di innosservanza. In un caso l'annullamento avviene quando cessano i pagamenti, in quattro quando la fornitura non avviene regolarmente, in tre sono previste ragioni speciali per ambo le parti per far cessare il contratto.

Sono poi elencate tredici clausole speciali, che, tra quelle riportate nei vari contratti, possono maggiormente interessare: si riferiscono ai diritti per la Società di occupare aree della Società ferroviaria per linee, cabine, ecc., alle condizioni speciali per la risoluzione del contratto, alla possibilità di fornire energia ad altre ferrovie, ecc.

f. j.

LA FORNITURA DI ENERGIA ELETTRICA AI GRANDI EDIFICI

(9

The Electrical Review, 7 febbraio 1930.– W. J. JEFFERY.

In una recente riunione della Sezione londinese dell'Associazione degli Ingegneri Elettrotecnici, il Sig. W. J. Jeffery ha presentato una relazione nella quale ha parlato delle norme da stabilire per le forniture di energia a' grandi edifici, teatri, ecc. L'argomento era di grande interesse e la discussione che ne è seguita, mettendo in evidenza l'importanza del problema affrontato dal Sig. Jeffery, ha portato alla conclusione che era necessario riunire e coordinare le molte norme vigenti in Inghilterra, affidando il compito ad una autorità competente.

Le Associazioni, le Commissioni e gli Uffici che hanno emanato norme al riguardo di impianti elettrici nei grandi edifici, teatri, ecc. sono sei, ma le Società distributrici generalmente si attengono soltanto alle Norme della Electricity Commissioner, le quali per gli impianti sopradetti hanno poche clausole, con cui si intende unicamente di assicurare l'incolumità del pubblico. L'A. ricorda una delle norme stabilite dalla suddetta Commissione, quella che obbliga ad installare all'entrata de' conduttori opportuni fusibili ovvero un interruttore automatico ed osserva che sarebbe da richiedere l'impiego esclusivo di interruttori automatici per evitare quei danni al macchinario dell'utente che si avrebbero in seguito a corto circuito, qualora fosse protetto da semplici fusibili. Diverse Società fanno installare gli interruttori automatici, ma bisognerebbe anche stabilire un limite di potenza per questi. Un'altra norma stabilisce che interruttore o fusibili siano posti vicino il più possibile al punto d'entrata dei conduttori: questa norma porta l'A. a fare alcune considerazioni sul bisogno urgente di far conoscere a' progettisti di case ed a' proprietari la necessità di dare in tutte le case posto appropriato e decente agli apparecchi elettrici. Il fatto che progettisti e proprietari di case siano contrari all'assegnazione di appropriati piccoli locali per i servizi elettrici, cagiona alle Società distributrici molte difficoltà. Così può accadere che l'ingresso de' conduttori si abbia attraverso la cantina e che prima d'arrivare ad un posto dove sia possibile l'installazione di separatori, contatori, interruttori, ecc., occorra attraversare l'edificio per una notevole distanza; oppure può accadere che le installazioni di misuratori, interruttori ecc. capitino nei lavatoi o in altri locali che non sono adatti allo scopo e dove gli apparecchi possono facilmente guastarsi. Conchiude perciò che nei moderni edifici, dove l'energia elettrica si è resa ormai necessaria, l'impianto elettrico deve essere considerato come una parte molto essenziale e non accessoria, e bisogna prevedere e provvedere a questo impianto, come si fa per le scale, per le finestre, ecc.

L'A. accenna a' numerosi metodi errati che si seguono nella posa dei conduttori negli edifici e raccomanda alle Società distributrici di rifiutare la fornitura a quegli utenti il cui impianto

elettrico non è in ordine, non è in condizione di funzionare bene e può anzi essere pericoloso per le persone e per il servizio della Società stessa. Passa quindi a parlare delle norme che si devono stabilire per gli impianti interni e delle relazioni che esse devono avere con quelle delle Compagnie di Assicurazione per incendi, ricorda norme già stabilite da diversi enti e non conosciute e quindi non applicate, in particolare tratta di quelle stabilite dal London County Council, le quali costituiscono un ottimo regolamento per l'esecuzione di impianti interni e possono essere seguite da tutte le Società distributrici.

La discussione che segue si svolge sopratutto sulle norme per gli impianti interni: alcuni fanno rilevare come le norme applicate da diverse Società distributrici siano più severe e più giuste delle norme generali della I. E. E., altri osservano che talvolta si hanno sistemi di esecuzione di impianti e tipi di materiali per impianti che presso una Società sono ritenuti soddisfacenti e presso altre non possono venire impiegati. Si riconferma infine la necessità di avvicinare i progettisti e i proprietari di case perchè provvedano a lasciare piccoli locali appropriati per l'installazione di apparecchi di comando e di misura.

Il Presidente risponde dicendo che le Norme della I. E. E. non sono severe come le altre perchè tengono conto delle condizioni economiche degli utenti; le altre sono più severe perchè devono assicurare non l'incolumità di poche persone, ma di tutto il pubblico; ritiene anch'egli necessario riordinare le Norme esistenti e per questo è dell'opinione che si faccia ricorso ad un organo competente.

Il Sig. Jeffery replica a tutti dicendo che era nel suo intento di richiamare l'attenzione dei colleghi sul fatto che solo pochissime norme erano stabilite per gli impianti elettrici nei grandi edifici e sulle difficoltà che incontrano le Società per la mancanza di norme complete. Quanto agli architetti egli non crede che non abbiano fatto proprio niente, gli risulta anzi che da qualche anno essi si curano delle applicazioni elettriche nel progetto e nella costruzione delle case; ritiene però che come la Electric Lamp Manufacturers' Association ha assunto un bravo architetto, di cui si serve tra l'altro per portare a conoscenza dei progettisti di case le nuove vedute dell'industria elettrica, altrettanto possono fare le Società distributrici.

f. j.

Pubblicazioni

DI TUTTE LE PUBBLICAZIONI INVIATE ALLA RIVISTA IN DOPPIO ESEMPLARE VERRÀ FATTO UN CENNO BIBLIOGRAFICO.

ING. GOMBERTO VEROI: *L'Abbiccì dell'Elettrotecnica* - (Biblioteca Professionale). – Ottava edizione corretta, con 490 figure. - Soc. Anonima Editrice Dante Alighieri, 1930-VIII.

Raccogliere in un volume di mole limitata tutta l'elettrotecnica, a vantaggio delle persone prive di speciale cultura tecnica, e ciò senza l'appoggio di molte formule matematiche e senza involgere la discussione di teorie scientifiche, rappresenta un lavoro difficile e ingrato. È quindi da lodare grandemente l'ing. Veroi che a un tale compito si è sobbarcato, assolvendolo in modo pienamente rispondente allo scopo, tanto che il libro è già giunto alla sua ottava edizione.

Rifacendosi ai principi dell'elettrostatica, con le classiche esperienze sui corpi elettrizzati, e alle leggi fondamentali della corrente elettrica, l'A. arriva su su alla trattazione delle macchine elettriche e alle applicazioni dell'elettricità. Nella parte teorica è lodevole la chiarezza con cui vengono spiegati i concetti fondamentali, come p. es. quelli dello stato dei corpi elettrizzati, della corrente e resistenza elettrica, del campo e flusso magnetico ecc.; a volte l'A. ricorre a similitudini appropriate, non mancando però di avvertire il lettore — cosa che in scritti del genere vien talvolta dimenticato — che si tratta di analogie puramente esteriori e non riferibili all'essenza stessa del fenomeno. Qualche improprietà di linguaggio rilevabile è più che altro da imputare alle limitazioni imposte al libro dalla cerchia speciale cui è rivolto. Vorremmo però raccomandare all'egregio A., in una nuova edizione che auguriamo prossima, di adottare per i simboli le notazioni della Commissione Elettrotecnica Internazionale e cioè scrivere p. es. 10 A e non 10^a, 7.6 V e non 7^v,6 e così via.

L'elettrotecnica propriamente detta è divisa dal Veroi in due parti, riferentisi rispettivamente alla corrente continua e alla corrente alternata. Più sviluppata è la prima, che raccoglie anche, in alcuni capitoli dedicati all'elettromagnetismo, le nozioni fondamentali comuni ai due rami. Per le macchine elettriche, che naturalmente danno materia a una parte considerevole del libro, l'A. espone dapprima per ogni tipo, in forma semplice e chiara, la teoria e quindi i principali dati costruttivi, descrivendone il funzionamento, i circuiti usati per l'inserzione e accennando anche alle applicazioni. A seguito delle macchine a c. c. e c. a. vien parlato delle rispettive distribuzioni. Insomma il principiante trova sviluppate in questo libro, in modo confacente alla sua cultura, tutte le nozioni dell'elettrotecnica.

Molto opportuno risulta anche il sistema adottato quando possibile dall'A. di dare subito dopo aver enunciato la legge o definizione, qualche esempio di applicazione pratica, p. es. dopo aver parlato della resistenza elettrica si dà un cenno dei reostati; dopo la legge di Ohm si dice delle misure nei circuiti; parlando degli effetti magnetici della corrente si accenna ai relais ecc. Anche i numerosi esempi numerici ed esercizi di calcolo costituiscono per il principiante il più efficace ed immediato degli aiuti.

***

Prof. Ing. MICHELE LO PRESTI. - *Motori a combustione interna pesanti: fissi e marini.*

L'opera si compone di tre volumi, di cui il primo si occupa della parte generale descrittiva e del calcolo, il secondo tratta la parte costruttiva ed il terzo contiene una serie di tavole che completano il testo dei primi due. Il complesso è improntato ad una semplicità di esposizione e ad una chiarezza che possono certamente essere di valido aiuto per chi deve progettare un motore. Tuttavia esso risente forse troppo della sua prerogativa di essere destinato sopratutto agli allievi del Politecnico.

Il primo volume, dopo aver ripetute le nozioni fondamentali della termodinamica, dà un'esposizione dei principi generali del funzionamento dei motori. Passa poi in esame vari cicli termici soffermandosi in modo particolare sulla discussione dei rendimenti.

A questo capitolo fa seguito una esposizione sul concetto informatore del calcolo di massima che trascura purtroppo gran parte della teoria precedentemente illustrata, per fondarsi su alcuni criteri pratici sanzionati più che altro dalla esperienza.

L'A. passa poi ad occuparsi dei vari problemi della dinamica del motore dedicando a ciascun organo in movimento le considerazioni che riguardano la valutazione degli sforzi trasmessi, e la loro equilibratura totale o parziale.

Lo studio si chiude con un esame dei vari tipi di alimentazione, di distribuzione e di regolazione dei singoli motori, completando il testo con numerose figure e diagrammi nonchè con tabelle relative ai combustibili.

Il secondo volume come già si è detto, si dedica nella sua prima parte, all'esame costruttivo dei vari organi, senza peraltro perdersi nel dettaglio del calcolo, ma indicando in compenso, con una numerosa copia di esempi, i vari tipi adottati dalle case costruttrici con le dimensioni di uso corrente; nella seconda parte invece viene studiata la lubrificazione dei motori e la loro istallazione. Per ultimo, è indicato il modo più opportuno per eseguire un collaudo e a questo proposito sono riportati nell'appendice vari esempi pratici e alcuni regolamenti di Registri per i motori destinati a propulsione navale.

Il terzo volume si compone invece esclusivamente di quarantacinque tavole pregevoli per la loro chiarezza e che servono a completare il testo della intera opera.

***

Il Gruppo Società Adriatica di Elettricità e la sua attività tecnica ed economica dalle origini al 1929. - Roma, « L'Universale Tipografia Poliglotta », 1929 - (s. i. di p.).

In occasione del XXV° anno di fondazione, la Società Adriatica di Elettricità ha pubblicato una bella monografia che, non solo illustra la molteplice e feconda attività della Società stessa, ma lumeggia tutta la profonda evoluzione prodotta nella regione Veneta da quel vivo fermento che è stato la larga disponibilità di energia prodotta nei grandi impianti idroelettrici e l'estensione della distribuzione sino ai centri più modesti e alle più lontane bonifiche.

Il laborioso progresso dell'economia regionale che, malgrado la guerra e la minaccia di dissolvimento sociale dell'immediato dopoguerra, si è potuto saldamente affermare specialmente nell'ultimo lustro, nell'Era propizia alle imprese romanamente grandi ed estensivamente feconde, viene documentato da un'am-

pia statistica di cui segnaliamo quella della ripartizione dei consumi e del numero di utenti per le varie industrie, negli anni 1927 e 1928.

La regione in cui si estrinseca l'attività industriale del Gruppo Adriatica comprende 14 Provincie, cioè, sia come estensione che come numero di abitanti, quasi la settima parte del nostro Paese. In tale territorio si trovano si può dire tutte le bonifiche d'Italia, per gran parte elettrificate: questo è uno dei principali titoli di merito della Società Adriatica, la quale ha obbedito a un criterio lungimirante quando eseguì linee e cabine per allacciare le utenze più indesiderabili, quali sono gli impianti idrovori, ben sapendo che l'avvenire della distribuzione elettrica nella regione era intimamente connesso col progresso industriale ed economico di essa.

Oggi quasi il 90 % degli 850 Comuni della regione Veneta sono serviti; naturalmente è stata di necessità attuata una rete di distribuzione di grande estensione superficiale, e quindi si è creato un mercato di erogazione di energia eccezionalmente vasto, ma molto lontano dall'essere saturo date le grandi possibilità agricole e industriali della regione. Gli utenti direttamente serviti si avvicinano oggi al mezzo milione, con una erogazione complessiva di oltre 600 milioni di kWh.

Il Gruppo comprende venti Società con un capitale azionario di 255 milioni di cui il 90% è posseduto dal Gruppo Adriatica. (Il capitale azionario, tenuto conto degli aumenti avvenuti lo scorso anno e compreso la Soc. Adriatica di Elettricità, ammonta a 860,1 milioni di lire).

La Società Adriatica è oggi un Ente essenzialmente finanziario che tuttavia accentra il controllo tecnico e direttivo. Come è noto, molte altre aziende, oltre quelle di distribuzione, sono controllate dal Gruppo, quali la Compagnia Generale degli Acquedotti d'Italia, le Officine Galileo, la Veneta per la Costruzione ed Esercizio di Ferrovie Secondarie, i Cantieri Navali, la Compagnia It. Grandi Alberghi, il Credito Industriale di Venezia, la Società It. di Navigazione Interna, la Soc. Veneziana di Navigazione a Vapore, la Soc. Anonima del Porto Industriale di Venezia, ecc.

La bella pubblicazione fa onore all'Ente di cui illustra l'attività e al fondatore di esso, S. E. Volpi di Misurata.

***

Professor Dr. Gustav Benischke: *Die asynchronen Wechselfeldmotoren* (*Kommutator -und Induktionsmotoren*). – II Edizione ampliata. (Editore Julius Springer, Berlino, 1929).

L'A., il cui nome ricorre spesso per numerosi lavori sui giornali tecnici tedeschi, tratta in questo libro i motori che chiama « motori asincroni a campo alternativo », e cioè i motori monofasi a induzione e a collettore.

Dei primi ricorda i caratteri principali e l'uso peciale per trazione, come convertitori di corrente monofase in corrente trifase. Per i secondi, i capitoli più lunghi sono dedicati ai motori in serie, fra cui i motori a doppia alimentazione e quelli con indotto in corto circuito, e ai motori a repulsione, mentre dei motori in derivazione vi è solo un breve cenno.

Nel libro del Benischke è maggiormente sviluppata la parte teorica; ma mentre di solito la trattazione dei motori a campo alternativo vien fatta scomponendo il campo in due componenti ortogonali, l'A. considera nel circuito di tali motori il valore reale, non decomposto, del campo e delle grandezze fondamentali. Un accenno agli usi principali dei motori a induzione e a collettore completa la trattazione.

Il volumetto (123 pagine in tutto) si presenta molto succinto e compatto, avendo l'A. limitato la sua esposizione strettamente alla materia trattata, con pochi richiami alle leggi e formule fondamentali; ciononostante la lettura ne risulta facile e piana, sia per la semplicità della trattazione che per la chiarezza dello stile.

NOTIZIARIO

a) LA SCUOLA PROFESSIONALE RADIOTECNICA

Domenica 2 marzo avranno inizio i Corsi della Sezione Professionale presso le Scuole Radiotecniche Italiane, via Cappuccio, n. 2 a Milano.

Essa comprende i seguenti Corsi:

Laboratorio di Radiotrasmissioni, Scuola di Alfabeto Morse, Scuola di Elettrotecnica, Scuola di Telefonia e Officina di Tecnologie del Vuoto. Gli insegnamenti, essenzialmente a carattere sperimentale vengono impartiti la sera dei giorni feriali ed il mattino della Domenica. I Corsi della Sezione Professionale tendono alla creazione di montatori radiotecnici, di capitecnici ed aiuto ingegneri radiotecnici, di radiotelegrafisti per Marina, Aviazione ed Esercito; di elettrotecnici e di tecnici in telefonia. Mutilati, orfani di guerra, impiegati e figli di impiegati Statali e comunali pagano la metà tassa.

b) REGISTRATORI DELLA COPPIA SVILUPPATA

Journal of the A.I.E.E., dicembre 1929. – G. R. Anderson.

La tendenza attuale di estendere i limiti di potenza dei motori in corto circuito allacciati senza interposizione di avviatori alle reti di distribuzione, rende necessaria la determinazione della coppia sviluppata durante il periodo di avviamento. La legge infatti di variazione della coppia potrà servire a stabilire se il motore è adatto a determinate applicazioni ed a determinare quali alterazioni costruttive è opportuno opportare alle sue caratteristiche elettriche e meccaniche.

L'A. descrive un dispositivo che può servire allo scopo. Questo consiste in due elementi concentrici, solidali l'uno all'albero del motore, l'altro all'albero comandato. Fra l'albero motore e l'albero comandato è interposta una molla a spirale. Ciascun elemento è costituito da un nucleo di ferro, provvisto di un avvolgimento. L'avvolgimento dell'elemento solidale al motore è alimentato da una sorgente esterna di energia: poichè al variare della coppia varia la posizione relativa degli alberi motori e dell'albero comandato, l'angolo di fase della f. e. m. indotta nel secondo avvolgimento subirà anch'esso una variazione (funzione della coppia trasmessa), che potrà venire registrata da uno strumento scrivente. Sull'alberello di questo è calettato un secondo tamburo, sul quale si registra contemporaneamente la velocità indicata da una dinamo tachimetrica. È in questo modo possibile ricavare un diagramma coppia-velocità o coppia-accelerazione.

NUOVI OROLOGI ELETTRICI (c

Troviamo nell'*E. T. Z.* la descrizione di tre nuovi tipi di orologi elettrici, che possono funzionare sia singolarmente, come pure all'unisono con altri orologi derivati. Il primo tipo non differisce da un comune orologio altro che per il fatto di avere una specie di lampada che si accende ogni minuto a mezzo di un sistema a orologeria. Tale lampada illuminandosi, scalda il gaz contenuto nel bulbo e questo a sua volta aziona uno stantuffino che provvede alla ricarica della molla dell'apparecchio. Il secondo tipo descritto è invece munito di un contatto che ogni 15 minuti primi chiude il circuito di un motorino che carica il meccanismo. Contemporaneamente battendo i quarti d'ora, il suono della campana confonde il brusìo del motore stesso. L'ultimo tipo è il solito orologio col pendolo azionato da un rocchetto di induzione, previsto però con alcuni notevoli perfezionamenti rispetto ai tipi precedenti. Tra l'altro è munito di suoneria mossa da un dispositivo pure ad induzione e realizzato con grande semplicità costruttiva.

O. M. Corbino, *Direttore* — Arti Grafiche E. CALAMANDREI & C. - MILANO — Ettore Cesàri, *Redattore-Capo Responsabile*
Fotoincisioni della « Zincografica » - Milano.

MILANO
Marzo 1930 - Anno VIII

Fascicolo III
Volume VII

L'Energia Elettrica

UFFICIALE PER GLI ATTI DELL'UNIONE NAZIONALE FASCISTA INDUSTRIE ELETTRICHE (UNFIEL)
E DELLA FEDERAZIONE NAZIONALE FASCISTA DEI GRUPPI REGIONALI IMPRESE ELETTRICHE (FENAGRIEL)
Direttore: SENATORE PROF. O. M. CORBINO

SOMMARIO del N. 3 del 1930

(da pag. 183 a pag. 278)

MILANO
Marzo 1930 - Anno VIII

Fascicolo III
Volume VII

L'Energia Elettrica

UFFICIALE PER GLI ATTI DELL'UNIONE NAZIONALE FASCISTA INDUSTRIE ELETTRICHE (UNFIEL)
E DELLA FEDERAZIONE NAZIONALE FASCISTA GRUPPI REGIONALI IMPRESE ELETTRICHE (FENAGRIEL)
Direttore: SENATORE PROF. O. M. CORBINO

PROF. ENRICO PERSICO
DELL' ISTITUTO DI FISICA IN ARCETRI (FIRENZE)

La teoria del magnetismo

CONSIDERAZIONI GENERALI.

Ripercorrendo con la mente il processo storico secondo cui si sono sviluppate le nostre conoscenze dei fenomeni magnetici, si sarebbe quasi indotti a pensare che una volontà maligna si sia divertita a presentarci questi fenomeni sempre sotto l'aspetto meno adatto a farne comprendere l'intima natura, e talvolta sia giunta perfino a presentarli in modo da simulare abilmente una natura che non era la vera.

E infatti, il primo fenomeno magnetico apparso agli uomini, e il solo anticamente e volgarmente noto — il magnetismo permanente — è, come sappiamo benissimo oggi, un fenomeno assai complesso e per così dire eccezionale, non certo il più adatto a iniziare lo studio del magnetismo; tanto è vero che soltanto in questi ultimi anni si è riusciti a darne una spiegazione abbastanza soddisfacente. Inoltre la somiglianza tra l'azione della calamita sul ferro e l'azione dell'ambra strofinata sui corpi leggeri sembrava fatta apposta per condurre fuori strada, suggerendo una analogia tra elettricità e magnetismo impostata falsamente, e diversa da quella analogia che esiste realmente e che è, in verità, più superficiale che profonda. Sappiamo oggi infatti che l'analogo magnetico di un corpo carico di elettricità non esiste e, quanto all'analogo elettrico di un magnete permanente esso non è da ricercarsi in un corpo elettrizzato, ma in un dielettrico che si mantenga *polarizzato* anche in assenza di campo, fenomeno piuttosto raro e difficile da ottenere (1).

Del resto un indizio della sostanziale differenza tra i due ordini di fenomeni si aveva anche in antico nella esperienza della calamita spezzata, eseguita fin dal 1269 da Pietro Peregrino di Maricourt, che per il primo studiò il magnetismo col metodo sperimentale, tanto tempo avanti il Rinascimento. Ma quando il Mitchell, attorno al 1750, usando la bilancia di torsione, scoprì la legge con cui si attraggono o si respingono due poli magnetici, legge del tutto identica a quella scoperta, intorno alla stessa epoca, dal Coulomb per le azioni elettriche, l'analogia tra i due ordini di fenomeni parve divenire più stretta, e sembrò assai naturale modellare la spiegazione teorica del magnetismo su quelle dell'elettricità, ammettendo l'esistenza di due fluidi magnetici, boreale e australe, analoghi ai due fluidi elettrici (teoria di Coulomb), oppure ammettendo l'esistenza di un solo fluido magnetico (teoria di Epino) come il Franklin aveva introdotto un solo fluido elettrico.

Fu probabilmente questa analogia formale tra elettrostatica e magnetostatica, che suggerì all'Oersted nel 1807 l'idea di ricercare se la corrente dela pila voltiana, da poco scoperta, avesse azione sull'ago magnetico: ma l'esperienza, da lui eseguita con poca abilità sperimentale, diede esito negativo. Invece dodici anni più tardi, il fenomeno prima invano cercato, si rivelò casualmente allo stesso Oersted e in una forma del tutto inaspettata: era infatti il primo esempio di un'azione a distanza non attrattiva nè repulsiva, ma trasversale.

La grande scoperta di Oersted fu seguita a breve distanza da quella delle azioni tra due correnti, per opera di Ampère, che in una celebre memoria del 1825 riassunse tutti questi fenomeni, dandone le leggi quantitative tuttora adottate. Con ciò, mentre da un lato si apriva la via ai miracoli dell'elettrotecnica, dal lato teorico si proiettava una luce nuova nel campo, subitamente allargato a dismisura, dei fenomeni magnetici.

Dal momento che un campo magnetico può essere generato da una corrente elettrica, l'ipotesi dei fluidi magnetici diveniva superflua, e infatti Ampère propose subito una teoria in cui tutti i fenomeni magnetici si facevano derivare da correnti elettriche. Egli ammetteva perciò che le molecole di tutti i corpi capaci di magnetizzarsi fossero percorse da piccole correnti elettriche circolari, le quali facevano di ogni molecola un piccolo magnete: tali magneti erano ordinariamente diretti a caso in tutte le direzioni, ma sotto l'azione di un campo magnetico si orientavano concordemente, e in ciò consisteva la magnetizzazione del corpo. Due sono le idee fondamentali di questa teoria: la esistenza di magneti elementari e la loro identificazione con circuiti elettrici. La prima di queste idee, contenuta anche in teorie precedenti a questa, è suggerita immediatamente dall'esperienza della calamita spezzata, ed è conservata anche nelle teorie attuali; la seconda, che fu mantenuta fino a pochi anni fa e assunse forma più concreta col modello atomico di Rutherford, nel quale gli elettroni circolanti rappresentano perfettamente le correnti amperiane, è stata parzialmente abbandonata in questi ultimi tempi, poichè, come vedremo, si è dovuta ammettere anche l'esistenza di magneti elementari non derivanti da correnti elettriche (momento magnetico degli elettroni).

La scoperta degli effetti magnetici delle correnti influì anche per altra via sullo sviluppo delle teorie del magnetismo, poichè permise di realizzare con le elettrocalamite campi assai intensi,

(1) Dielettrici permanentemente polarizzati furono ottenuti nel 1911 e nel 1925 da due fisici giapponesi, Satô ed Eguchi.

e quindi allargò enormemente le possibilità sperimentali. La prima scoperta importantissima che ne seguì fu quella fatta dal Faraday nel 1845, che cioè non soltanto il ferro e pochi altri corpi, ma tutte le sostanze, immerse in un campo magnetico, si magnetizzano temporaneamente, le une nella stessa direzione del campo (*paramagnetismo*) le altre in direzione opposta (*diamagnetismo*); la loro magnetizzazione è di regola assai debole ma segue leggi molto più semplici di quelle valide pel ferro e per gli altri corpi il cui magnetismo era anticamente noto. E fu questo fenomeno, più tenue e riposto, ma più generale e regolare, che permise di vedere i fatti magnetici nella loro vera luce; in virtù di esso noi sappiamo oggi che di regola l'intensità di magnetizzazione di un corpo è proporzionale al campo agente, e solo per le sostanze dette *ferromagnetiche* (ferro, cobalto, nichel e alcune loro leghe) non vale questa proporzionalità e inoltre interviene il fenomeno dell'*isteresi* che permette, tra l'altro, la creazione di magneti permanenti. Queste sostanze dunque si differenziano dalle altre non solo quantitativamente, cioè per il valore eccezionalmente grande della suscettibilità, ma anche qualitativamente, e richiedono quindi una trattazione a sè.

Le basi sperimentali.

A Pietro Curie si deve la più sistematica e completa ricerca sperimentale sulle proprietà magnetiche dei corpi, e la prima che ponesse in relazione i fenomeni magnetici con la temperatura: i dati da lui raccolti e coordinati (1895), completati in seguito da altri sperimentatori, hanno fornito la base delle moderne teorie.

I risultati più importanti di queste esperienze sono i seguenti:

a) la suscettibilità dei corpi diamagnetici è indipendente dalla temperatura;

b) la suscettibilità dei corpi paramagnetici è in molti casi (in particolare pei gas paramagnetici O_2 ed NO) inversamente proporzionale alla temperatura assoluta (*legge di Curie*);

$$\chi = \frac{C}{T} \tag{1}$$

ossia, chiamando I l'intensità di magnetizzazione in un campo H,

$$I = \frac{C}{T} H.$$

La costante C chiamasi *costante di Curie*. Per altre sostanze paramagnetiche vale invece la legge più generale

$$\chi = \frac{C}{T - \theta} \tag{2}$$

dove θ è una costante.

c) Il ferromagnetismo diminuisce col riscaldamento e cessa del tutto ad una determinata temperatura che dicesi *punto di Curie*, e che dipende dalla sostanza. Al disopra del punto di Curie ogni sostanza è semplicemente paramagnetica e segue la legge (2) nella quale per θ va posta la temperatura del punto di Curie.

I magneti elementari.

È noto che, secondo il modello atomico di Rutherford, ogni atomo è costituito da un nucleo positivo attorno al quale ruota un certo numero di elettroni, in orbite più o meno approssimativamente ellittiche. Ora, un elettrone di carica e descrivente un'orbita con un periodo τ, deve equivalere a una corrente elettrica di intensità $\frac{e}{c}$ percorrente la stessa orbita, e questa corrente a sua volta equivale, come si sa, a una lamina magnetica di potenza $\frac{e}{c\tau}$. Agli effetti del campo generato in punti lontani poco importa la forma del contorno della lamina: ciò che conta è il suo momento magnetico totale, che è uguale alla potenza moltiplicata per l'area S, cioè $\frac{eS}{c\tau}$; l'orbita si può quindi sostituire, per gli effetti magnetici lontani, con un piccolo magnete, perpendicolare al suo piano, di momento

$$\mu = \frac{eS}{c\tau}$$

ovvero, se si osserva che S/τ rappresenta la costante delle aree, legata al momento meccanico p (o momento della quantità di moto) da $S/\tau = p/2m$, si può scrivere

$$\mu = \frac{e}{2mc} p \tag{3}$$

I vettori μ e p sono dunque proporzionali: essi poi sono diretti in versi opposti, a causa della carica negativa dell'elettrone.

Dobbiamo infine osservare che, siccome il momento meccanico p, secondo la teoria dei quanti, deve essere multiplo di $\frac{h}{2\pi}$, così dalla (3) segue che il momento magnetico μ deve essere multiplo del momento

$$\mu_0 = \frac{eh}{4\pi mc} \tag{4}$$

che chiamasi *magnetone di Bohr*.

I momenti magnetici così derivanti dai diversi elettroni di un atomo si compongono tra loro dando luogo ad una risultante che, se non è nulla (come avviene talora), fa dell'atomo un magnete elementare: era questa la base della teoria di Langevin. Ma in seguito si è dovuto ammettere che il momento magnetico dell'atomo derivi non solo da questi momenti così detti *orbitali* ma anche da un momento magnetico intrinseco posseduto da ogni elettrone (ed anche dal nucleo). Un elettrone va dunque pensato come una piccola sfera non solo elettrizzata, ma contenente anche un minuscolo ago calamitato: il momento di questo si deve assumere uguale a un magnetone di Bohr.

Questa ipotesi fu introdotta nel 1925 da Uhlembeck e Goudsmith, per ragioni spettroscopiche che sarebbe troppo lungo spiegare. In un primo tempo si pensò di spiegare questo momento magnetico come dovuto ad una rotazione dell'elettrone su sè stesso, ossia di far derivare anch'esso da correnti elettriche circolari, tanto più che esso si accompagna a un momento meccanico $\frac{h}{4\pi}$ avente direzione opposta (1): perciò l'ipotesi fu chiamata e lo è tuttora *dell'elettrone rotante*. Ma si è presto riconosciuto che questa veduta è troppo semplicista e che i momenti magnetico e meccanico dell'elettrone derivano, sì, dalla sua carica elettrica e dalla sua massa, ma attraverso leggi assai più complesse e valide solo nel microcosmo, come fu dimostrato recentemente dal Dirac mediante la meccanica quantistica. Comunque a noi basterà assumere l'esistenza del momento magnetico e meccanico dell'elettrone come un dato *a priori*, al pari della sua massa e della sua carica elettrica.

I momenti magnetici e meccanici dei nuclei, che solo da pochi mesi sono stati presi in considerazione, sono ancora poco noti: ad ogni modo quelli magnetici sono molto più piccoli di quelli dell'elettrone e non contribuiscono sensibilmente nei fenomeni di cui ci occupiamo.

(1) Si noti che questo momento meccanico è *la metà* di quella unità fondamentale $h/2\pi$ di cui i momenti orbitali sono multipli interi. Il rapporto tra momento magnetico e momento meccanico, che per i moti orbitali è $e/2mc$ come si vede dalla (3), è per l'elettrone il doppio di questo. Questa anomalia, insita nella natura dell'elettrone, ha servito a spiegare moltissime apparenti irregolarità spettroscopiche e magnetiche.

La teoria del diamagnetismo.

Il diamagnetismo ha un'origine completamente diversa dal paramagnetismo, come risulta per es. dal fatto che esso è, al contrario di quest'ultimo, indipendente dalla temperatura. La spiegazione che se ne dà oggidì è ancora quella di Langevin, (1905), la prima idea della quale risale però al Weber (1854): secondo questa teoria il diamagnetismo è dovuto a un cambiamento di grandezza nel momento dei magneti elementari, mentre il paramagnetismo è dovuto a un loro mutamento di direzione.

Consideriamo che cosa avviene di un'orbita elettronica quando viene a trovarsi in un campo magnetico, che per semplicità supporremo normale al suo piano. Possiamo pensare che il campo vada crescendo dal valore zero al valore finale in un tempo assai lungo rispetto al periodo del moto orbitale, poichè così è effettivamente in pratica. Poichè l'orbita equivale a un circuito elettrico, la variazione del flusso magnetico che l'attraversa produrrà una forza elettromotrice lungo il circuito, la quale accelererà o ritarderà l'elettrone. E precisamente, è facile vedere che lo *accelera*, se l'elettrone ruota in verso tale da produrre un momento magnetico *opposto* al campo, lo *ritarda* invece se il momento generato dall'orbita è *concorde* col campo. Si comprende allora facilmente che restano diminuiti tutti i momenti magnetici orbitali concordi col campo, aumentati gli altri, e quindi se prima essi si compensavano statisticamente, ora non si compensano più e la sostanza appare magnetizzata in senso *opposto* al campo (1).

Di qui si vede che il diamagnetismo sarebbe una proprietà generale di tutti i corpi, se ad esso non si sovrapponesse il paramagnetismo, che in molti casi prevale: ma anche nelle sostanze paramagnetiche, quello che si osserva in realtà è la differenza tra il paramagnetismo originato dal fenomeno di cui parleremo tra poco, e il diamagnetismo di cui ci siamo occupati testè.

La teoria del paramagnetismo.

I momenti magnetici, sia orbitali che intrinseci, dei vari elettroni di un atomo o di una molecola possono compensarsi esattamente tra loro, oppure dar luogo ad una risultante: in questo caso l'atomo o la molecola equivale a un piccolo magnete. Questi magneti sono di regola orientati in tutte le direzioni con uguale probabilità (eccetto nelle sostanze ferromagnetiche e in alcune altre di cui parleremo più avanti); quando la sostanza è posta in un campo, questo esercita su ogni magnete atomico o molecolare una coppia tendente a orientarlo nella direzione del campo, ma questa tendenza è ostacolata dall'agitazione termica cosicchè si produce un orientamento non completo ma parziale, vale a dire una distribuzione degli assi magnetici non uniforme in tutte le direzioni, ma più densa nelle direzioni più prossime a quella del campo: da ciò deriva la magnetizzazione, nella direzione del campo, tanto più intensa quanto più intenso è questo. Tale l'idea fondamentale della teoria di Langevin del paramagnetismo dei gas, che però deve subire nella precisazione quantitativa notevoli trasformazioni. Questa teoria si applica principalmente ai gas, perchè suppone che i vari atomi e molecole siano liberi di ruotare in tutte le direzioni senza agire tra loro, tranne che con gli urti, i quali tendono a stabilire nelle orientazioni il massimo disordine, contrastando la tendenza orientatrice del campo.

È da osservare però che, secondo la teoria dei quanti, un atomo o molecola avente un certo momento meccanico $p = j \frac{h}{2\pi}$, in un campo magnetico, non può orientarsi in modo da formare con questo un angolo qualsiasi, (come supponeva Langevin) ma sono possibili solo certi angoli formanti una serie discreta, cioè quelli per cui la protezione di p sulla direzione del campo ha uno dei $2j + 1$ valori

$$j \frac{h}{2\pi}, \quad (j-1) \frac{h}{2\pi}, \quad (j-2) \frac{h}{2\pi}, \ldots\ldots \quad -j \frac{h}{2\pi},$$

(quantizzazione spaziale). Per semplicità limitiamoci a considerare il caso di un atomo con $j = 1/2$: allora sono possibili due sole orientazioni (v. fig. 1), e cioè quella *parallela* (a) e

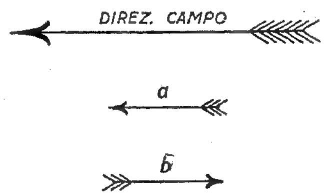


Fig. 1.

quella *antiparallela* (b) al campo; e questo, si noti, non perchè vi siano forze che si oppongono a un'orientazione diversa, ma per una ragione insita nelle leggi quantistiche, che *vietano l'esistenza* al sistema se non si trova in una di queste due posizioni. Se non vi fossero forze magnetiche, in virtù dell'agitazione termica vi sarebbe sempre metà degli atomi nella posizione a e metà nella b: ma se al momento meccanico è associato un momento magnetico μ secondo lo stesso asse, questo è sollecitato a disporsi nella direzione del campo, il che si manifesta col fatto che un *po' più della metà* degli atomi si dispongono nella posizione a, un po' meno nella b: e la differenza è tanto più forte quanto più intenso è il campo H. E precisamente se N_a ed N_b sono i rispettivi numeri degli atomi (per unità di volume) nelle due posizioni, si ha in virtù di una formula di Boltzmann:

$$\frac{N_a}{N_b} = e^{\frac{2\mu H}{kT}}$$

dove k è la costante dei gas riferita a una molecola ($k = 1{,}37.10^{-16}$) e T la temperatura assoluta. Ne risulta un momento magnetico per unità di volume, ossia un'intensità di magnetizzazione

$$(5) \quad I = \mu (N_a - N_b) = \mu N \frac{e^{\frac{2\mu H}{kT}} - 1}{e^{\frac{2\mu H}{kT}} + 1} = \mu N \, tgh \frac{\mu H}{kT} = I_0 \, tgh \frac{\mu H}{kT}$$

dove $N = N_a + N_b$ è il numero di atomi per unità di volume e dove si è posto $\mu N = I_0$. Questa funzione è rappresentata dalla fig. 2 nella quale si è presa come ascissa la quantità $\frac{\mu H}{kT}$. La curva, come si vede, ha un asintoto orizzontale corrispondente a $I = I_0$.

Quando il rapporto $\frac{\mu H}{kT}$ è piccolo rispetto a 1, come avviene di solito (tranne per campi intensi e temperature bassissime) si può sostituire $e^{\frac{2\mu H}{kT}}$ con $1 + \frac{2\mu H}{kT}$ e scrivere approssimativamente, invece della (5),

$$(6) \quad I = \frac{\mu^2 N}{kT} H$$

(il che equivale a sostituire la curva con la sua tangente in vicinanza di O). Si trova così che la suscettibilità è $\chi = \frac{\mu^2 N}{kT}$

(1) L'alterazione del moto dell'elettrone sotto l'azione del campo si ripercuote anche sulla frequenza della radiazione da esso emessa, il che costituisce l'effetto Zeeman. Questo è quindi strettamente legato al diamagnetismo.

e si giustifica quindi teoricamente la legge di Curie. Inoltre questa formula permette di risalire dalla costante di Curie C al valore del momento magnetico atomico μ essendo

$$C = \frac{\mu^2 G}{k}$$

Se invece si opera con campi assai intensi e temperature prossime allo zero assoluto, nella (5) si può trascurare l'unità

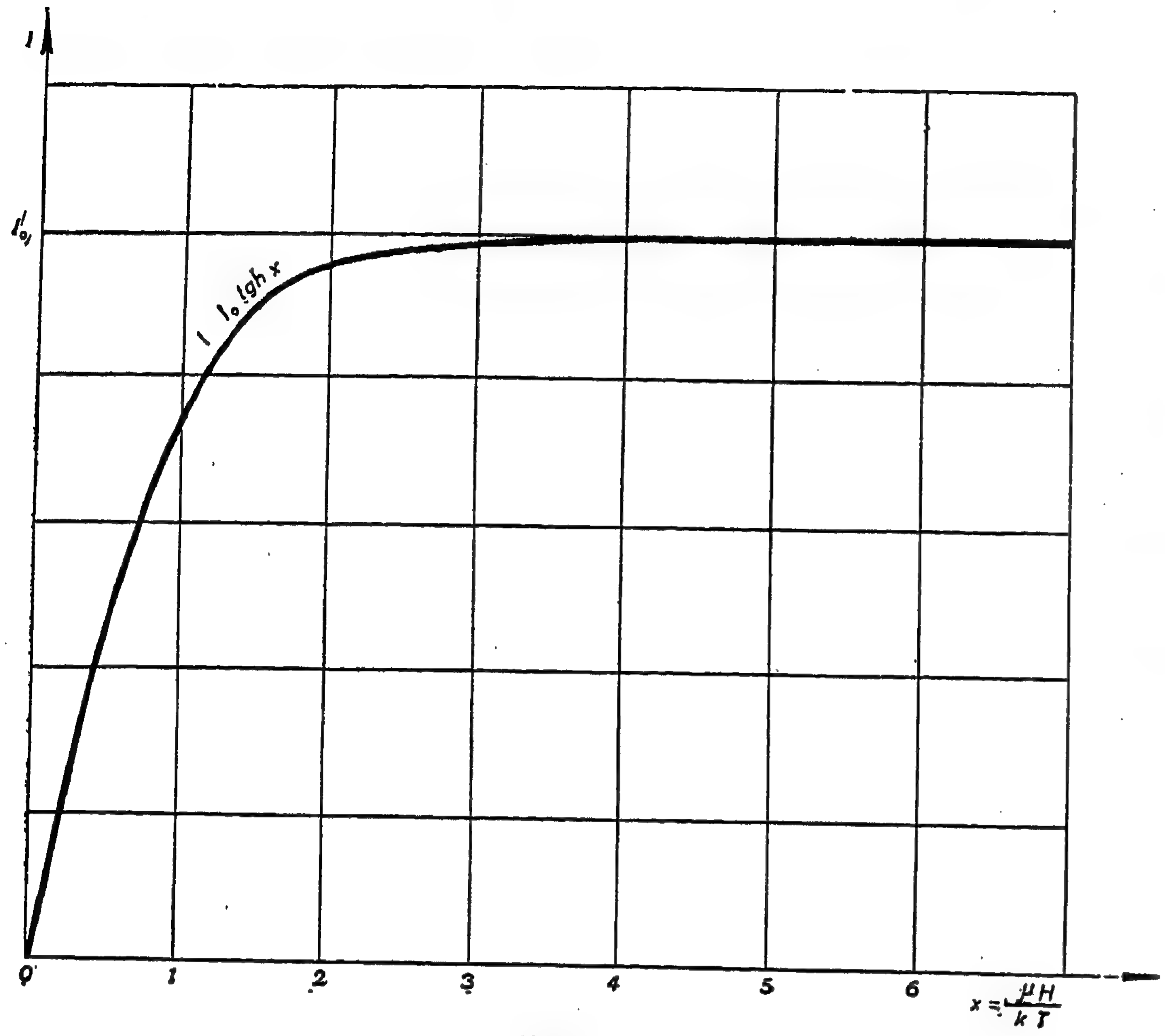


Fig. 2.

di fronte all'esponenziale, e si trova che la I assume il valore di *saturazione*

(7) $$I_0 = \mu \, N$$

che corrisponde al caso in cui tutti gli atomi sono nella posizione *a*. La misura di I_0, che si può fare per estrapolazione, fornisce un altro modo per determinare μ.

Queste varie determinazioni dei momenti elementari, tutte le volte che è stato possibile farle in condizioni semplici dal punto di vista teorico, hanno sempre dato per μ valori che sono in relazione nota col *magnetone di Bohr* μ_0 espresso dalla (4).

Nel caso di un atomo con $j > 1/2$ le formule divengono più complicate essendo possibili più di due orientazioni. Si noti poi che il momento magnetico dell'atomo non è necessariamente un multiplo intero di μ_0, sebbene siano tali i momenti elementari (orbitali ed intrinseci) dei vari elettroni che lo compongono; e ciò perchè tali momenti si sommano non algebricamente ma vettorialmente, avendo in generale direzioni diverse. Ciò porta in molti casi a formule complicate, e rese per molto tempo impossibile l'interpretazione teorica di molti risultati sperimentali. Attraverso a questi risultati si credette anzi prima della teoria quantistica di intravedere l'esistenza di un momento elementare cinque volte più piccolo del magnetone di Bohr, che fu detto *magnetone di Weiss*: tale ipotesi, che fu molto discussa, è oggi definitivamente messa da parte.

Conferma sperimentale della quantizzazione spaziale.

Può sembrare paradossale il fatto enunciato nel paragrafo precedente come conseguenza delle ipotesi dei quanti, che un magnete elementare possa orientarsi solo parallelamente o antiparallelamente al campo, e più sorprendente ancora può sembrare il fatto che ve ne è sempre una notevole percentuale orientata proprio in direzione opposta a quella nella quale le forze magnetiche tendono a disporli. Eppure di questi fatti sorprendenti si è avuta una conferma sperimentale diretta in un'esperienza, eseguita da Stern e Gerlach nel 1921 e ripetuta in seguito molte volte anche da altri, la quale ha anche permesso la misura diretta dei momenti elementari μ per diverse sostanze. Ci manca lo spazio per descrivere, sia pure sommariamente, queste notevoli esperienze: ci limiteremo a dire che esse hanno fornito per il rame, l'argento, l'oro, l'idrogeno, il sodio, il potassio, un momento uguale a un magnetone di Bohr, per lo zinco, il cadmio, il mercurio un momento nullo.

Il campo molecolare e il ferromagnetismo.

Per applicare la teoria di Langevin anche ai solidi, nei quali è da tener conto delle forze mutue fra atomi, il Weiss vi aggiunge l'ipotesi detta del *campo molecolare*, che è la seguente. Ogni atomo subisce non solo la coppia orientatrice derivante dal campo esterno H, ma anche un'altra coppia derivante dagli atomi già orientati e tendente a orientarlo parallelamente ad essi, *come se* al campo H si aggiungesse un campo KI, proporzionale all'intensità di magnetizzazione I secondo una costante K, dipendente dalla natura della sostanza (campo molecolare).

Questa ipotesi spiega anzitutto le divergenze dalla legge di Curie espresse dalla formula (2). Infatti, se nella (6) si sostituisce $H + KI$ in luogo di H, e si risolve rispetto ad I, si ricava subito

$$I = \frac{\frac{\mu^2 N}{k}}{T - \frac{\mu^2 N}{k} K} H$$

e quindi la suscettività, ponendo $C = \frac{\mu^2 N}{k}$ e $\theta = \frac{\mu^2 N}{k} K$, risulta espressa appunto dalla (2). Ma ciò che è più importante è che l'ipotesi di Weiss contiene la chiave per la spiegazione del ferromagnetismo, in particolare del magnetismo permanente: si comprende infatti che il campo molecolare deve far sì che la magnetizzazione si possa mantenere da sè anche in assenza di un campo esterno. Per vederlo quantitativamente in un caso semplice, si deve riprendere la (5) e sostituirvi il campo H col solo campo molecolare $K I$, risolvendo poi rispetto a I. La risoluzione può farsi per via grafica, ricercando l'intersezione P della curva rappresentata dalla (5) con la retta $H = K I$ ossia (prendendo come ascisse $x = \frac{\mu \, H}{k \, T}$, v. fig. 3) l'interse-

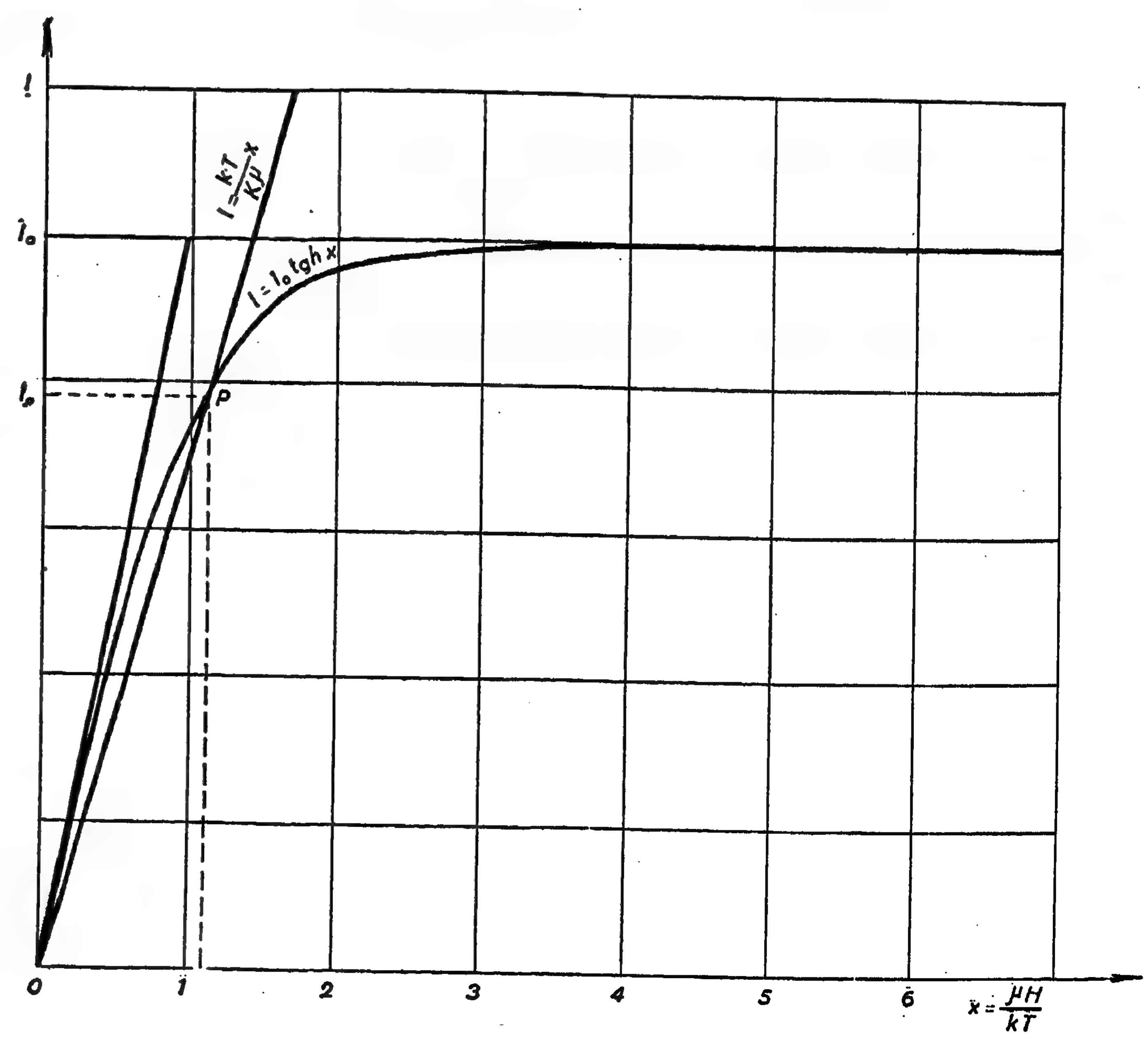


Fig. 3.

zione della curva $I = I_0 \, tgh \, x$ con la retta

$$I = \frac{k\,T}{K\,\mu}\,x \qquad (8)$$

L'ordinata I_p dell'intersezione P dà il valore della magnetizzazione permanente. Per temperature non troppo alte, essa risulta abbastanza vicina a I_0 (come nella figura): col crescere di T, la retta si avvicina sempre più alla verticale e il punto P scorre sulla curva verso O, ossia I_p diminuisce: quando l'inclinazione della retta supera quella della tangente in O alla curva, non vi è più altra intersezione che quella in O e quindi non vi è magnetismo permanente: questo avviene per valori di T superiori a $\frac{\mu^2 N}{k} K$ cioè al valore di θ della (2). La θ rappresenta dunque il punto di Curie per cui cessa il ferromagnetismo: al disopra la sostanza è paramagnetica e segue la legge (2). Tutto ciò è quasi esattamente d'accordo con l'esperienza.

Se poi si tien conto della struttura cristallina dei metalli, l'ipotesi di Weiss rende conto anche abbastanza bene della forma dei cicli d'isteresi del ferro, del cobalto e del nichel, cosicchè non pare dubbio che questa ipotesi si avvicini molto alla realtà. Però alla teoria di Weiss si è dovuta recentemente apportare una modificazione che tuttavia non ne altera la linea generale; si deve cioè ammettere che i magneti elementari che si orientano non siano gli atomi, ma i singoli elettroni, i quali, pur continuando a descrivere le loro orbite sensibilmente invariate, dirigono i loro assi magnetici prevalentemente nella direzione del campo (totale, cioè risultante del campo esterno e di quello molecolare). Questa ipotesi, a cui si è forzatamente condotti da un'esperienza che descriveremo più avanti, è più soddisfacente dell'antica, anche perchè era difficile ammettere che gli atomi di un corpo solido conservassero la loro libertà di rotazione, come è richiesto dalla teoria di Langevin-Weiss.

Molto si è discusso sull'origine del «campo molecolare». La prima e più spontanea ipotesi, che cioè sia un vero campo magnetico generato dai magneti elementari già orientati, ha dovuto essere scartata, perchè fornisce un campo qualche migliaio di volte inferiore a quello necessario a render conto dei fatti (il campo molecolare per es. nella magnetite, se fosse effettivamente un campo magnetico, dovrebbe essere dell'ordine dei 17 milioni di gauss). Si pensò allora che si trattasse di forze elettriche tendenti a far ruotare i magneti elementari, ma anche questa ipotesi si mostrò insostenibile, cosicchè la questione rimase insoluta fino al 1928, quando Heisenberg mostrò come le leggi della meccanica quantistica portassero a prevedere la possibilità di un fenomeno siffatto. Il ragionamento di Heisenberg non si presta ad essere esposto in forma intuitiva: ci limiteremo perciò a dire che egli dimostra che se in un sistema di elettroni orientati con prevalenza in una certa direzione, si orienta in questa direzione un elettrone di più, avviene in certe circostanze, che l'energia del sistema diminuisca notevolmente: ciò porta per conseguenza una tendenza dell'elettrone considerato a orientarsi concordemente agli altri, *come se* questi esercitassero su esso una coppia.

Gli effetti giromagnetici e la loro interpretazione.

Se il momento dei magneti elementari deriva da moti orbitali di elettroni, ad esso deve essere associato, come si è detto, un momento meccanico avente verso opposto e grandezza proporzionale secondo il rapporto $\frac{e}{2\,m\,c}$. Se invece deriva dal momento intrinseco degli elettroni, è ancora associato a un momento meccanico, ma il rapporto è, come si è detto, $\frac{e}{m\,c}$ cioè il doppio di questo.

Il momento meccanico dei magneti elementari deve manifestarsi, quando questi si orientano concordemente, come momento meccanico di tutto il corpo in esame: vale a dire un corpo nel magnetizzarsi deve acquistare una certa velocità angolare intorno a un asse parallelo alla magnetizzazione. E il rapporto tra il momento meccanico così acquistato e il momento magnetico, deve essere uguale al rapporto analogo per ogni singolo magnete elementare, il quale è così sperimentalmente misurabile, da che si può decidere sulla natura dei magneti elementari.

L'esperienza è assai delicata, a causa della esiguità del fenomeno: fu tuttavia eseguita con successo da Einstein e De Haas nel 1915 e in seguito da altri. Il metodo di Einstein e De Haas consiste nel sospendere verticalmente una sbarra di ferro a un sottile filo posto sul prolungamento del suo asse. La sbarra è circondata da un solenoide percorso da corrente alternata, così da magnetizzarsi alternativamente nelle due direzioni, il che comunica ad essa dei leggeri impulsi rotatori intorno al suo asse, alternativamente in un verso e nell'altro, con la frequenza della corrente. Se questa è abbastanza vicina alla frequenza delle oscillazioni torsionali della sbarra, si produce la risonanza, e la sbarra oscilla con ampiezza sensibile.

Sussiste anche il fenomeno inverso a questo, e cioè una sbarra di ferro si magnetizza se è posta in rapida rotazione; il fenomeno, previsto teoricamente, fu ottenuto per la prima volta da Barnett nel 1914.

Entrambi i fenomeni descritti (chiamati *giromagnetici*) hanno permesso di misurare il rapporto tra il momento magnetico e quello meccanico dei magneti elementari, ed esso è stato concordemente trovato uguale a $\frac{e}{m\,c}$, cioè il doppio di quello previsto nell'ipotesi che il ferromagnetismo derivi da moti orbitali. Questa anomalia, rimasta a lungo inesplicata, è stata spiegata nel modo più semplice, come si è detto, quando è stata introdotta l'ipotesi dell'elettrone rotante, della quale ipotesi ha fornito una brillante conferma.

Conclusione.

Concludendo possiamo affermare che i fenomeni magnetici sono oggi tutti spiegati, almeno qualitativamente, in quanto che si sa ridurli tutti alla esistenza di magneti elementari i quali derivano il loro momento magnetico da fenomeni elettrici, e cioè o dal movimento di elettroni (in virtù della legge di Ampère) o dall'esistenza stessa della carica elettronica (come ha mostrato Dirac); cosicchè in ogni caso il magnetismo rientra nelle leggi fondamentali dell'elettricità senza che occorra fare per esso alcuna ipotesi nuova.

Quanto alla deduzione quantitativa da questi principi delle leggi macroscopiche del magnetismo, questa in certi casi è possibile e fornisce risultati in buon accordo con l'esperienza (diamagnetismo, paramagnetismo dei gas, delle soluzioni e di alcuni solidi); in altri casi si incontrano difficoltà per ora insuperabili e occorre limitarsi a deduzioni grossolanamente approssimate o anche soltanto qualitative (ferromagnetismo), ma anche in questi casi — e ciò è molto importante — la difficoltà deriva unicamente dalla enorme complicazione dei dati del problema, e non da insufficienza dei principi. Tra i tanti fenomeni magnetici conosciuti, non ve n'è oggi nessuno pel quale la teoria conduca a previsioni contrastanti con l'esperienza — come avveniva per es. per gli effetti giromagnetici prima che si introducesse l'ipotesi dell'elettrone rotante — e questo costituisce senza dubbio un forte argomento in favore della completezza e della fondamentale giustezza dell'attuale teoria.

Prof. E. Persico.

ING. LUIGI SELMO

DELLA SOCIETÀ MERIDIONALE DI ELETTRICITÀ

Note idrologiche sul lago del Matese

INTRODUZIONE.

La Società Meridionale di Elettricità (S.M.E.), costituita fin dal 1899 per la produzione, il trasporto e la distribuzione dell'energia elettrica nel mezzogiorno d'Italia, ha costruito e messo in funzione nel 1923 l'impianto idroelettrico del Matese valorizzando le risorse naturali esistenti nel massiccio omonimo dell'Appennino centro meridionale (fig. 1).

Il massiccio del Matese, che nella vetta di Monte Miletto raggiunge i 2.050 m sul mare, ha una forma quasi ellittica

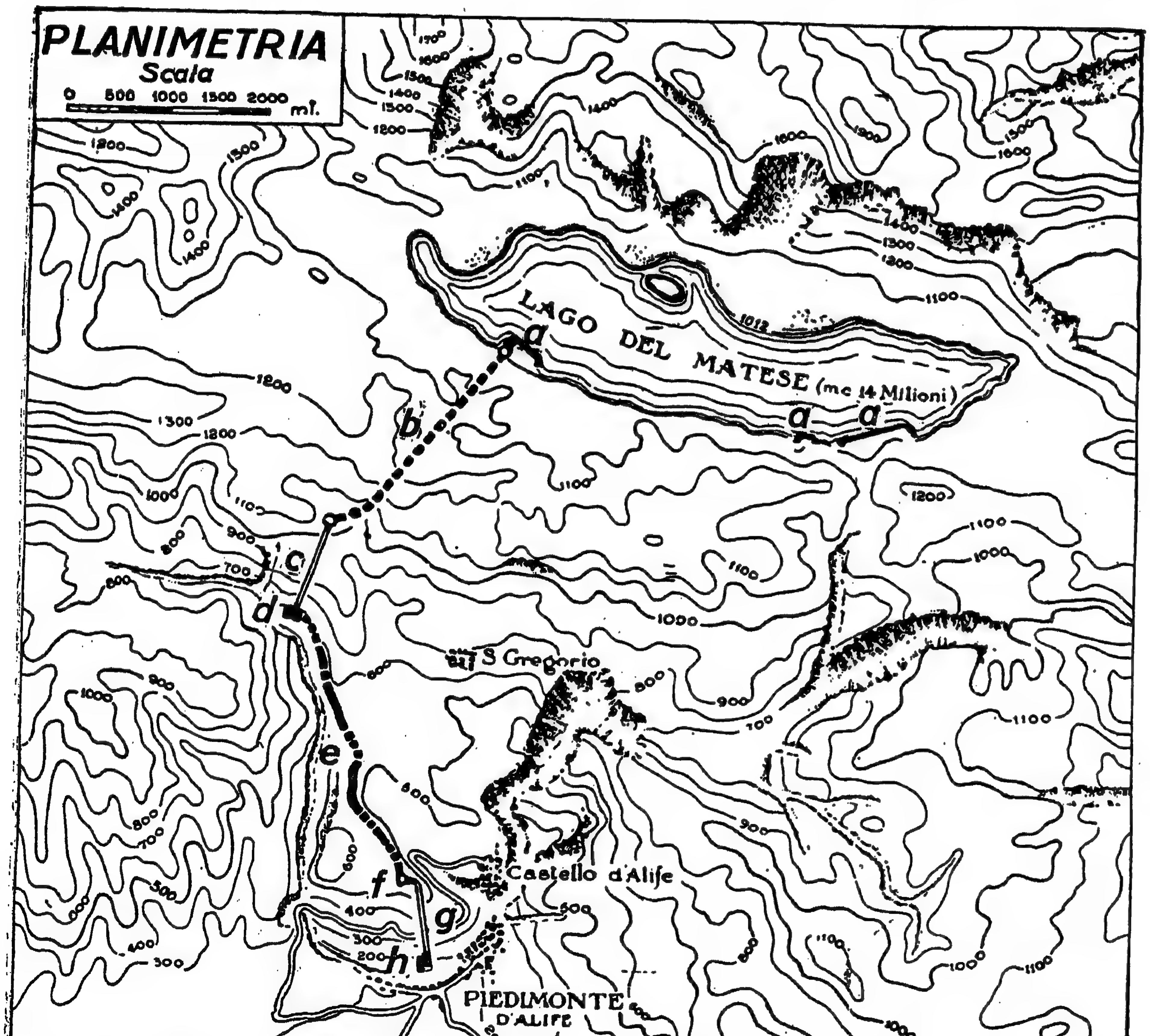


Fig. 1.

con l'asse maggiore presso a poco in direzione N-W-S-E ed è circoscritto quasi completamente dai fiumi maggiori della regione a cui appartiene.

La montagna del Matese è circondata infatti ad ovest ed a sud dal corso dell'Alto e Medio Volturno, ad est dal Calore e dal Tammaro, a nord dall'alto corso del Biferno e tutti questi fiumi ricevono i loro principali contributi dalle diverse sorgenti, che scaturiscono alle basi del massiccio.

Nel centro quasi del gruppo montuoso, a poco più di 1000 m sul livello del mare, esiste una vasta conca di natura carsica, in cui si raccolgono naturalmente le acque meteoriche defluenti dalle montagne circostanti, acque che prima dell'utilizzazione da parte della Società Meridionale di Elettricità si perdevano negli inghiottitoi disseminati lungo la sponda sud del bacino.

Questa conca disposta con l'asse maggiore nella direzione est-ovest, lunga circa km 5,5 e larga in media km 1,2, costituisce appunto il cosidetto lago del Matese.

Il lago non ha alcun affluente importante, nè alcun corso d'acqua superficiale che funzioni da emissario, il lago non è altro che un largo e poco profondo serbatoio, in cui si raccolgono le acque superficiali e sotterranee, defluenti o scaturenti dalle montagne circostanti.

Il lago Matese, che prima, specie nelle estati più secche, si asciugava quasi del tutto o per lo meno si riduceva ad un piccolo pantano insalubre, è oggi, con l'avvenuto sbarramento degli inghiottitoi, un bacino artificiale, che offre in ogni stagione uno spettacolo assai interessante al turista, che si spinga fin lassù (v. fig. 3).

In primavera poi, nel periodo del suo massimo invaso, quando raggiunge a quota 1012 un volume di 14.875.000 mc e un'area di 5.080.000 mq è veramente imponente nel grandioso anfiteatro montano da cui è circondato.

La Società Meridionale di Elettricità, successa per l'Impianto Matese in tutti i diritti e gli oneri alla primitiva Società di Credito Ticinese, ha raccolto dal 1906 ad oggi, ad eccezione del periodo bellico, larga quantità di osservazioni idrologiche, che vengono esposte in questa breve nota insieme ai risultati ottenuti.

PREMESSE.

Per rendersi conto della complessità offerta dall'idrologia del Matese è bene premettere qualche notizia sia pure sommaria sulla struttura morfologica e geologica della regione.

Il massiccio del Matese è costituito da rocce calcaree fessurate (1) e le stratificazioni presentano, nella zona vera e propria del lago, un andamento abbastanza regolare, come è facile constatare osservando alcuni punti delle montagne circostanti dilavati dal meteorismo.

(1) Vedi relazione Prof. Dal Piaz alla SME in data 24-3-1920.



Fig. 2. - Vista generale del lago Matese.



Fig. 3. - Diga principale del lago Matese.

Per la natura carsica della conca Matese abbondano, specie nella parte sud del lago, delle depressioni quasi sempre ricoperte da detriti ghiaiosi, che nascondono delle sottostanti doline con relative fessure capaci di smaltire per assorbimento le acque sovrastanti.

Nella parte centrale della depressione Matese esiste un ingente strato tufaceo vulcanico, frammisto a strati torbosi, dovuti alla lenta trasformazione della vegetazione lacustre e a detriti argillosi provenienti dall'antico manto di copertura, che preventivamente rivestiva le montagne circostanti.

I materiali vulcanici, a detta dei geologi, proverrebbero dall'eruzione dei vicini vulcani di Roccamonfina.

Il banco tufaceo argilloso, di natura impermeabile, permette alle acque di ristagnare nella conca Matese, dando origine ad un lago di dimensioni variabili con la stagione, ma di natura permanente.

Il bacino imbrifero.

Da rilievi eseguiti nel 1906 dall'Ing. Carlo Borgström i 50 kmq del bacino imbrifero Matese sarebbero così ripartiti (vedi fig. 4):

terreno permeabilissimo	kmq	11.850
terreno permeabile	»	8.850
terreno semipermeabile (boschivo)	»	18.000
terreno quasi impermeabile	»	9.050
acque lacustri (in media)	»	2.250
Superficie totale	kmq	50.000

Questa caratteristica suddivisione della superficie totale del bacino imbrifero è la miglior prova della grande complessità dell'idrologia del Matese e d'altronde ciò è così vero che lo studio idrologico del lago è riuscito attendibile solo nelle stagioni estive, in cui, essendo completamente arido il massiccio montuoso circostante il bacino, vengono a mancare quasi del tutto gli afflussi ignoti subacquei, le cui vie anzi si trasformano in vie di deflusso e di perdita dell'acqua accumulata nel serbatoio.

Gli afflussi noti al lago Matese.

La quantità d'acqua che si raccoglie nel lago proviene, oltre che dalle acque meteoriche superficiali, anche da varie sorgenti del lato settentrionale, di cui alcune sono perenni con portata molto variabile dall'inverno all'estate e alcune semplicemente invernali.

Tali sorgenti nascono o all'affioramento dello strato impermeabile su cui poggia il lago, o dove verificatisi salti e rigetti negli strati, questi si riempirono di depositi alluvionali impermeabili.

Le principali sorgenti sono:

1° Fosso Capo di Campo e Vallanito, che hanno origine nel vallone Cusanaro alla quota di circa 1400 m e la cui portata sale in inverno a circa 700 l/sec.

2° Fosso di S. Maria che ha origine da un gruppo di sorgenti omonime situate alla quota 1015 e la cui portata varia dai 500 ai 50 l/sec.

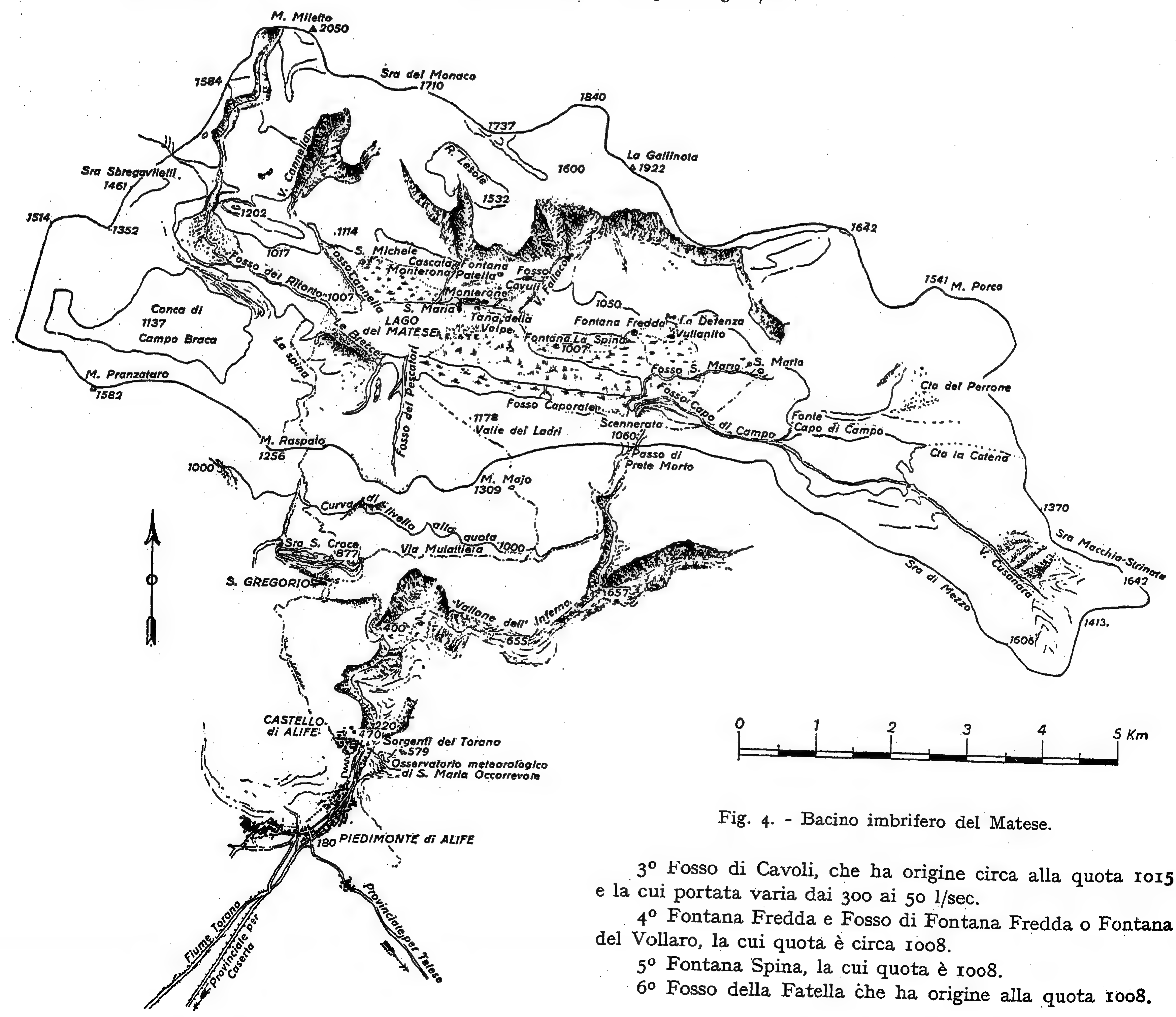


Fig. 4. - Bacino imbrifero del Matese.

3° Fosso di Cavoli, che ha origine circa alla quota 1015 e la cui portata varia dai 300 ai 50 l/sec.

4° Fontana Fredda e Fosso di Fontana Fredda o Fontana del Vollaro, la cui quota è circa 1008.

5° Fontana Spina, la cui quota è 1008.

6° Fosso della Fatella che ha origine alla quota 1008.

7° Sorgiva Monterone S. Maria e Tana della Volpe, le quali sorgenti si trovano intorno allo scoglio Monterone.

8° Fosso Monterone che ha origine a 1400 m e proviene dalla contrada Campitello.

9° Fossi di Ritorto e Cannella che raccolgono le acque del displuvio tra il lago e il piano di Siccine e hanno origine alle quote tra 1015 e 1030.

10° Fosso dei pescatori che prende il displuvio della valle dello stesso nome e di quella detta di Lampazzello; ha inizio alla quota 1200, una portata invernale di circa 200 l/sec e resta secco in estate.

11° Fosso della Valle dei Ladri che prende il displuvio della valle dello stesso nome, ha una portata di circa 100 l/sec e di estate resta asciutto.

Dal lato orientale, settentrionale e occidentale la falda acquifera è a poca profondità dal suolo. Dal lato mezzogiorno la falda acquifera si abbassa e il suo andamento è in relazione alla presenza degli inghiottitoi, di cui parleremo appresso.

La natura delle sorgenti è ben distinta: le sorgenti a quota 1008 sono affioramenti della falda acquifera, che si estende come si è detto su tutto lo strato impermeabile del lago; le sorgenti a quota 1015 indicano in certo qual modo il limite della zona impermeabile e sono quasi tutte perenni; le sorgenti a quote più alte non sono dovute che a piccoli bacini in massima parte permeabili e sono adescate solo quando le acque di pioggia hanno saturato questi bacini.

Il declivio notevole dei terreni contornanti il lago, la natura in gran parte incolta di questi, la impermeabilità di parte del bacino facilitano il rapido deflusso superficiale delle acque meteoriche non raccolte dalle sorgenti o dai fossi suindicati.

Gli inghiottitoi del lago.

Le zone assorbenti e gli inghiottitoi del lago Matese si trovano lungo la sponda sud del bacino.

In località Brecce, nella zona sud-ovest, si trova l'inghiottitoio omonimo situato a ridosso della roccia. L'inghiottitoio ha la forma tipica di imbuto, con diametro in superficie di 6-7 metri, riempito di detriti ghiaiosi, ha la capacità di smaltire anche 1,5 mc al secondo. La zona circostante è pure malfida ed assai assorbente, per cui la diga di sbarramento è stata costruita a 150 m di distanza ed ha uno sviluppo complessivo di circa 1600 metri.

L'inghiottitoio principale del lago è quello dello Scennerato nella zona sud-est. Anche questo inghiottitoio si trova nell'interno di un anfiteatro roccioso, che lo comprende.

L'inghiottitoio Scennerato ha forte capacità di smaltimento e tutto il territorio circostante nel raggio di 500÷600 m è permeabile e presenta avvallamenti ed imbuti caratteristici nelle zone assorbenti.

Vicino all'inghiottitoio Scennerato vi è il piccolo inghiottitoio del Caporale che può assorbire anche 1/2 mc al secondo. Tutta la zona fra Caporale e Scennerato è pure leggermente assorbente.

Infine sulla riva sud del lago vi è la zona cosidetta della Bufalara, in cui mancano inghiottitoi veri e propri, ma sono frequenti le lesioni e gli avvallamenti.

La Società Meridionale di Elettricità ha circuito con dighe in terra tutti questi inghiottitoi e queste zone assorbenti e gli sbarramenti hanno uno sviluppo complessivo di 3600 m.

Prime notizie pluviometriche.

Fin dal 1895-96 l'Ing. Zoppi, Capo della Divisione Idraulica e Miniere del R. Ministero di Agricoltura Industria e Commercio, pubblicava delle notizie circa la piovosità media annuale del lago Matese e stabiliva in base a lucide argomentazioni che tale piovosità fosse dell'ordine di 1600 mm all'anno.

Successivamente l'Ing. Omodeo in una relazione del 1906 segnalava in linea induttiva una pioggia annua media non inferiore a 2000 mm.

Le prime misure idrologiche, di cui vi è traccia nell'archivio S.M.E., sono quelle dell'Ing. Borgström e rimontano al 1906-1907. Il Borgström ha segnalato nel 1907 come medie di tre stazioni pluviometriche una precipitazione annua di 3017 mm. I tre pluviometri erano rispettivamente collocati in località Gola (1010 sul mare) Spina (1070 sul mare) Prete Morto (1100 sul mare), circostanti il lago Matese.

Il 26,8% della precipitazione è avvenuto nel primo quadrimestre, il 7,2% nel secondo e il 66% nel terzo quadrimestre dell'anno.

Misure pluviometriche ed idrologiche sono state quindi eseguite nel 1910 dall'Ing. Oscar Foderà, il quale valutando le precipitazioni meteoriche, le portate dei principali affluenti del lago, le oscillazioni di livello del bacino e i deflussi attraverso i due inghiottitoi principali delle Brecce e dello Scennerato, stabilisce un primo bilancio idrologico delle acque del lago.

Le precipitazioni, misurate al pluviometro Gola, sono state rispettivamente nel 1909 e nel 1910: 2.453 mm e 2.368 mm Lo stesso Ing. Foderà per l'anno idrologico dal 28 ottobre 1909 al 27 ottobre 1910 segnava una precipitazione di 2.685 mm distribuite in questo modo: 40% dal 28 ottobre al 31 dicembre 1909; 37% dal 1° gennaio al 12 aprile 1910; e il residuo 23% dal 12 aprile al 27 ottobre 1910.

Il Foderà, trascurando le perdite di infiltrazione e ritenendo bilanciata la perdita di evaporazione su i due termini da lui calcolati, afflussi ed erogazioni attraverso gli inghiottitoi, stabilisce il bilancio con l'equazione seguente:

« Le affluenze complessive del lago sono uguali alle erogazioni complessive del lago, aumentate delle perdite di evaporazione e delle accumulazioni di acqua nel bacino lacustre e diminuite dell'acqua di pioggia caduta direttamente nel lago e della quantità d'acqua perduta nel bacino lacustre ».

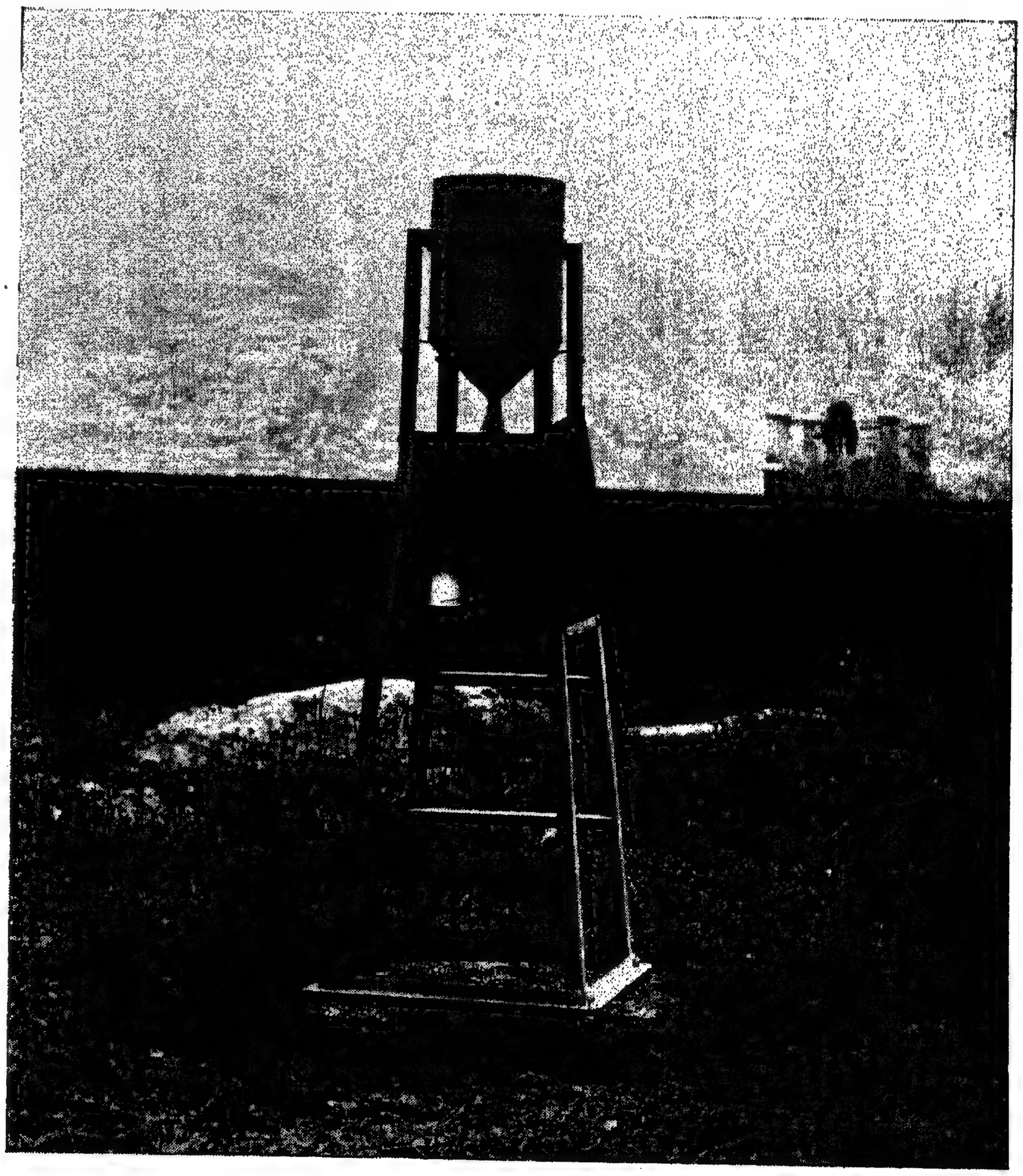


Fig. 5. - Pluviografo.

Il rapporto tra le portate complessive delle affluenze e le precipitazioni meteoriche del bacino dà il coefficiente di scolo.

Stabilita così l'equazione, il Foderà ha ottenuto come quantità media di acqua erogata dagli imghiottitoi Brecce e Scennerato nel 1909 la cifra di 1.334 l/sec e nel 1910 1.593 l/sec.

L'anno idrologico è stato diviso in due periodi, invernale dal 1° ottobre al 5 maggio ed estivo dal 6 maggio al 30 settembre 1923.

Nel primo periodo l'afflusso totale al lago è stato ottenuto aggiungendo all'invaso finale i diversi quantitativi di acqua

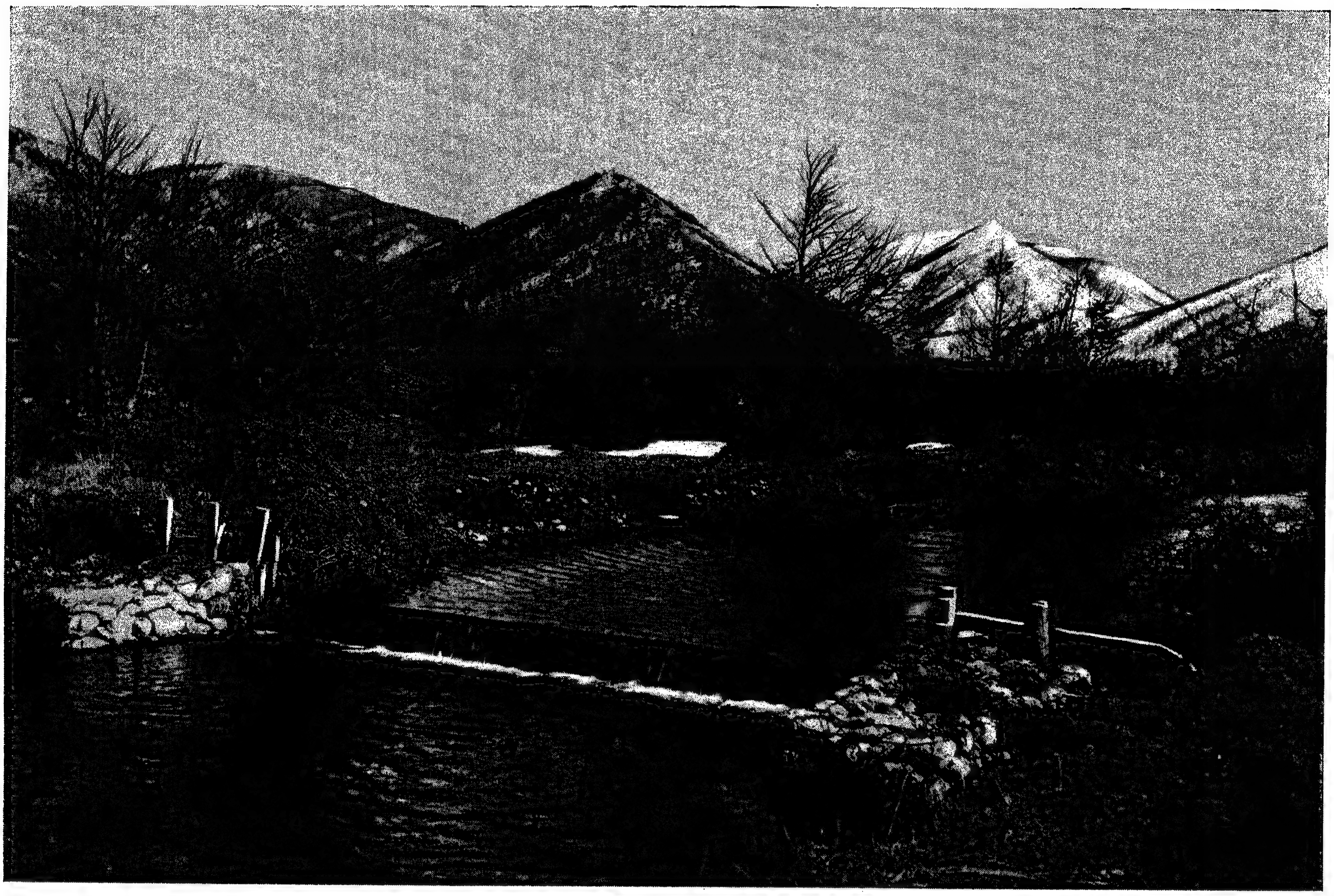


Fig. 6. - Uno degli stramazzi di misura.

scaricati, utilizzati o perduti e così si è avuto un afflusso totale di 27.900.000 mc, che è il 37,7 % dell'intera precipitazione avvenuta nel bacino.

Nel periodo estivo gli afflussi sono stati invece misurati mediante stramazzi installati sui vari affluenti del lago (fig. 6) ed aumentando la somma del 20% per tener conto di eventuali scoli non misurati. In questo modo l'afflusso calcolato è stato il 10% della precipitazione avvenuta, per cui il coefficiente medio di scolo superficiale del primo anno di misura si riduce a 0,338.

Per desumere il dato più interessante e cioè la percentuale effettivamente utilizzabile delle precipitazioni, è stata stabilita in questo primo rapporto la seguente tabella delle evaporazioni medie mensili espresse in mm.

Ottobre	mm	80	Febbraio	mm	45	Giugno	mm	150
Novembre	»	45	Marzo	»	60	Luglio	»	190
Dicembre	»	30	Aprile	»	120	Agosto	»	170
Gennaio	»	40	Maggio	»	145	Settembre	»	125

con un totale annuo di 1.200 mm.

Questa tabella è stata desunta oltre che da alcune misure dirette mediante cassoni evaporimetri anche in base ai dati di bacini analoghi esposti sulla Carta Idrografica d' Italia, Vol. 26, pagine 449-461.

Così pure la portata minima erogata dai suddetti inghiottitoi è stata di 202 l/sec in agosto 1909 e la massima 4.961 l/sec in dicembre 1909.

Il coefficiente di scolo è risultato uguale a 0,94, valore perfettamente appropriato alla natura morfologica e geologica del bacino imbrifero Matese.

Dal 1910 al 1914 furono eseguite delle semplici osservazioni pluviometriche senza ricavare alcun bilancio o altra deduzione interessante se non quella che la precipitazione media è di poco superiore ai 2000 mm annui.

Le misure interrotte durante il periodo bellico furono riprese nel 1919 quando la costruzione dell'impianto idroelettrico venne definitivamente decisa.

Misure e studi idrologici.

Dal dicembre 1919 a tutto il giugno 1920 sono state fatte alcune misure pluviometriche, ma misure organiche sono state eseguite solo dal 1° ottobre 1922 in poi e sono appunto quelle che opportunamente ampliate ed indirizzate vengono anche oggi quotidianamente eseguite.

Nel primo anno idrologico 1° ottobre 1922-30 settembre 1923, la media delle precipitazioni dei due pluviometri Brecce e Defenza è stata di 2.103 mm, poco superiore alla precipitazione media prevista nel progetto definitivo, uguale a 2.000 mm annui.

In questo modo si sarebbero perduti nell'anno circa 5.275.000 mc per evaporazione e quindi supponendo il lago privo di ulteriori perdite il volume dell'acqua utilizzabile sarebbe stato nel primo anno uguale a 23.825.000 mc equivalenti al 27 % della precipitazione meteorica.

Nel successivo rapporto riguardante l'anno idrologico 1° ottobre 1923-30 settembre 1924, in cui si è avuta una precipitazione totale di 2.480 mm (media di due pluviometri) con simili considerazioni l'anno è stato diviso nei due periodi invernale ed estivo e i risultati ottenuti sono i seguenti:

a) periodo invernale 1° ottobre 1923-4 maggio 1924
precipitazioni 2.238 mm (media dei due pluviometri)
afflusso totale: mc 43.000.000
coefficiente di deflusso: 0,435
perdite di evaporazione calcolate con la tabella dell'anno idrologico precedente: mc 1.700.000
altre perdite ritenute trascurabili
coefficiente di utilizzazione: 0,416;

b) periodo estivo 5 maggio 1924-30 settembre 1924
precipitazioni: mm 242 (media dei due pluviometri)
afflusso totale: mc 1.070.000
coefficiente di deflusso superficiale: 0,108
perdite di evaporazione calcolate con la suddetta tabella: mc 3.350.000.

Dal bilancio del lago risulta un'eccedenza tra afflussi ed efflussi di mc 1.620.000, che vengono attribuiti a perdite per infiltrazioni.

Per tutto l'anno si è ottenuto un coefficiente medio di deflusso superficiale di 0,408, un coefficiente medio teorico di utilizzazione, inteso come percentuale delle precipitazioni che si sarebbero potute utilizzare evitando le perdite per sfioro e per infiltrazione, di 0,360 ed infine un coefficiente effettivo di utilizzazione di 0,178.

Nel terzo anno idrologico controllato dal 1° ottobre 1924 al 30 settembre 1925, il punto di divisione dei due periodi invernale ed estivo si sposta al 30 maggio 1925.

Nel primo periodo 1° ottobre 1924-30 maggio 1925 si verifica una precipitazione di 1447 mm e nel secondo una precipitazione di 337 mm.

L'afflusso totale nel primo periodo fu di 16.995.400 mc.

Le perdite di evaporazione sempre calcolate con la tabella precedente furono mc 1.750.000, per cui si hanno nel primo periodo un coefficiente di scolo di 0,28 e un coefficiente di utilizzazione di 0,24.

Per il secondo periodo la precipitazione fu di 337 mm; gli afflussi totali furono mc 8.416.200, le perdite per evaporazione mc 2.611.100, per cui il coefficiente di deflusso superficiale si ridusse ad appena il 0,025.

Per l'intero anno la precipitazione totale fu di 1784 mm (media di due pluviometri), il coefficiente medio di deflusso superficiale fu 0,22, il coefficiente teorico di utilizzazione (ammesse le sole perdite per evaporazione) 0,164 ed il coefficiente effettivo 0,142.

I risultati di questi tre anni idrologici sono riassunti nella seguente tabella

Anni	Precipitazioni (2 pluviometri)	Coefficiente di deflusso superficiale	Perdite di evaporazione mm	Perdite di evaporazione mc
1922–1923	2.103	0,338	1200 mm costanti nei tre anni.	5.275.000
1923–1924	2.480	0,408		5.050.000
1924–1925	1.784	0,222		4.361.100

La media della precipitazione dei tre anni è: 2.122 mm
» » dei coefficienti di deflusso è: 0,322

Queste medie se da una parte coincidono praticamente con i dati del progetto dell'impianto idroelettrico, dall'altra sono perfettamente corrispondenti alle osservazioni raccolte da altri sperimentatori su bacini appenninici di analoga natura e conformazione.

I bilanci idrologici.

Col 1° ottobre 1925 sono mutati i criteri, con cui vengono redatti i bilanci idrologici del lago.

Si è cercato nel miglior modo possibile di redigere dei bilanci molto approssimati e pertanto si è dovuto senza altro escludere il controllo idrologico del periodo invernale.

In questo periodo, oltre le difficoltà propire della stagione di poter eseguire con accuratezza le varie misure necessarie, è sopratutto impossibile la valutazione esatta degli afflussi al lago.

Il coefficiente di deflusso superficiale è nel Matese variabilissimo e per la natura carsica della montagna le acque meteoriche possono seguire, a seconda dei periodi, vie diverse per raggiungere il lago.

Accettata infatti dai geologi e dagli studiosi l'idea della esistenza di un livello sotterraneo, variabile con le stagioni, è immediata la conseguenza che l'acqua caduta per esempio direttamente sul vertice di monte Miletto possa indifferentemente defluire alla superficie ovvero scomparire per risorgere a quota 1500 oppure a quota 1100 o infine addirittura non arrivare più al lago, se per caso il livello idrico sotterraneo sia più basso del livello del lago.

L'analisi quantitativa del deflusso al lago dell'acqua meteorica non si può stabilire nemmeno in via approssimata, essendo il lago nei periodi invernali abbondantemente alimentato da scoli superficiali, da affluenti vistosi, da sorgive esterne e subacquee.

D'altronde è anche vero, l'esperienza dell'impianto idroelettrico lo dimostra, che il lago ha pure di inverno le sue perdite per infiltrazioni subacquee. A Centrale ferma, il livello del serbatoio si abbassa in una misura superiore a quella minima imputabile alla semplice evaporazione e quindi in effetti nei periodi invernali, dei vari termini del bilancio è noto solamente il consumo dell'impianto idroelettrico e ciò è troppo poco per risolvere l'equazione.

Nel periodo estivo invece, misurati gli afflussi, misurate le poche piogge, misurate le evaporazioni, essendo noti i consumi per l'impianto idroelettrico, si possono ricavare con sufficiente approssimazione i valori delle perdite ignote di infiltrazione.

Per poter stabilire un bilancio idrologico del lago nel suddetto periodo si sono sottoposti a valutazione separata i seguenti fenomeni:

a) variazioni di invaso nel lago;
b) pioggia che cade direttamente sullo specchio;
c) portata degli affluenti;
d) portata delle pompe allo Scennerato;
e) erogazione per l'impianto;
f) perdite note agli inghiottitoi;
g) perdite per evaporazioni.

Le perdite ignote di infiltrazione sostituiscono appunto l'incognita da trovare con l'equazione del bilancio.

Nel periodo estivo per variazioni di invaso, intese sempre come decremento, è immediata la seguente equazione:

Variazione di invaso = Erogazione per l'impianto + Perdite note agli inghiottitoi + Perdite per evaporazione + Perdite ignote di infiltrazione — Pioggia caduta direttamente sullo specchio — Portata degli affluenti — Portata delle pompe di ricupero all'inghiottitoio Scennerato.

da cui si deduce:

Perdite ignote di infiltrazione = Variazione di invaso + Pioggia caduta direttamente sullo specchio + Portata degli affluenti + Portata delle pompe di ricupero all'inghiottitoio Scennerato — Erogazione per l'impianto — Perdite note agli inghiottitoi — Perdite per evaporazione.

Quindi sinteticamente indicando:

Fornitura:
- Variazione di invaso
- Pioggia caduta direttamente sullo specchio
- Portata affluenti
- Portata pompe di ricupero all'inghiottitoio Scennerato

Consumo:
- Erogazione per l'impianto
- Perdite note all'inghiottitoio
- Perdite per evaporazione

si ha che le perdite ignote di infiltrazione sono uguali alla fornitura meno il consumo.

La valutazione dei precedenti termini del bilancio è stata eseguita con criteri, che qui andiamo esponendo:

a) Variazione di invaso.

Dalla lettura giornaliera dell'idrometro collocato presso le opere di presa delle Brecce si desumono i valori quotidiani dell'invaso del bacino, servendosi di tabelle stabilite con accurati rilievi topografici della conca del lago.

La valutazione di questo termine è relativamente esatta e gli errori di lettura giornaliera si compensano in media fra loro in un lungo periodo di tempo quale è quello sottoposto ogni anno all'esame.

In alcuni anni, in cui il livello del serbatoio viene molto abbassato, occorre tener conto della possibilità che si verifichino dei dislivelli di acqua tra i vari punti più lontani del lago a causa della fitta vegetazione emergente. Questi dislivelli, che si stabiliscono al disotto di una certa quota, sono stati oggetto di attente misure mediante diversi idrometri disseminati nei varii punti e, negli anni in cui si sono verificati, la valutazione della variazione d'invaso è stata corretta in base ai dislivelli controllati pure quotidianamente.

Occorre però notare che negli ultimi tre anni sia perchè il lago non si è troppo abbassato e sia sopratutto perchè con una opportuna falciatura della vegetazione si sono mantenuti liberi dei canali di deflusso tra i punti periferici e le opere di presa, i dislivelli riscontrati sono stati minimi sì da non importare alcuna correzione alle tabelle d'invaso su cui si fa il conto della variazione di questo.

b) Pioggia caduta direttamente sullo specchio.

Le rare pioggie estive dell'altopiano Matese sono quasi senza conseguenza per l'aumento del livello del lago, perchè, a causa dell'aridità del massiccio calcareo su cui cadono, vengono assorbite in maggior parte e vanno ad alimentare la copiosa idrografia sotterranea.

Si nota a conferma che il coefficiente medio di deflusso superficiale nei mesi estivi è pressochè nullo e perciò ci è parso logico di valutare gli afflussi al lago sia calcolando la pioggia direttamente caduta nello specchio sia misurando l'acqua defluente nei fossi di raccolta confluenti al lago.

La valutazione della pioggia che cade direttamente sullo specchio è il prodotto di un'altezza pluviometrica per l'area del lago al momento della pioggia.

Le aree del lago sono il frutto di misurazioni topografiche e quindi costituiscono un dato abbastanza preciso e l'altezza pluviometrica è divenuta sempre più attendibile aumentandosi anno per anno la rete dei pluviometri disposti intorno al lago.

Non si tiene conto del parziale assorbimento della pioggia caduta per opera della vegetazione emergente dal lago, perchè il fenomeno sfugge a qualsiasi analisi quantitativa, ma si ritiene che l'errore in questo senso sia in parte compensato da un lieve inevitabile deflusso superficiale non misurato a sua volta dagli stramazzi collocati sugli affluenti del lago.

c) Portata degli affluenti.

Sopra gli affluenti e i fossi principali di raccolta delle acque superficiali sono installati fin dai primi tempi delle misurazioni degli stramazzi, mantenuti sempre in efficienza mediante opportuna sorveglianza, su cui ogni mattina gli osservatori prendono l'altezza idrometrica.

Con le opportune tabelle queste altezze vengono tradotte in l/sec.

Come si vede la misura di questo termine è semplice ed abbastanza precisa.

d) Portata delle pompe di ricupero all'inghiottitoio Scennerato.

La zona del lago circostante l'inghiottitoio Scennerato è tra le meno impermeabili del lago e quindi specie ad alta quota si verificano delle leggere infiltrazioni al disotto della diga in terra, che isola l'inghiottitoio omonimo.

D'altra parte poichè la diga è molto lontana dal punto dove si trova l'inghiottitoio, esiste dietro l'argine un piccolo bacino in cui si raccolgono molte acque superficiali defluenti dall'anfiteatro retrostante.

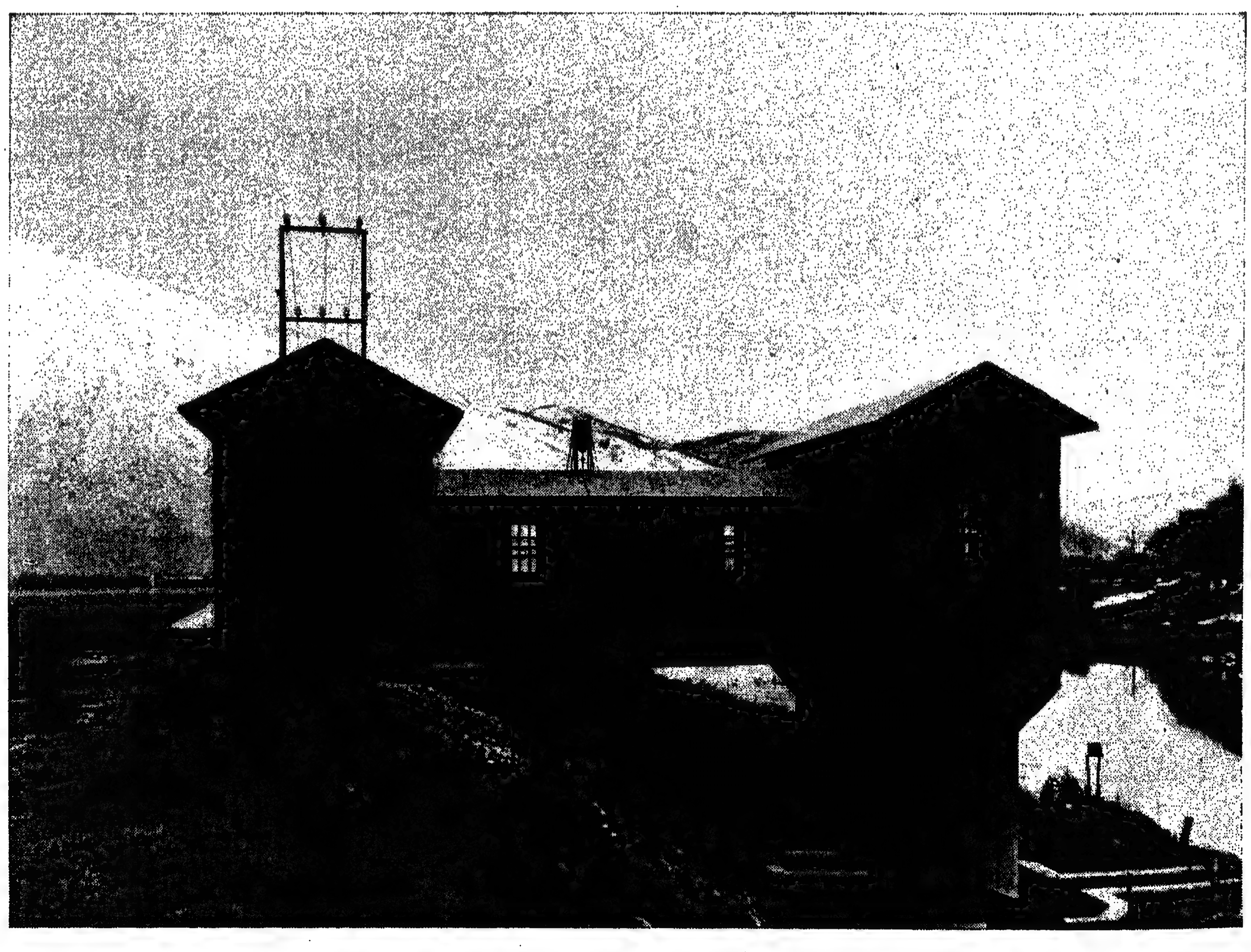


Fig. 7. - Stazione di pompaggio allo Scennerato.

Per ricuperare l'acqua di perdita del lago e l'acqua del bacino retrostante sono state perciò installate delle pompe centrifughe (fig. 7).

Si potrebbe obbiettare che il pompaggio costituisca un circolo vizioso almeno per l'acqua perduta attraverso la diga, ma così non è, perchè l'acqua riversata nel lago viene in gran parte rapidamente utilizzata dall'impianto idroelettrico prima ancora che lentamente possa rifiltrare al disotto della diga.

Il rendimento del pompaggio è basso, mantenendosi intorno al 50-60%, tuttavia il ricupero è ancora vantaggioso, specie utilizzando energia notturna.

Il canale d'invito alle pompe è provvisto di una bocca a battente e a stramazzo a secondo della quantità d'acqua e così si calcola assai bene ciò che si riversa nel lago.

Anche il computo quindi di questo termine è semplice ed attendibile.

e) Erogazione per l'impianto.

Mediante i consumi noti del macchinario ed il coefficiente di conversione mc/kWh ricavato e controllato periodicamente con misure dirette, è assai facile ricavare dai kWh di macchina i mc erogati per l'impianto.

La valutazione quindi di questo termine è sicura ed attendibile.

f) Perdite note agli inghiottitoi.

Le inevitabili lievi perdite dietro alle dighe sono state opportunamente raccolte ed incanalate agli inghiottitoi e vengono misurate mediante bocche a stramazzo. Sono complessivamente alcuni l/sec, i quali variano assai poco al variare della quota del lago. Anche questo termine è perciò valutato con grande approssimazione.

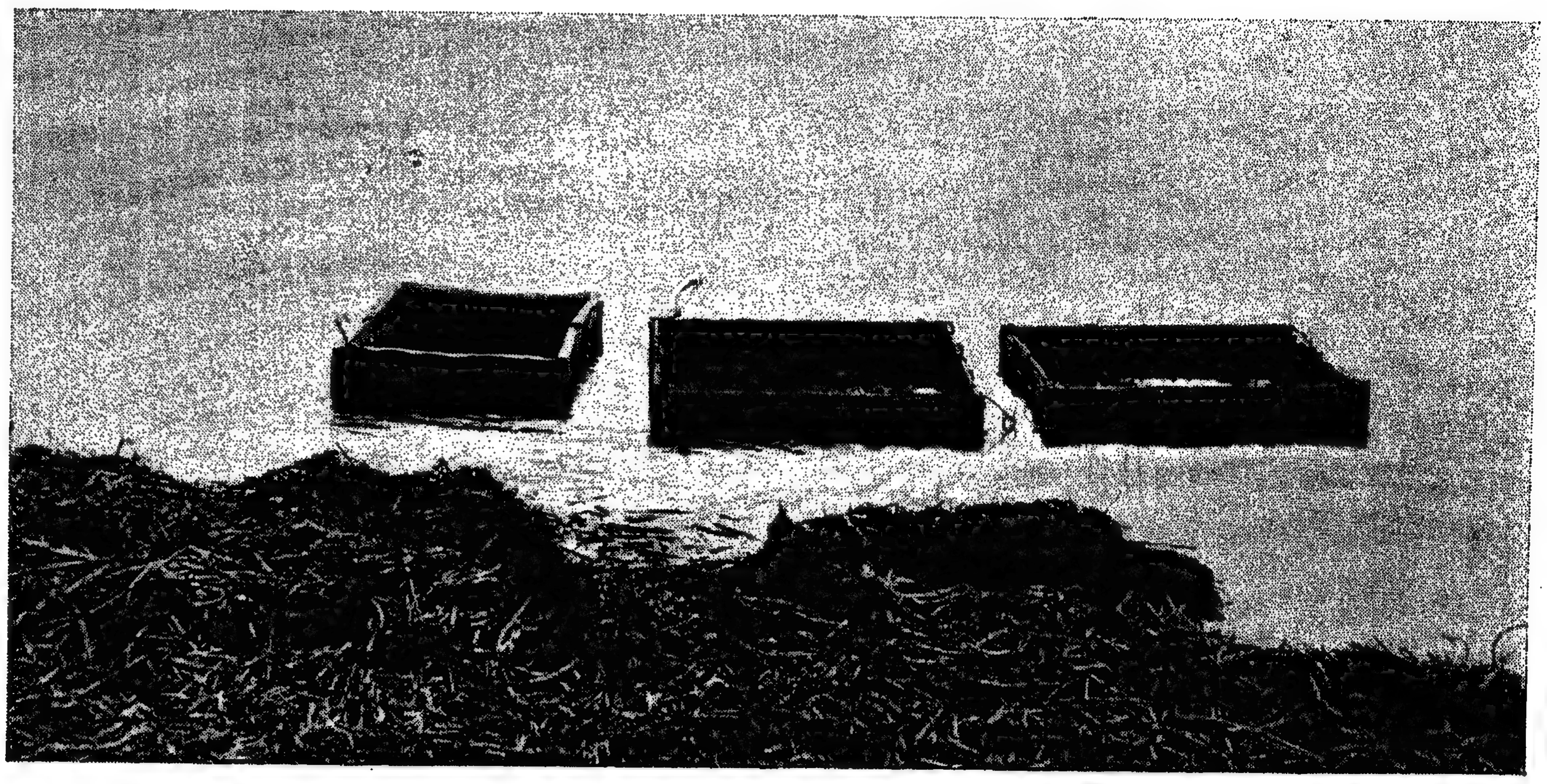


Fig. 8. - Cassoni evaporimetri.

g) Perdite per evaporazione.

Quest'ultimo termine del bilancio è sicuramente il più difficile a calcolarsi per l'enorme difficoltà di misurare le perdite effettive per evaporazione.

Nei primi tempi, come si è visto precedentemente, l'evaporazione è stata calcolata con coefficienti approssimati stabiliti sia con misure dirette, sia per analogia con laghi e bacini, che si trovano in simili condizioni del lago Matese.

La prima tabella d'evaporazione (riportata in precedenza)



Fig. 9. - Vegetazione emergente del lago Matese.

risultò alle misure dirette approssimata in eccesso ed allora anno per anno le perdite per evaporazione sono state calcolate servendosi dei risultati ottenuti nella stagione di misura.

Questi vari risultati sono tra loro concordanti e quindi si arriverà infine a stabilire una tabella media di evaporazione, che sarà assai utile per studi di precisione di bacini simili al lago Matese.

Le misure di evaporazione si eseguono al lago Matese mediante cassoni a forma quadrata (fig. 8) di lato 2 m e profondi m 0,50 i quali riempiti d'acqua vengono tenuti immersi nel lago in modo tale che solo i bordi sporgano appena dall'acqua.

Con il lago tranquillo e nelle buone giornate estive, essendo i cassoni disseminati in gran numero nei vari punti del lago, mediante due misure giornaliere, una all'alba e l'altra al tramonto, si stabilisce l'altezza d'acqua evaporata nel cassone nei due periodi notturno e diurno. Ripetuti controlli hanno provato che la temperatura dell'acqua del cassone era praticamente uguale a quella del lago circostante.

Questo metodo di misura diventa del tutto inefficace quando piove e quando tira forte vento e perciò la misurazione riesce possibile solo nei buoni periodi estivi.

Nei periodi invernali vengono a mancare quasi sempre le condizioni favorevoli alla misura, tuttavia si nota che in alcuni periodi di tranquillità i cassoni non hanno indicato alcuna perdita apprezzabile per evaporazione o per lo meno le altezze evaporate sono state sicuramente inferiori al quarto di mm, limite pratico delle nostre valutazioni.

Per tener conto che buona parte del lago è ricoperta da vegetazione si sono attrezzati quattro cassoni con i quattro tipi principali di piante acquatiche del lago e così si è constatato che l'evaporazione della superficie ricoperta da vegetazione supera in media di 1,4 — 1,6 volte l'evaporazione della superficie libera.

Altri fattori, come la temperatura media, la piovosità, lo stato idrometrico, e la direzione dei venti influiscono sicuramente, ma in modo che sfugge all'analisi, sull'andamento della evaporazione.

Nella tabella seguente sono indicati appunto dal 1926 al 1929 i risultati medi ottenuti con le misure eseguite sul lago Matese.

Le perdite per evaporazione sono espresse in mm per giorno.

ricoperta da vegetazioni (fig. 9) si è tracciata una curva di ripartizione, che indica per ogni quota del bacino la parte di area libera e la parte di area coperta dalla vegetazione.

In questo modo sulle due parti del lago vengono applicati i due diversi coefficienti misurati.

Si comprende bene che malgrado tutti questi accorgimenti il calcolo delle perdite di evaporazione è sempre il calcolo meno attendibile di tutto il bilancio, pur tuttavia i risultati ottenuti confrontati con bilanci sintetici del lago per i periodi in esame sono stati soddisfacenti essendosi avuti degli scarti dell'ordine del 5%, errore inevitabile inerente alle varie valutazioni.

Si sono in questo modo eseguiti dal 1923 al 1929 i vari bilanci idrologici del lago nei periodi estivi maggio-settembre.

Settimana per settimana si sono valutati i termini dell'equazione precedente e si sono ricavati i valori delle perdite ignote.

I valori delle perdite ignote sono, come è chiaro, funzione della quota del lago, ma a causa delle difficoltà della valutazione, sono distribuite nel periodo in esame secondo una linea spezzata con alti valori a quota alta e bassi valori a quota bassa. Alla linea spezzata è stata sostituita ogni anno una curva media e così con facilità si sono potuti ottenere i valori delle perdite in funzione della quota.

Nella tabella seguente sono espressi tali valori in l/sec:

Anni	Quote				
	1008	1009	1010	1011	1012
Periodo estivo 1923	34	60	125	290	650
» » 1924	85	100	135	210	390
» » 1925	34	55	205	375	580
» » 1926	—	—	—	—	—
» » 1927	72	96	142	368	616
» » 1928	35	55	190	360	660
» » 1929	(50)	(75)	225	530	(725)
Medie	51	73	170	355	603

NB. - I valori tra parentesi si sono ottenuti per estrapolazione.

Anni		Maggio	Giugno	Luglio	Agosto	Settembre	Medie o totali
1926	Temperatura media	—	13,1	15,1	15,8	16,1	15,—
	Piovosità mm	162,5	115,5	184,—	41,—	90,—	593,0
	Evaporazione c/ vegetazione	—	3,85	4,15	4,35	3,25	3,90
	Evaporazione senza vegetaz.	—	2,75	3,00	3,15	2,20	2,80
1927	Temperatura media	14,5	18,3	20,1	19,5	15,5	17,6
	Piovosità mm	81,—	14,—	11,—	7,5	39,—	152,5
	Evaporazione c/ vegetazione	3,12	4,95	5,60	4,75	3,12	4,30
	Evaporazione senza vegetaz.	2,20	3,85	4,65	3,80	2,20	3,34
1928	Temperatura media	11,6	17,1	20,9	20,9	17,3	17,6
	Piovosità mm	130,—	—	30,5	3,—	185,5	350,0
	Evaporazione c/ vegetazione	2,23	4,90	6,17	6,31	3,05	4,53
	Evaporazione senza vegetaz.	1,25	2,28	3,90	3,60	2,00	2,60
1929	Temperatura media	13,2	17,3	18,6	18,6	15,8	16,7
	Piovosità mm	130,05	112,30	3,37	167,33	192,49	605,54
	Evaporazione c/ vegetazione	1,75	1,82	2,75	2,15	1,69	2,03
	Evaporazione senza vegetaz.	1,12	1,27	1,90	1,75	1,00	1,40

Moltiplicando l'altezza giornaliera di evaporazione per l'area della superficie lacustre si hanno giorno per giorno i mc. perduti per evaporazione.

Per tener conto della maggiore evaporazione della superficie

Il 1926 non ha dato al bilancio risultati concreti ed attendibili a causa della grande piovosità, per cui si verificarono degli afflussi ignoti notevoli anche nel periodo estivo.

Nel 1927-28-29 sono stati eseguiti dei controlli sui bilanci

ottenuti con i criteri su accennati e le differenze riscontrate sono state minime.

Riportiamo qui sotto i riassunti:

Anno 1927

Esistenza 1° maggio	13.100.000 mc
» 30 settembre	2.100.000 »
Svaso avvenuto	11.000.000 mc

Nel periodo sono affluiti in totale al lago mc 2.154.570 e sono stati erogati per l'impianto mc 7.015.025 per cui le perdite complessive di infiltrazione e d'evaporazione sono:

mc (11.000.000 + 2.154.570 — 7.015.025) = mc 6.139.545

Il bilancio numerico segnava una perdita complessiva di mc 6.026.315 con uno scarto in meno di appena l'1,6%.

Anno 1928

Esistenza al 1° maggio	12.970.000 mc
» al 30 settembre	2.290.000 »
Svaso avvenuto	10.680.000 mc

Nel periodo sono affluiti al lago in totale mc 3.681.677 e sono stati erogati per l'impianto mc 8.393.710, per cui le perdite complessive per infiltrazione ed evaporazione sono

mc (10.680.000 + 3.681.687 — 8.393.710) = 5.967.967 mc

Il bilancio numerico indica invece una perdita totale di mc 5.765.868 inferiore di appena il 3,3 % al valore precedente.

Anno 1929

Esistenza al 1° maggio	10.870.000 mc
» al 30 settembre	6.600.000 »
Svaso avvenuto	4.270.000 mc

Nel periodo sono affluiti al lago in totale mc 7.168.980, sono stati erogati per l'impianto mc 4.873.700, per cui le perdite complessive per infiltrazione ed evaporazione sono

mc (4.270.000 + 7.168.980 — 4.873.700) = 6.565.280 mc

Il bilancio numerico indica invece una perdita totale di mc 6.988.270 superiore di circa il 6,5 % al valore precedente.

Conclusioni.

Queste poche notizie idrologiche, ottenute anno per anno, per quanto siano praticamente concordanti fra loro, non permettono, allo stato attuale, di dedurre delle conseguenze sicure ed inoppugnabili sulle vere caratteristiche dell'idrologia del Matese.

È evidente come in questo campo solo un numero stragrande di osservazioni metodiche, ripetute annualmente, può permettere agli studiosi di idrologia di ottenere conseguenze e deduzioni interessanti.

Ciò non pertanto, senza eccessivo timore di essere smentiti dalle osservazioni future, ci sembra chiaro poter indicare le seguenti conclusioni:

Precipitazione annua media poco più di 2000 mm.

Coefficiente medio di deflusso superficiale: 0,30 — 0,35.

Evaporazione media estiva su superficie libera da vegetazione emergente: mm 2,5 al giorno.

Evaporazione media estiva su superficie coperta da vegetazione emergente: mm 3,7 al giorno.

L'evaporazione su superficie con vegetazione è in media 1,5 volte maggiore quella su superficie senza vegetazione.

L'evaporazione nel periodo invernale, novembre-marzo, è praticamente trascurabile.

Perdite di infiltrazione a seconda della quota durante la stagione estiva con bacino montano arido e secco:

1008	51 l/sec
1009	73 »
1010	170 »
1011	355 »
1012	603 »

Perdite medie d'infiltrazione, a seconda della quota, nel periodo invernale con bacino montano ricco di acqua, sfuggono a qualsiasi analisi quantitativa, ma sono sicuramente inferiori a quelle estive.

Le notizie idrologiche del Matese, raccolte brevemente in questa nota, si riferiscono, come si è già detto a periodi saltuari. Con la continuazione da parte della Società Meridionale di Elettricità di osservazioni idrologiche ininterrotte e compiute con metodo e con cura, è sperabile che in un non lontano avvenire si possano valutare nella giusta misura altri fattori importantissimi quali gli afflussi subacquei, il funzionamento degli inghiottitoi, l'influenza della temperatura, dei venti e dell'umidità sull'andamento dell'evaporazione, arrivando ad un completo capitolo sulla idrologia del massiccio.

Napoli, Febbraio 1930 - VIII.

Ing. Luigi Selmo.

ING. GABRIO VIDULICH

DELLA SOC. ANON. COSTRUZIONI

Costruzione di una diga in terra con il sistema semi idraulico

(Saluda South Carolina)

La Lexington Power Company ha intrapreso sul fiume Saluda la costruzione di uno sbarramento di 2400 m di lunghezza, 63 m di ritenuta e 7.400.000 mc di cubatura.

La costituzione delle sponde, composte da finissima argilla rossa, ha indotto i progettisti a costruire lo sbarramento completamente in terra; struttura questa economicamente molto più vantaggiosa di tutte le altre.

La mole dell'opera e il sistema di costruzione della diga hanno portato a degli accorgimenti tecnici di esecuzione ed a una organizzazione del lavoro di notevole interesse.

DATI DELL'IMPIANTO.

Lo sbarramento invaserà due miliardi e 850 milioni di mc d'acqua che serviranno parte a scopo irriguo e parte per la produzione di energia.

La centrale si trova immediatamente a valle della diga ed è alimentata da 4 condotte di m 4.80 di diametro costruite in ferro e rivestite esternamente da un mantello di calcestruzzo (figura 2).

Le 4 condotte passano attraverso il corpo della diga la quale è pure attraversata da un tunnel in cemento armato a sezione semicircolare di m 14,5 di diametro che servirà da scarico di fondo; qualora però durante l'esercizio si dimostrasse la sua inutilità esso verrà adibito a contenere altre due condotte di m 4,80 di diametro.

Verranno installate perciò quattro o sei turbine Francis da 44000 HP. Gli organi di regolazione delle condotte e del tunnel saranno manovrati da 5 torri in cemento armato del diametro di 10 e rispettivamente 20 m che verranno raggiunti dal ciglio della diga a mezzo di una teleferica.

A valle della diga sorgono, in corrispondenza alle quattro condotte, quattro pozzi piezometrici in lamiera.

Sulla sponda destra del Saluda è praticato uno sfioratore a 4 porte della larghezza complessiva di m 50, capace di smaltire una portata di 1.840 metri cubi al secondo.

La diga ha nella sua sezione maestra una larghezza di 354 me-

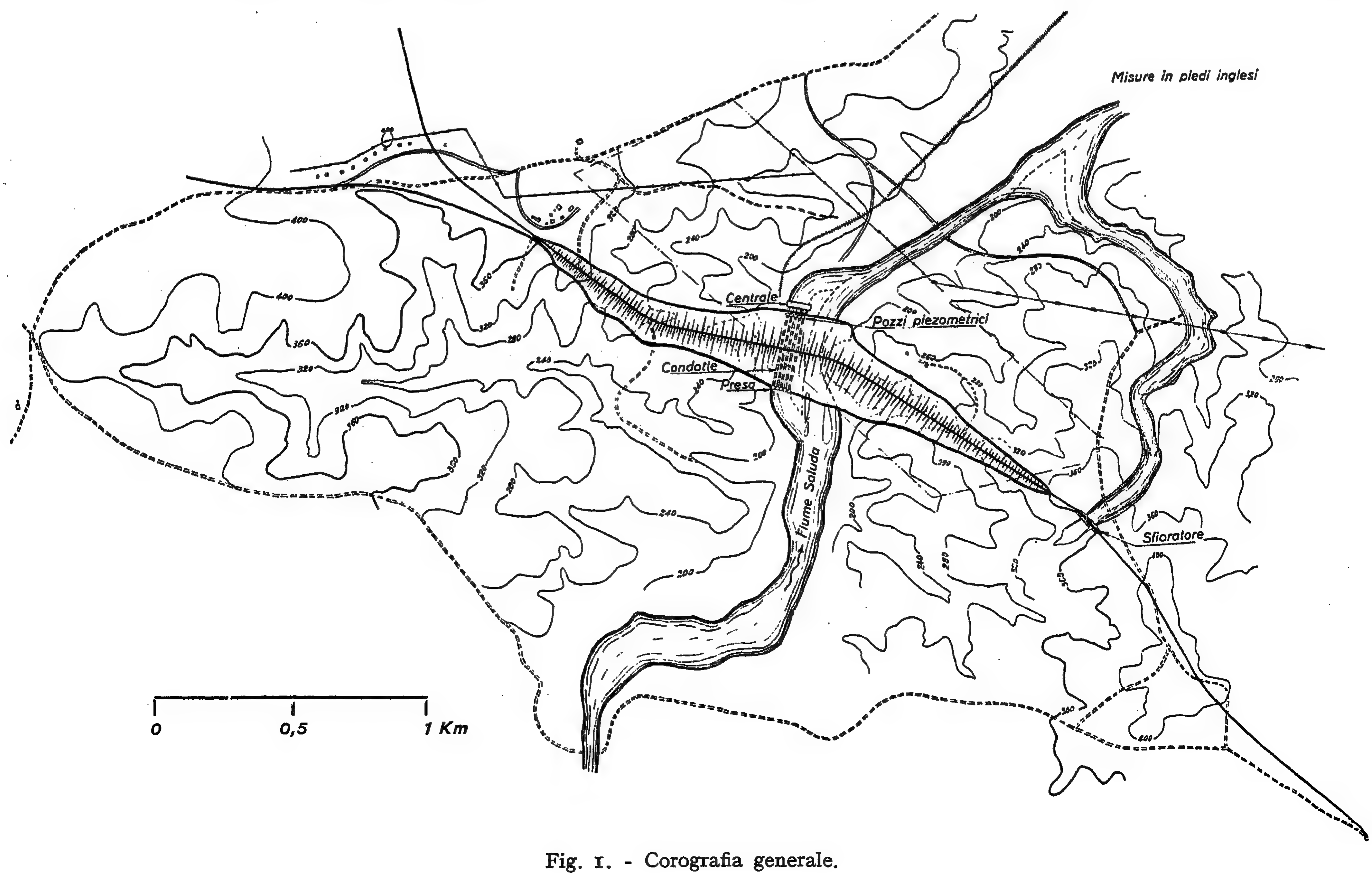


Fig. 1. - Corografia generale.

tri alla base e 8 metri al coronamento con una pendenza di 1 su 3 nel paramento a monte e 1 su 2.5 nel paramento a valle. La parte di paramento a monte contenuta tra i livelli di massimo e minimo invaso viene rivestita in muratura a secco e l'unghia a valle, nella parte centrale, è difesa da un muraglione di calcestruzzo contro eventuali rigurgiti; tutto il paramento a valle sarà poi ricoperto di vegetazione.

La scelta della struttura della diga è stata subordinata a un accurato studio preventivo della quantità e natura delle argille che formano le sponde del Saluda e della loro attitudine a prestarsi alla formazione di una diga in terra del tipo semi-idraulico.

Come è noto questo tipo di diga in terra differisce dal tipo idraulico per il fatto che le parti esterne della diga sono formate da terra depositata a secco, mentre la parte centrale è formata da materiale asportato dalle parti laterali e decantato al centro a mezzo di forti getti d'acqua.

Il successivo deposito di materiale lungo le parti laterali

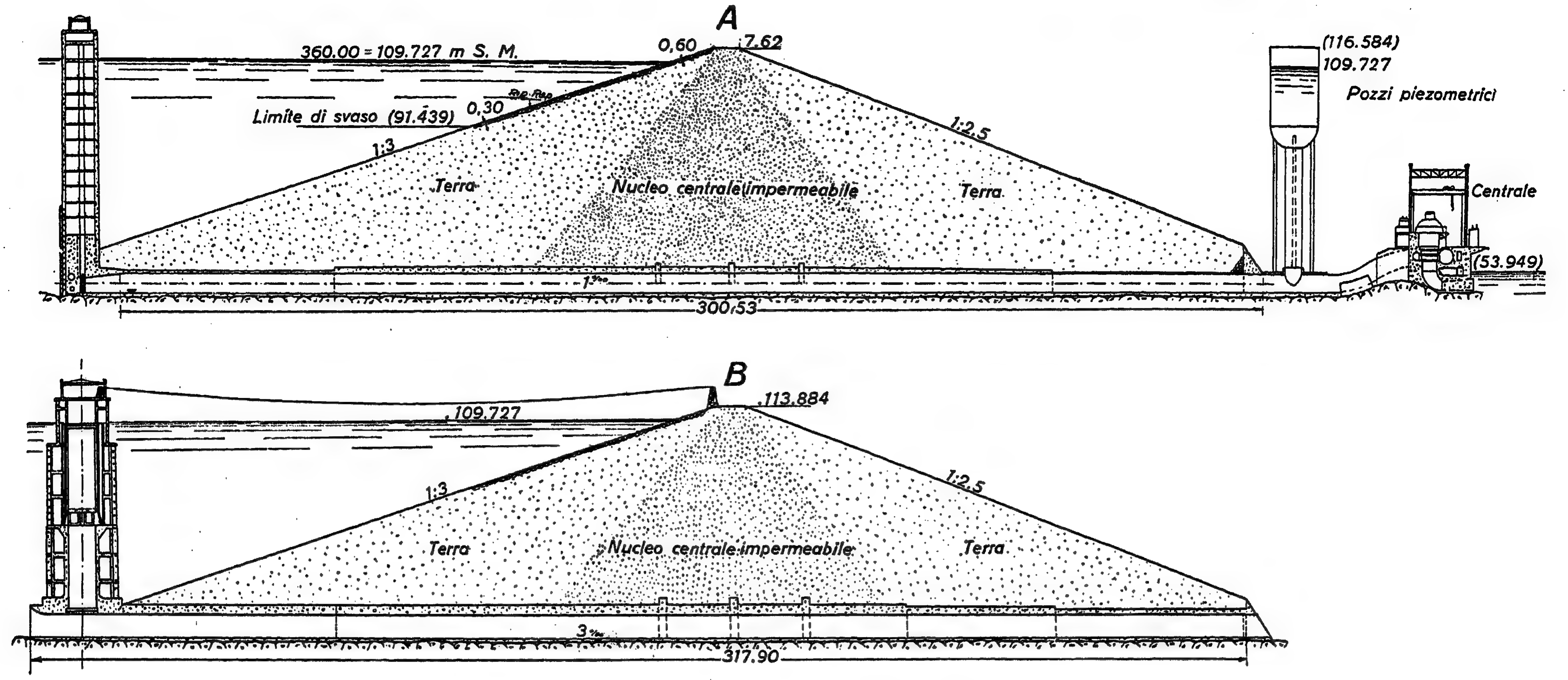


Fig. 2. - Sezioni tipo della diga.

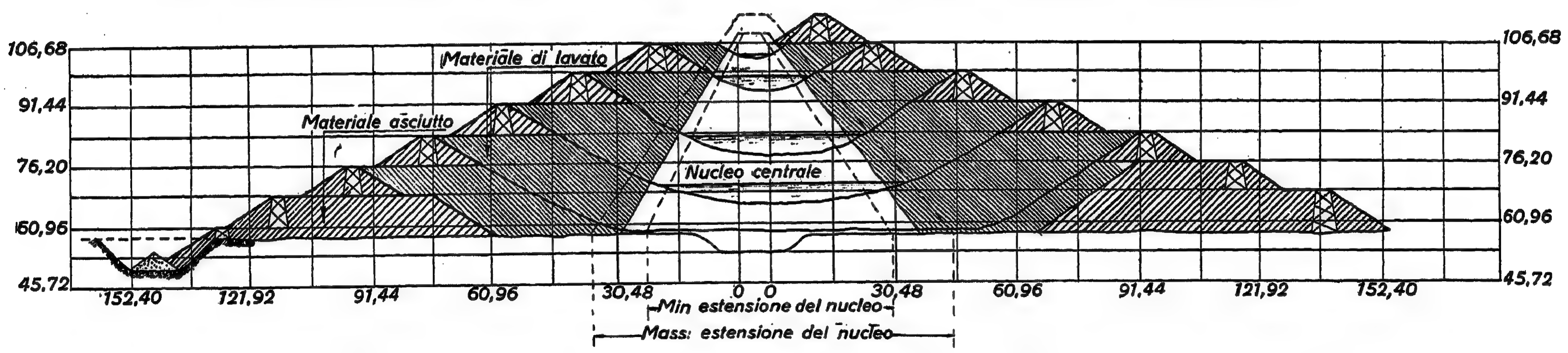


Fig. 3. - Sezione della diga mostrante i successivi depositi del materiale.

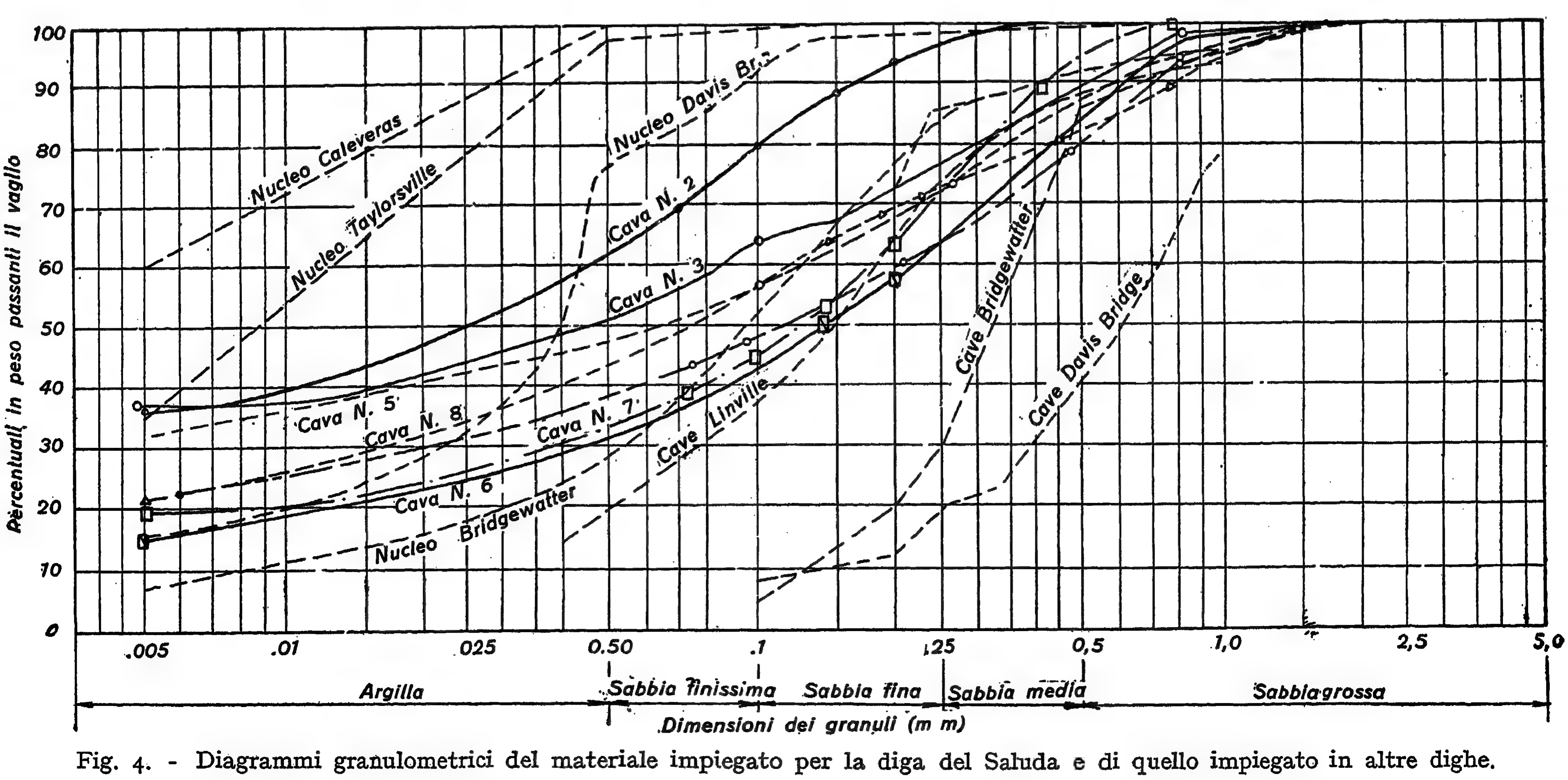


Fig. 4. - Diagrammi granulometrici del materiale impiegato per la diga del Saluda e di quello impiegato in altre dighe.

e il contemporaneo dilavamento delle scarpe interne dei due depositi secchi porta alla formazione di un corpo la cui sezione può essere divisa in 5 zone distinte: le 2 parti esterne che non hanno subita nessuna alterazione, le 2 parti mediane composte da materiale secco ma dal quale il dilavamento ha asportato le parti sottili e infine la parte centrale (Core) composta dal limo asportato dalle parti mediane (fig. 3).

Questa parte centrale ha la stessa funzione che è attribuita in altri tipi di diga in terra al diaframma di calcestruzzo; cioè di abbassare la linea di imbibizione della sezione in modo che non tocchi l'unghia a valle della diga poichè se la linea di imbibizione incontrasse il paramento a valle l'equilibrio della struttura verrebbe compromessa da continui smottamenti. Naturalmente l'andamento della linea di imbibizione (che non è altro che la cadente dell'acqua di permeazione attraverso l'agglomerato) è funzione della permeabilità della terra e quanto minore sarà questa permeabilità tanto più bassa sarà la linea di imbibizione.

La perfetta conoscenza delle qualità fisiche del materiale è perciò della massima importanza; nel nostro caso queste qualità vennero accuratamente studiate in base alle esperienze già fatte su altre dighe e a una serie rigorosa e molto numerosa di prove fatte sul materiale del Saluda.

L'argilla delle cave a disposizione per la costruzione della diga ha la seguente composizione media:

Argilla rossa	75 %
Residui granitici	15 %
» gneiss, orneblenda, micascisti e argilla bruna	10 %
	100 %

Le qualità fisiche che vennero più accuratamente studiate sono: il peso specifico apparente e assoluto, la percentuale volumetrica dei vuoti, l'umidità percentuale in condizioni normali, la granulometria e la permeabilità (*percolation*). Sperimentalmente e basandosi su dati di altre dighe già costruite è stato ritenuto buono quel materiale che contiene il (43÷45) % di vuoti e ha un'umidità naturale del (18÷22) % in peso. Granulometricamente è stato ritenuto accettabile quel materiale che, non superando la dimensione massima di 5 mm non ha più del 30% in peso di elementi inferiori ai 5 millesimi di millimetro.

Questa composizione dà una permeabilità sufficentemente bassa e nello stesso tempo dà per dilavamento un limo abbastanza consistente così da evitare una eccessiva fluidità al nucleo centrale, fluidità che potrebbe procurare cedimenti e smottamenti durante la costruzione sino a che il nucleo centrale non è sufficientemente consolidato.

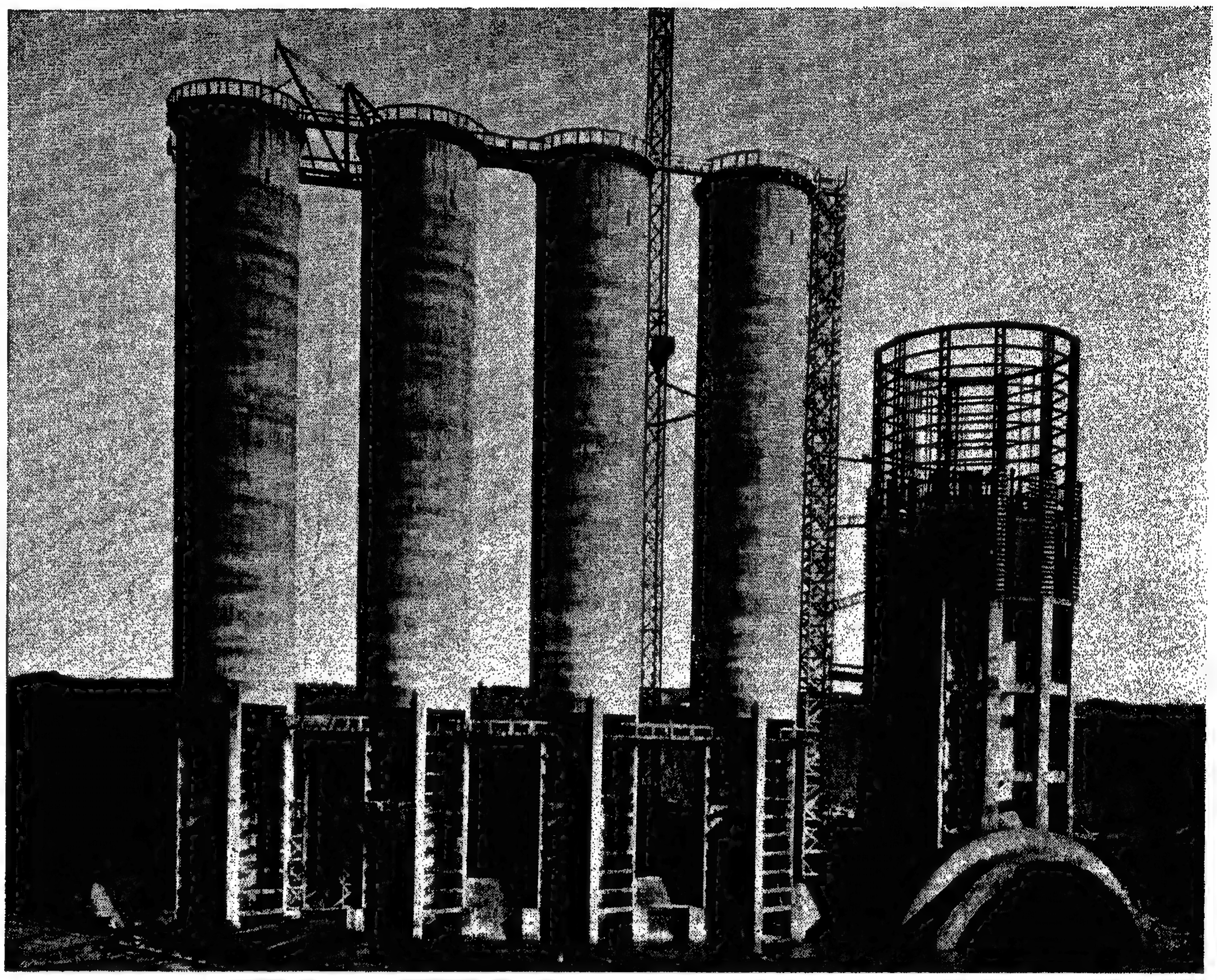


Fig. 6. - Le torri di manovra in costruzione.

La grossezza effettiva media del materiale, cioè la dimensione del vaglio che trattiene il 90% in peso del materiale e ne lascia passare il 10% si aggira tra i 2 e i 3 millesimi di millimetri. Questa grossezza effettiva, applicando le formule dello Slichter, dà una velocità di filtrazione di frazioni di centimetro al minuto, molto lontana quindi da quella di 15 centimetri al minuto, ritenuta la massima velocità di permeazione accettabile nel corpo di una diga in terra.

La fig. 4 mostra i diagrammi granulometrici del materiale delle varie cave al servizio della diga del Saluda in confronto a materiali che hanno servito nella costruzione di altre dighe in terra.

Determinate le cave più adatte, venne studiato il programma dei trasporti in modo da scaricare le terre provenienti dalle cave più povere di elementi fini e miste a blocchi nella parte esterna, riservando per le parti mediane materiali più ricchi di parti fine; così dopo l'impoverimento di materiali fini subito da queste ultime resta una certa omogeneità di consistenza tra le parti esterne e le parti mediane.

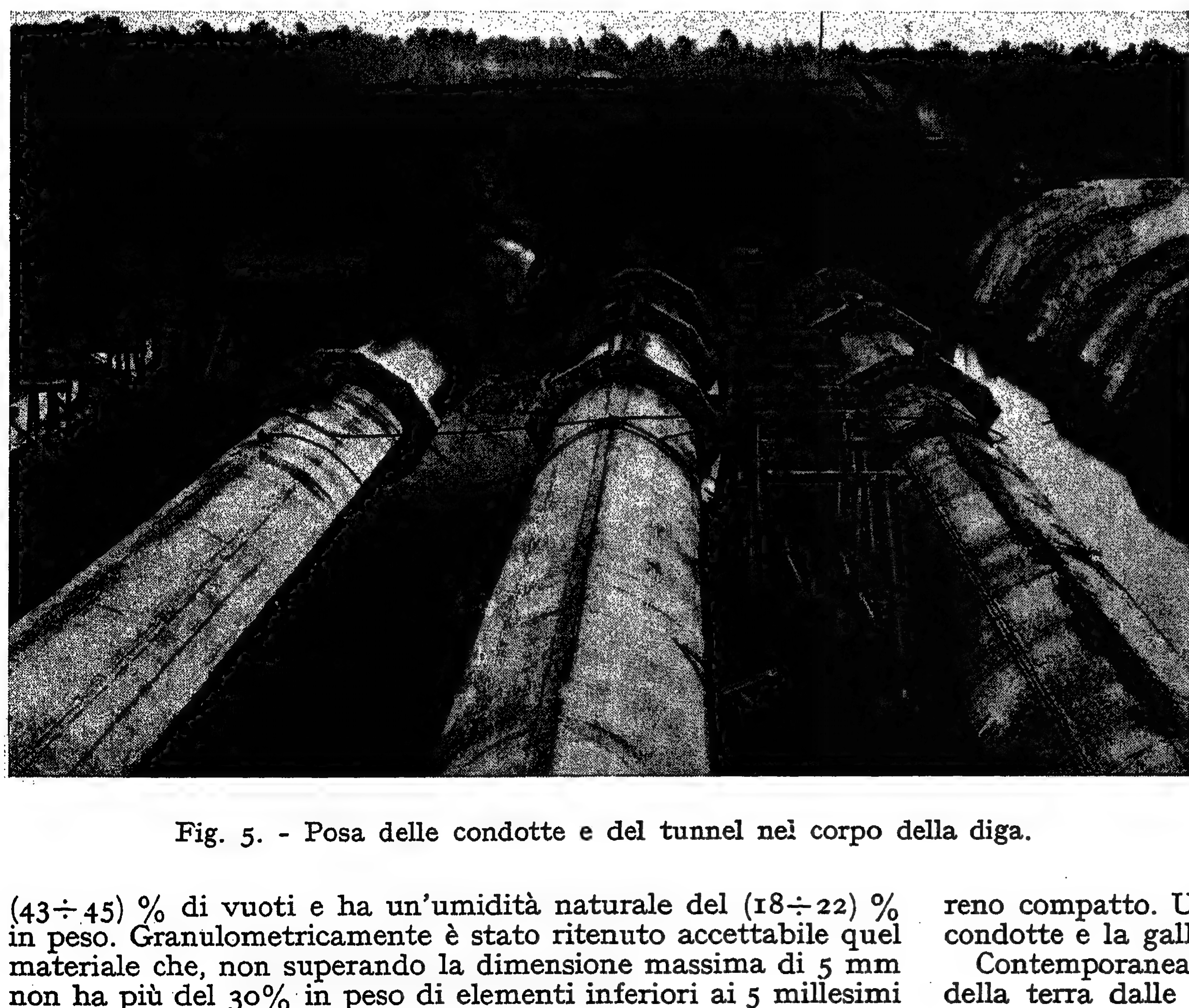


Fig. 5. - Posa delle condotte e del tunnel nel corpo della diga.

Programma dei lavori.

Il programma prevede tre anni di lavoro per ultimare la diga. I lavori sono stati cominciati nel settembre 1927 con la pulizia della zona sulla quale doveva sorgere la diga e lo scavo di una trincea di 6 metri di profondità e 15 di larghezza lungo il suo asse longitudinale. Scopo di questa trincea era di immorsare nel terreno il nucleo centrale e fondarlo su terreno compatto. Ultimata la trincea furono messe in opera le 4 condotte e la galleria semi circolare (fig. 5).

Contemporaneamente, posta la rete ferroviaria pel trasporto della terra dalle cave (30 chilometri di binario complessivamente) si cominciò l'ammassamento della terra lungo i paramenti. L'acqua del Saluda, deviata prima con sbarramenti

provvisori sulla sponda destra, venne incanalata nella galleria dopo la sua ultimazione e durante tutto il lavoro verrà smaltita per questa via.

Ultimati lo sfioratore, la diga e le torri di manovra (fig. 6), la galleria e le condotte verranno chiuse per il riempimento del lago che durerà da 10 a 12 mesi; di questo tempo si approfitterà per costruire la centrale. In questo modo si potranno costruire facilmente le fondazioni evitando qualsiasi deviazione d'acqua.



Fig. 7. - Il trasporto della terra.

Trasporto della terra.

Il rifornimento della terra è servito da 4 cave di prestito nelle quali lavorano complessivamente 7 escavatori a cucchiaio del volume da 3.00 a 1.5 metri cubi.

L'esperienza ha indotto i costruttori ad usare escavatori con motori a vapore che consumano 3,30 chilogrammi di carbone per metro cubo scavato ed hanno dimostrato un'efficenza maggiore di quelli con motori a nafta.

Un escavatore in buone condizioni può fare tre operazioni al minuto. La media giornaliera è di una operazione al minuto computandovi soste, incidenti, spostamenti, tempo perso nell'attesa dei treni, ecc.

La produzione complessiva media è di 15 mila metri cubi in 22 ore di lavoro. Il trasporto viene fatto da 10 treni a scartamento normale che trasportano carri da 10 metri cubi a scarico laterale automatico (fig. 7). Duecento carri sono sufficenti a mettere in opera i 15 mila metri cubi prodotti giornalmente con una distanza media di trasporto di 1,5 chilometri.

Posa in opera della terra.

Come si era detto precedentemente la sistemazione definitiva della terra viene fatta con il sistema semi idraulico: lungo i fianchi della sagoma finale della diga vengono anzitutto preparate due rampe in legname sulle quali vengono fatti correre i convogli carichi di terra.

Questa viene scaricata a destra e a sinistra sino a che non ha raggiunto il piano della rampa. Allora i binari vengono spostati gradatamente verso il centro per allargare la sezione nei limiti voluti dal progetto.

Quando i due contrafforti marginali hanno raggiunto gli spessori richiesti per tutta la loro lunghezza, viene pompata dell'acqua nel bacino centrale arginato da loro.

In questo bacino l'acqua raggiunge il livello di qualche metro più basso di quello raggiunto dalla terra.

Nella vasca così ottenuta vengono posti dei galleggianti che portano le pompe necessarie al dilavamento del materiale. Le pompe dirigono il loro getto lungo i pendii interni dei due contrafforti marginali, dilavando da essi la terra che contemporaneamente vi viene versata.

I getti d'acqua asportano da questa terra le parti più sottili che, convogliate dall'acqua stessa, vanno a decantare nella vasca centrale, formando così il nucleo centrale della diga (fig. 8).

Contemporaneamente sui due contrafforti laterali vengono costruite altre rampe per elevare il piano di scarico della terra e aumentare l'altezza dei contrafforti stessi. Le varie rampe di legname restano naturalmente immerse nel massiccio di terra.

Il succedersi di queste operazioni porta alla costruzione di una sezione come quella della fig. 3 alla quale per essere ultimata non manca che uno spianamento dei paramenti ai quali lo scarico della terra da varii ripiani ha lasciato un andamento a gradoni.

A questo scopo si impiegano degli escavatori a drag-line che spianano i paramenti assestando la terra che viene convogliata all'uopo sul posto con binari sistemati sui gradoni stessi.

Nella diga del Saluda s'impiegano 5 pompe da 100 HP per il dilavamento dei contrafforti e formazione del nucleo centrale. L'energia viene portata alle pompe da una linea galleggiante (vedi fig. 8).

Le 5 pompe asportano circa il 40% del materiale rovesciato sui paramenti interni dei contrafforti. Perciò per la posa di un metro cubo di terra del nucleo centrale occorrono

$$\frac{5 \times 22 \times 100}{1,36} \times \frac{1}{15.000 \times 0.40 \times 0.90} = 1,5 \text{ kWh}$$

considerando un assestamento del 10 % nel materiale del nucleo centrale.

Una pompa di 150 HP serve a mantenere il regime dell'acqua nella vasca che nel primo periodo del lavoro ha la superfice massima di 240.000 mq.

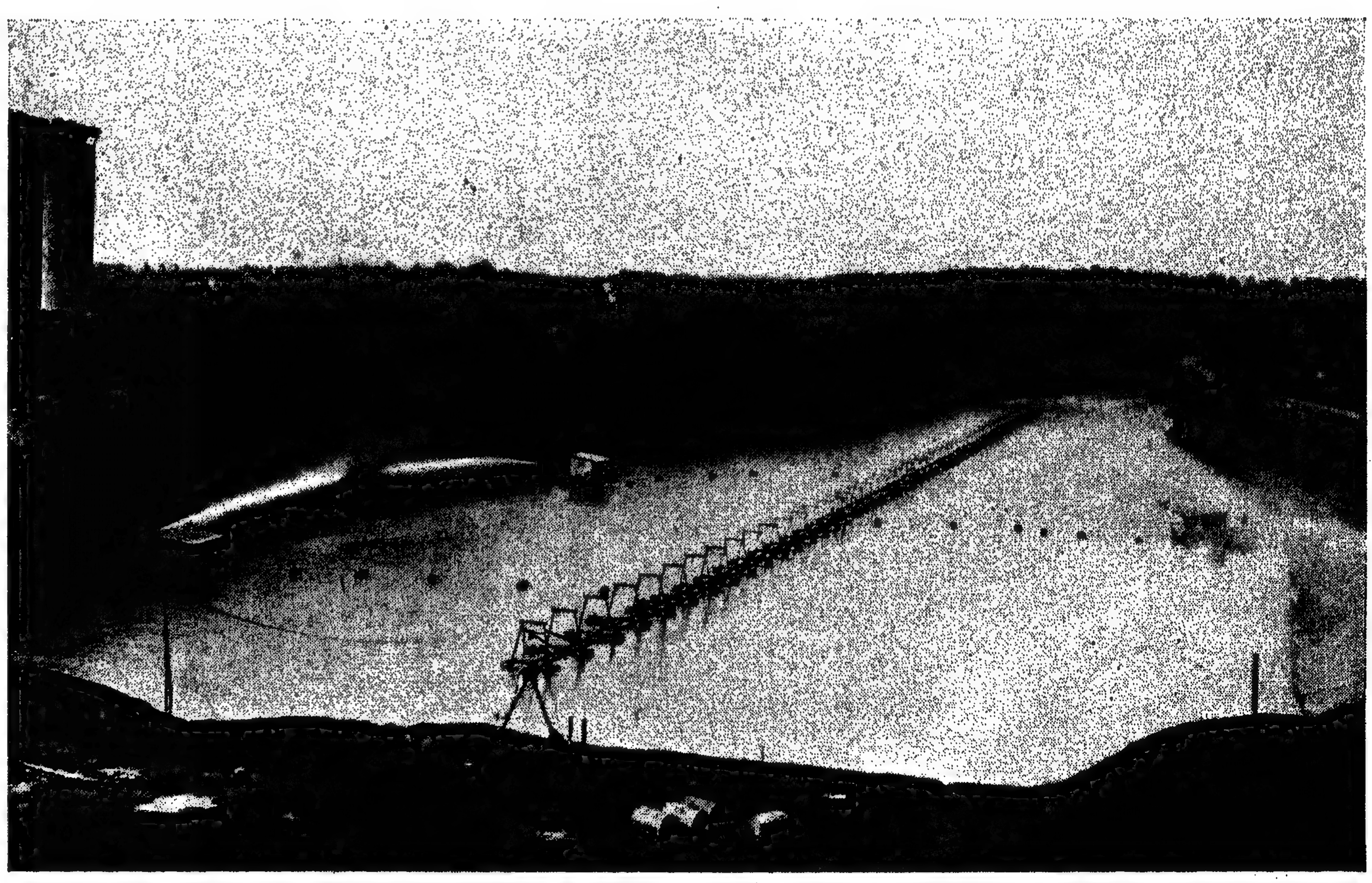


Fig. 8. - La vasca centrale durante il lavoro.

La parte più delicata delle operazioni descritte è naturalmente la costruzione del nucleo centrale. Perciò è sorvegliata molto accuratamente la pulizia della vasca dalla quale vengono giornalmente asportati i detriti vegetali che abbondano nell'argilla e che dal dilavamento sono portati a galleggiare nella vasca.

Per facilitare il prosciugamento del limo del nucleo la diga è attraversata da tubi in calcestruzzo di 40÷50 centimetri di diametro che nella zona del nucleo sono bucherellati; attraverso questi tubi viene smaltita parte dell'acqua che tiene in sospensione il limo. Questi tubi a costruzione finita verranno riempiti con calcestruzzo sotto pressione.

Durante la costruzione vengono prelevati di continuo dei campioni dal nucleo centrale in ragione di 1 per ogni 1000 metri cubi posti in opera. Il campione viene prelevato con un'apposita sonda circa 3 metri sotto la superficie superiore del nucleo. I campioni prelevati contengono in media il 55 o 60 % in peso d'acqua. Ciò fa ritenere che il prosciugamento del nucleo proceda rapidamente.

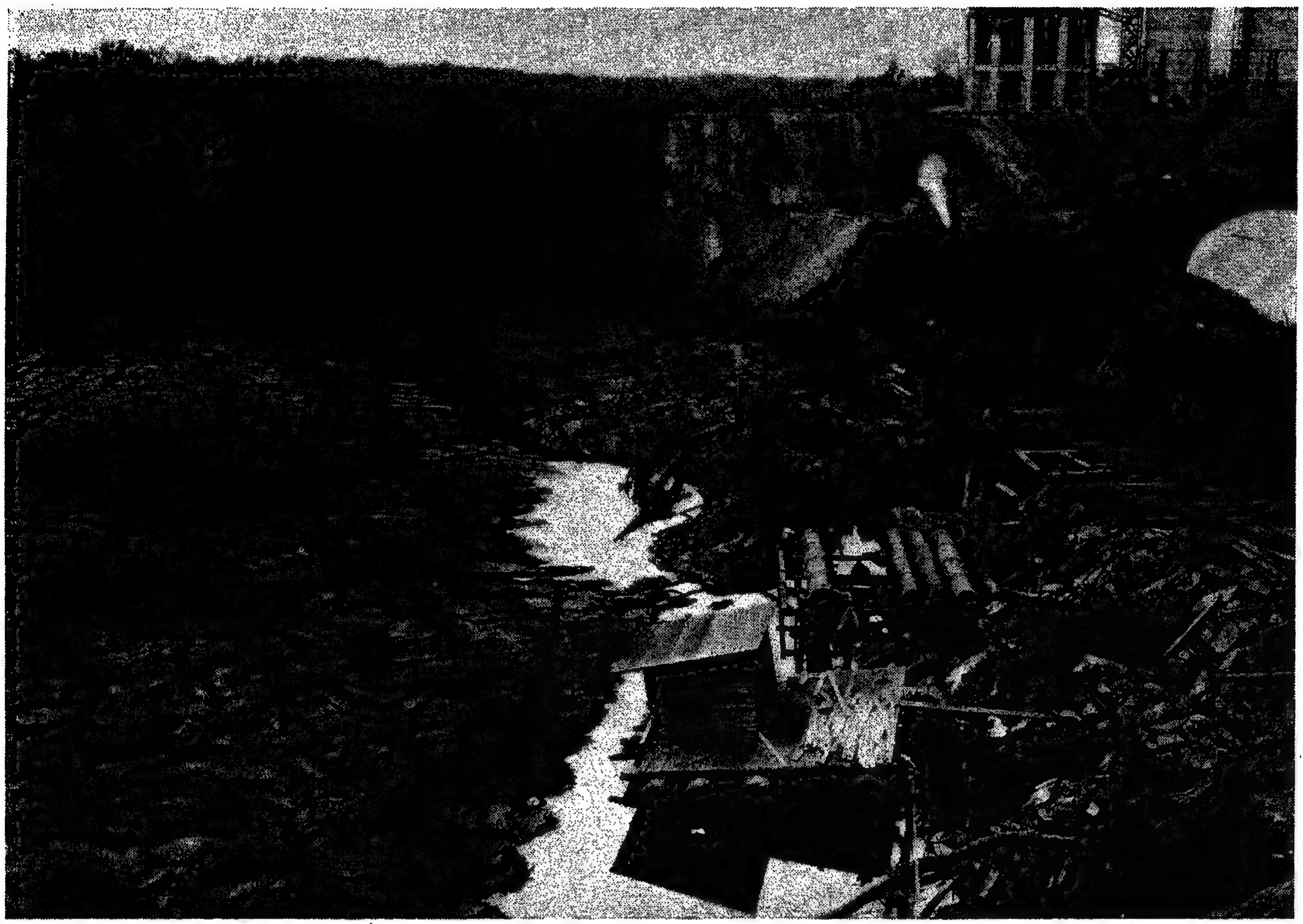


Fig. 9. - La zona centrale asciutta (si nota la superficie superiore del nucleo centrale).

A questo rapido prosciugamento, ottima garanzia alla stabilità dell'opera, contribuisce certamente la buona composizione granulometrica del materiale e la bassissima percentuale di granuli di dimensioni minori del millesimo di millimetro in esso contenuti.

ING. GABRIO VIDULICH.

ING. CARLO PALESTRINO
DIRETTORE CENTRALE DELLA S.I.P.

Studio e calcoli elettrici della linea a 220 kV da Cardano a Cislago

(*Continuazione, vedi fasc. II, vol. VII, pag.* 104, *Febbraio* 1930)

Nella prima parte del suo studio sulla conduttura a 220 kV Cardano-Cislago, pubblicata nel numero di febbraio della Rivista, l'Ing. Palestrino ha trattato essenzialmente del calcolo elettrico di tale linea. Nella parte che oggi pubblichiamo, l'A. svolge diffusamente ciò che è stato oggetto della sua comunicazione al Congresso di Bolzano della UNFIEL (giugno 1929), e cioè discute le ragioni che hanno determinato la scelta del tipo d'isolatore e l'adozione degli anelli di protezione; tratta inoltre in modo esauriente un'altra questione che oggi è di capitale importanza, e cioè la determinazione del fattore d'impulso sulle catene d'isolatori e sui passanti. Tratta infine e discute l'opportunità dell'installazione dei fili di terra per la protezione delle grandi linee.

L'A. si è giovato per il suo lavoro, oltre che del contributo di esperienza dei tecnici stranieri, di una serie di ricerche che ha avuto modo di compiere nei laboratori e nelle sale prove delle Case fornitrici.

L'ampio studio dell'Ing. Palestrino viene così a eccedere i limiti di un lavoro puramente descrittivo, per assumere l'importanza e l'interesse di una trattazione tecnica e sperimentale di molte questioni vitali attinenti alle grandi linee moderne di trasmissione.

PARTE II.

ISOLATORI.

La Società F.I.L. presentava due tipi di isolatori a sospensione di caratteristiche poco differenti, ma di dimensioni leggermente variate, denominati il primo tipo normale (1434) ed il secondo tipo (1426) le caratteristiche dei quali erano le seguenti:

TIPO		1434	1426
Diametro	mm.	254	254
Altezza	»	121	129
Sviluppo superficie a secco	»	260	300
Distanza utile sotto pioggia	»	120	110
Spessore porcellana	»	20	24
Peso dell'elemento	Kg.	4,1	5,3
Resistenza meccanica di prova	»	3000	4500
Perforazione sott'olio	V.	120.000	130.000

I due tipi differiscono quindi essenzialmente per le dimensioni della porcellana e presentano alla rottura una resistenza meccanica proporzionale.

Il tipo 1434 con elementi più piccoli, dava maggiore affidamento, secondo l'esperienza dei tecnici americani, specialmente tenuto conto anche della miglior distribuzione del potenziale, che si ha per una catena ad elementi più ravvicinati.

Come dimensione totale le catene di 15 elementi con isolatori 1426 risultavano naturalmente di maggiore lunghezza, e quindi si sarebbe potuto ridurre di uno il numero degli elementi. (Dati di offerta secondo catalogo).

Numero elementi	Tipo 1434 Lunghezza m/m	Tipo 1434 Arco a secco kV	Tipo 1434 Arco sotto pioggia kV	Tipo 1426 Lunghezza m/m	Tipo 1426 Arco a secco kV	Tipo 1426 Arco sotto pioggia kV
10 elementi	1210	515	441	1370	535	470
11 »	1331	556	484	1507	580	515
12 »	1452	600	528	1644	635	560
13 »	1573	650	560	1781	680	590
14	1694	680	600	1918	725	630
15	1815	720	640	2055	765	680
16 »	1936	755	670	2192	800	705
17 »	2057	790	700	2329	840	740

Il tipo di isolatore prescelto è stato il 1434 della F.I.L. con leggero aumento della dimensione in lunghezza, portata a 125 mm. invece di 121 mm. Con questi isolatori si sono formate catene di 15 elementi per fase nelle sospensioni semplici, catene di 16 elementi nelle sospensioni doppie e 17 elementi negli ammarraggi. Nelle sospensioni particolari le catene sono generalmente due e tre nella quasi totalità degli ammarraggi. La tabella VIII dà i valori della tensione d'arco a secco e sotto pioggia per gli isolatori tipo 1434 effettivamente adoperati nella linea, lunghezza 125 mm. La tabella stessa dà anche le tensioni d'arco per il nuovo tipo 1620 F.I.L. rinforzato delle seguenti caratteristiche:

Diametro	mm.	254
Altezza	»	155
Sviluppo superiore	»	250
Distanza utile sotto pioggia	»	120
Spessore porcellana	»	24
Peso elemento	Kg.	6,45
Resistenza meccanica	»	5000
Perforazione sott'olio	V.	140.000

Le catene sono montate con anelli sotto e sopra e precisamente alla parte inferiore si adottarono anelli di diametro 60 cm. formati di tubo di ferro di 6 cm. di diametro, e alla parte superiore anelli di 60 cm. formati di tondino di 15 mm. di diametro. L'anello inferiore si trova all'altezza della campana dell'ultimo elemento, e l'anello superiore identicamente all'altezza della campana dell'elemento che è agganciato alla mensola. Vedi fig. 19.

TABELLA VIII.

PROVE ARCO A SECCO E SOTTO PIOGGIA SUI TIPI 1434 - 1620 F.I.L.

Numero elementi	Arco a secco kV	Pioggia A.E.I. kV	Pioggia acqua di condotta kV
TIPO 1434			
8	426	356	306
9	469	398	340
10	512	441	378
11	556	484	412
12	600	528	450
13	632	562	485
14	664	594	519
15	694	624	552
16	724	654	583
17	754	683	610
18	782	711	633
19	808	736	655
20	833	760	675
TIPO 1620			
8	490	370	322
9	535	415	361
10	580	455	400
11	620	505	439
12	660	550	478
13	700	590	517
14	735	625	552
15	770	660	587
16	800	690	617
17	830	720	647
18	860	750	672
19	885	775	697
20	910	800	722

I diagrammi delle figure 20 e 21 dànno i valori delle tensioni d'arco. La figura 2 si riferisce al tipo 1434 e la 3 al tipo 1620.

ANELLI DI PROTEZIONE.

L'adozione degli anelli è molto discussa tuttora dai tecnici della varie nazioni, e nemmeno i tecnici americani sono di pareri concordi. Per la nostra linea, dopo profondi studi, si è ritenuto opportuno di adottarli, perchè tali apparecchiature, se ben installate e dimensionate, costituiscono prima di tutto una efficace protezione delle catene dai colpi di fiamma degli archi; nello stesso tempo salvano indubbiamente il conduttore dall'arco, quando questo scatta dal conduttore al palo o alla mensola, e trattandosi di conduttori in alluminio questa difesa è di somma importanza, e di utilità non discutibile. Per quanto in America sianvi esempi di catene con 13 soli elementi per 220 kV d'esercizio, si è stabilito di aumentare il numero degli elementi a 15. La catena così viene a presentare una distanza fra i due anelli di 175 cm. e data la grossezza dell'anello inferiore, senza spigoli e raggi di curvatura pronunciati, il gradiente della tensione riesce limitato e l'arco tra gli anelli avviene sotto pioggia con tensioni superiori ai 550.000 Volt. Una catena di 13 elementi senza anelli avrebbe a parità di

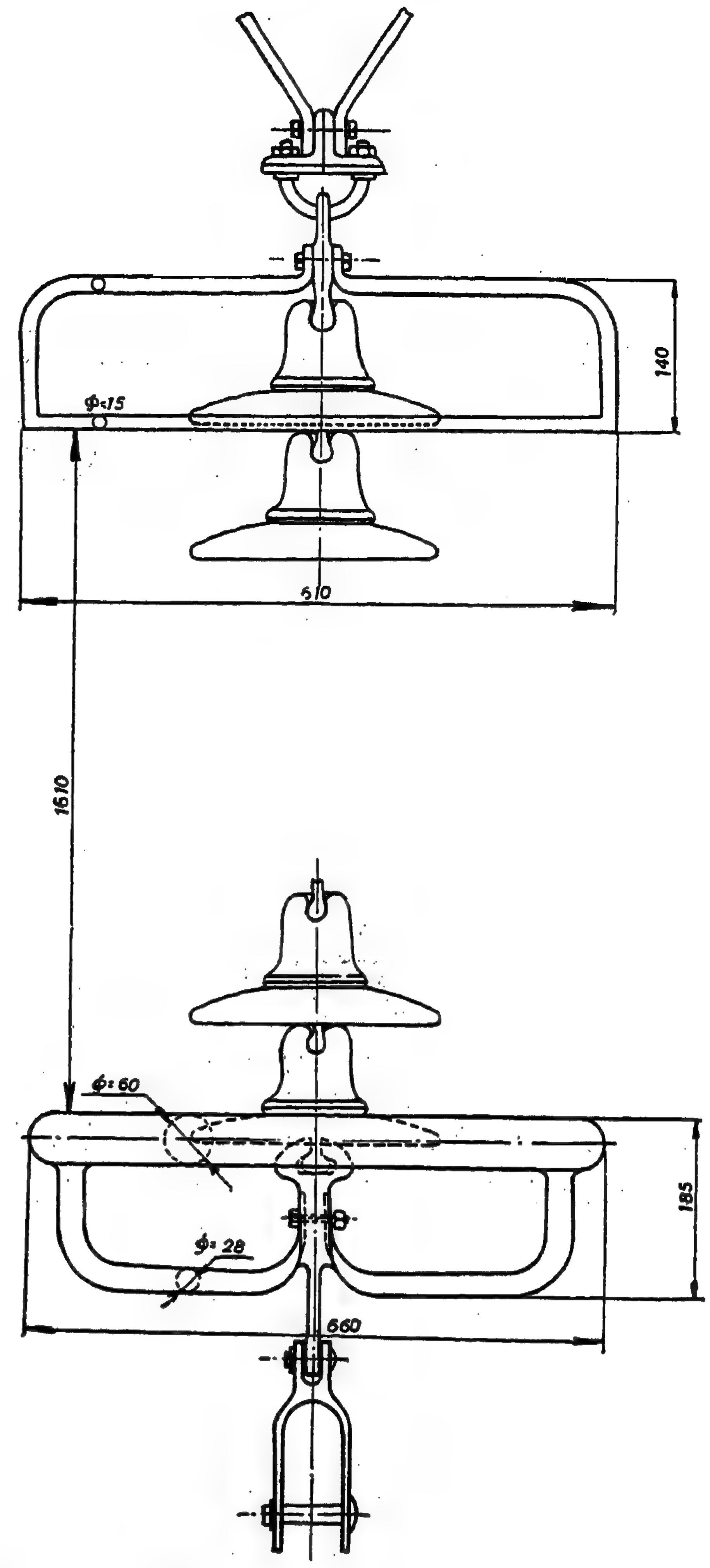


Fig. 19. - Anelli di protezione delle catene normali.

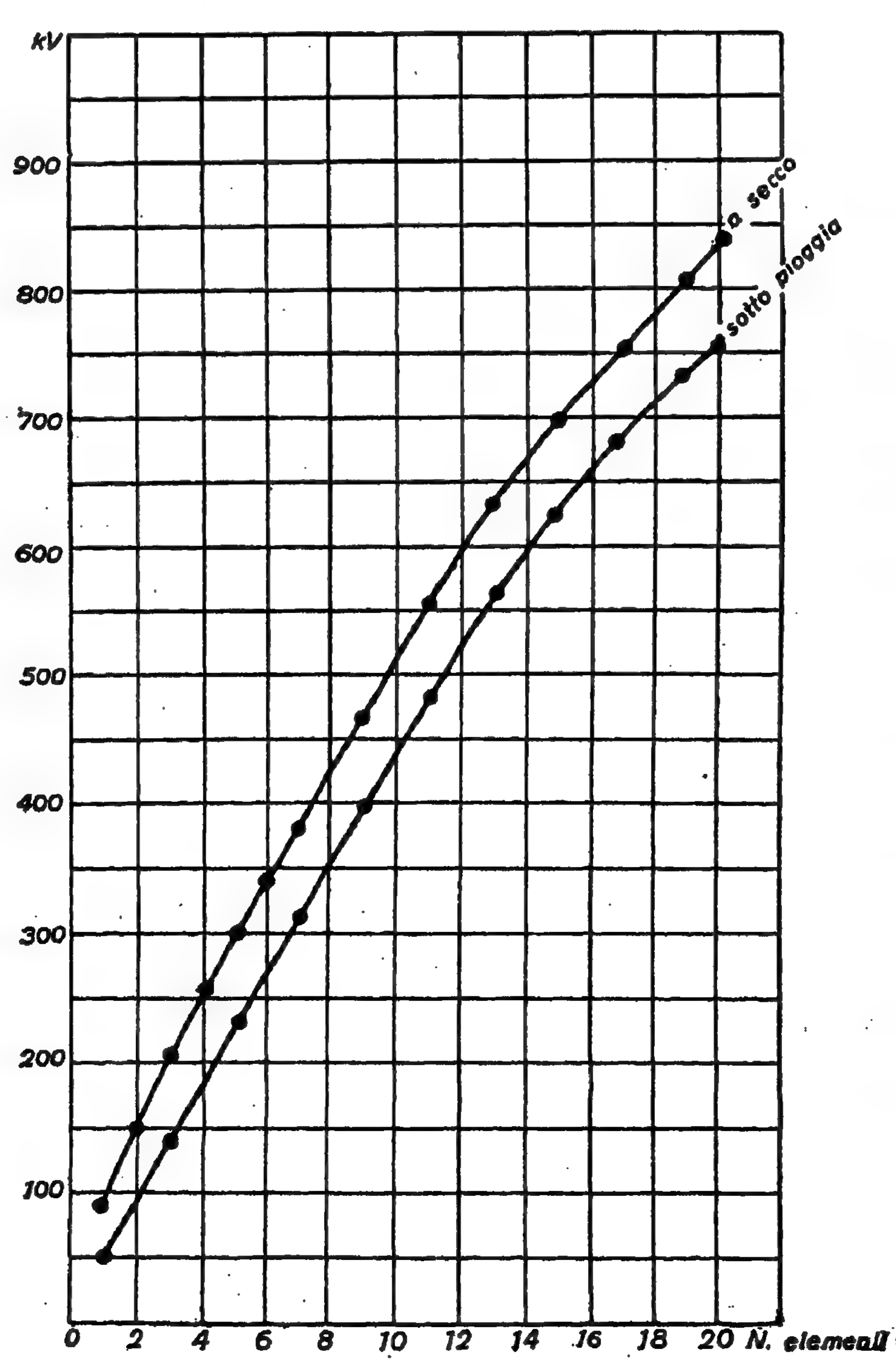


Fig. 20 - Tensioni d'arco per catene d'isolatori tipo 1434.

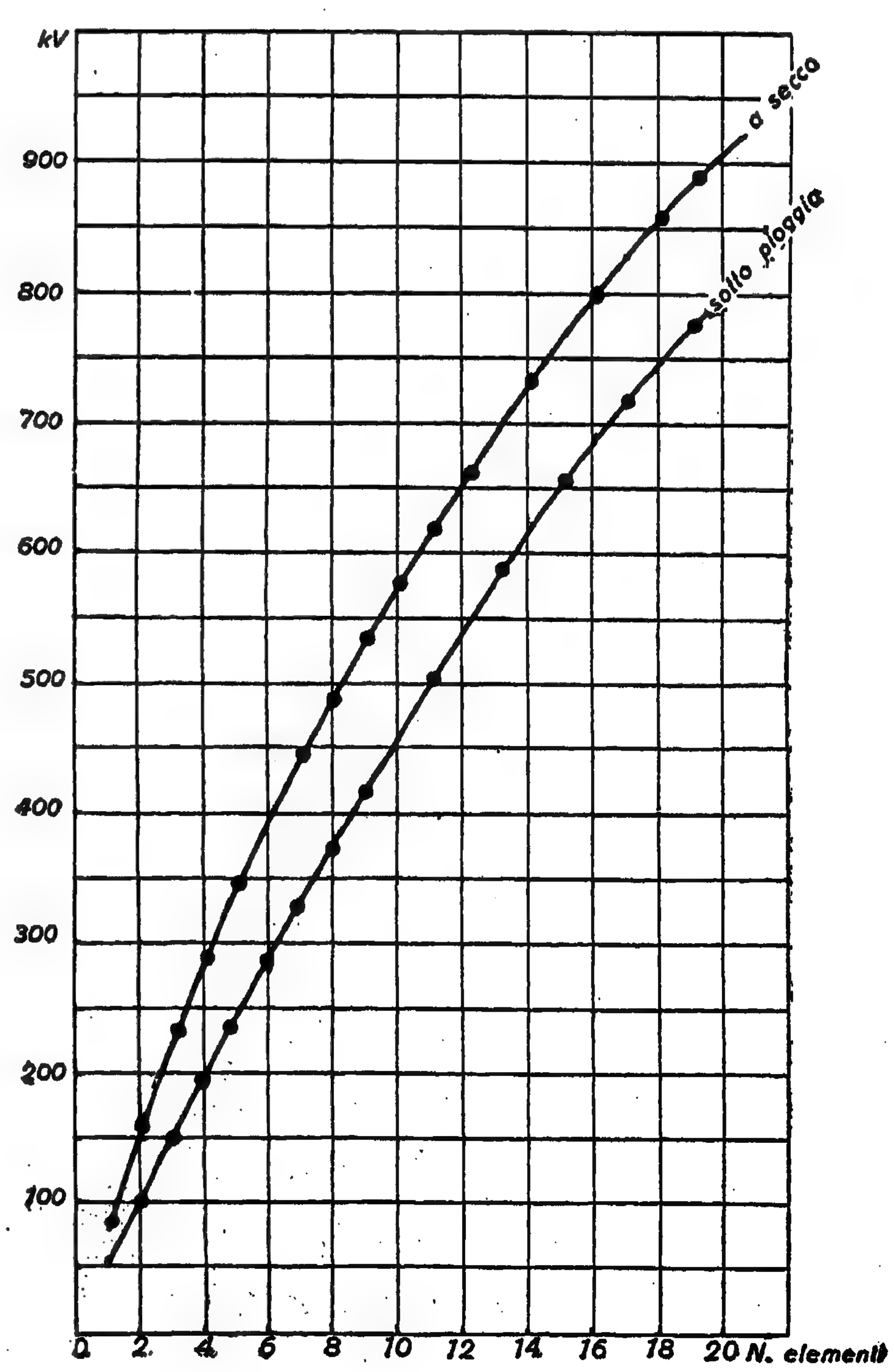


Fig. 21. - Tensioni d'arco per catene d'isolatori tipo 1620.

condizioni un arco sotto pioggia di 560.000 Volt, giacchè la distanza fra le parti in tensione risulterebbe di 168,5 cm (*pioggia*, Norme A.E.I.). La tabella IX dà le tensioni d'arco per le catene con isolatori 1434 munite di anelli S.I.P. (Vedi diagramma fig. 22).

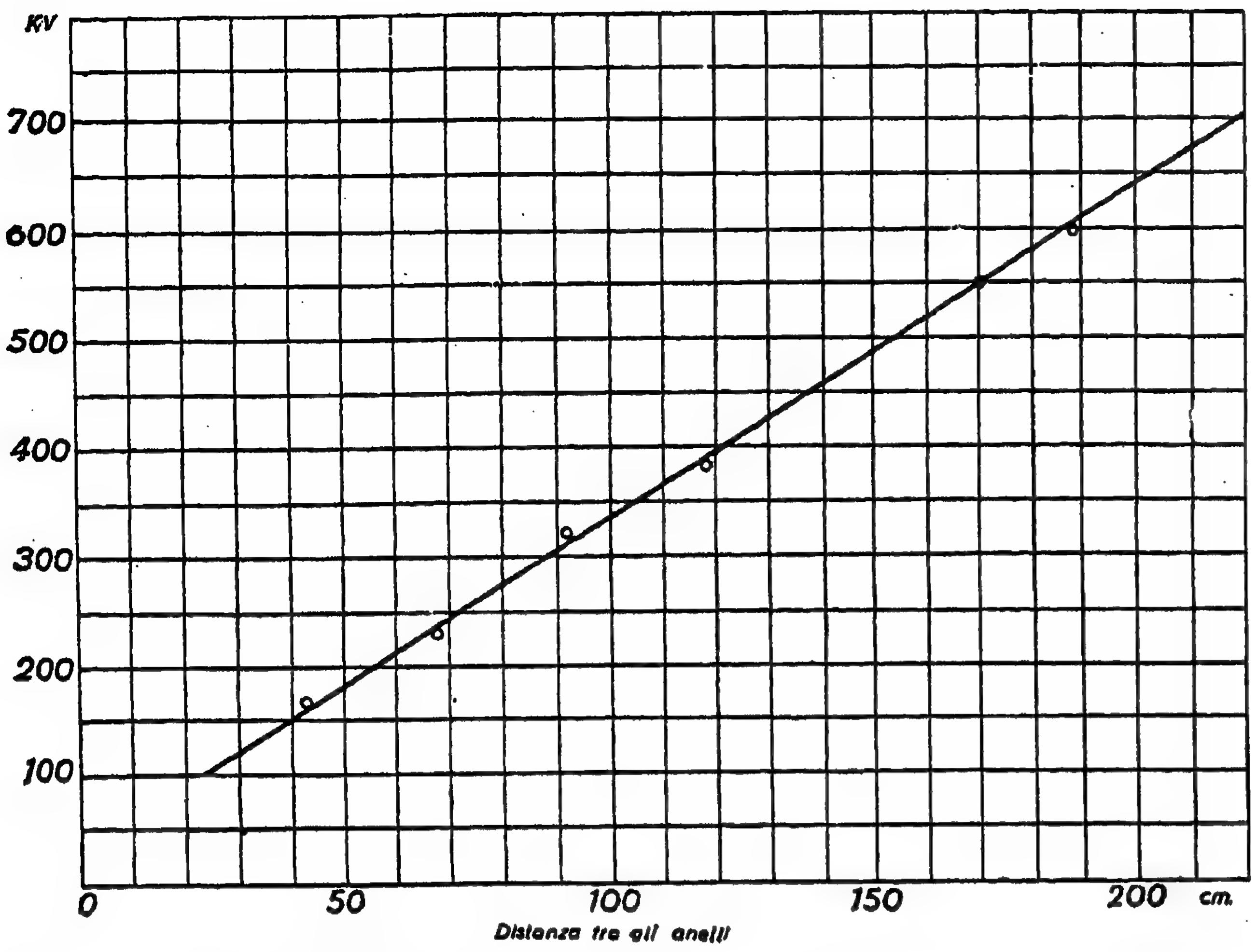


Fig. 22. - Tensioni d'arco sotto pioggia in funzione della distanza fra gli anelli.

TABELLA IX.

TENSIONE D'ARCO CON E SENZA ANELLI A 50 PERIODI ISOLATORE 1434 F.I.L.

Numero elementi	Arco a secco senza anelli	Arco sotto pioggia senza anelli	D. fra gli anelli (anelli S.I.P.) mm	Arco sotto pioggia con anelli (acqua sottosuolo)
8	426	356	905	310
9	469	398	1030	345
10	512	441	1155	380
11	556	484	1280	420
12	600	528	1405	460
13	632	562	1530	500
14	664	594	1655	540
15	694	624	1780	575
16	724	654	1905	620
17	754	683	2030	655
18	782	711	2155	690
19	808	736	2280	720
20	833	760	2405	750

L'azione sfavorevole degli anelli di diminuire la tensione d'arco alla frequenza normale è facilmente quindi superata coll'aumento di uno o due elementi. Per contro, come già si è detto, e la miglior ripartizione del potenziale e l'eliminazione degli archi innescantesi sul conduttore hanno formata la persuasione che l'adozione degli anelli, per quanto fortemente combattuta da qualche tecnico, fosse di favorevole utilità.

Anche in Germania in tutti gli impianti a 130 kV - 150 kV e 220 kV, l'installazione degli anelli è generalmente seguita.

La tabella X dà le distanze che risultano fra gli anelli del tipo S.I.P. per vario numero di elementi, e la corrispondente distanza esplosiva per catena senza anelli.

Il raffronto di queste distanze è corrispondente alle condizioni di tempo secco.

Sotto pioggia la distanza esplosiva per le catene senza anelli dovrebbe diminuirsi di circa 10 cm., perchè il bordo della campana di porcellana dell'elemento superiore, per conduttività superficiale della campana stessa si può ritenere a contatto colla cappa e quindi a terra.

TABELLA X.

	D. c/m fra gli anelli	D. c/m senza anelli
17 elementi	200	218,5
16 »	188	206,5
15 »	175	193,5
14 »	162,5	181
13 »	150	168,5
12 »	137,5	156
11 »	120	143,5
10 »	112,5	131
9 »	100	118,5
8 »	87,5	106

Dalla tabella si può ricavare come, per la considerazione sopra esposta, sotto pioggia, una catena di 15 elementi con anelli abbia una distanza esplosiva di 175 cm, superiore cioè ai (181-10) = 171 cm. di 14 elementi senza anelli.

Per la formazione delle catene fu scelto l'attacco ad orbita come il più corrispondente ad un buon funzionamento di catene lunghe. Le parti metalliche sono: di ghisa malleabile la cappa e di acciaio il perno.

PROVE IN FABBRICA.

Il tipo di isolatore 1434 fu sottoposto ad una serie di prove elettriche e meccaniche che hanno dato risultati pienamente soddisfacenti.

Il laboratorio della F.I.L. dispone di sala prova per alta tensione fino a 550.000 Volt. Si poterono fare varie prove con catene di diverso numero di elementi, studiarne a fondo il comportamento nelle varie condizioni di tempo, analizzarne la ripartizione del potenziale, controllando gli effetti degli anelli sotto e sopra, di tipi e di dimensioni differenti.

È doveroso mettere in evidenza la cortese collaborazione dei dirigenti e dei tecnici della F.I.L. che assecondarono e facilitarono tutte le prove che ripetutamente si richiese di fare. Ma in tal modo si poterono ricavare dati molto utili ed eseguire esperienze veramente interessanti (1).

Fu anzi installato nel recinto dello stabilimento, in un largo appezzamento di terreno a disposizione, una testa di palo effettiva, per studiare all'aperto e in condizioni metereologiche variabilissime il funzionamento delle catene, in posizione normale, d'ammarraggio e di massima inclinazione delle catene, così come in pratico esercizio si sarebbe avverato. La stazione di prova essendo equipaggiata con trasformatore elevatore monofase, furono tesi due tratti di conduttore dell'esatto diametro corrispondente all'effettivo conduttore di acciaio-alluminio, di modo che nel fare le esperienze sulle catene di isolatori fu possibile anche pel conduttore determinare tutte le condizioni e gli effetti di effluvio sino alla massima tensione di 550 kV.

Si constatò, facendo prove di giorno e di notte, che a 220.000 Volt non si avvertivano crepitii per effetto corona, a 300.000 Volt si segnalavano le prime scariche superficiali, a 400.000 Volt le scariche si facevano più nutrite e a 500.000 Volt i conduttori risultavano nelle prove di notte completamente luminosi con fortissima perdita di energia. Fu anzi possibile determinare approssimamente i valori dell'energia dissipata, per mezzo di strumenti di precisione inseriti sulla bassa tensione del trasformatore.

La tabella XI dà i valori di perdita nel ferro del trasformatore elevatore ed i kW misurati di perdita totale per effetto corona nel breve tratto della linea sperimentale, lunga circa

(1) In particolar modo si deve ricordare l'attiva e diligente opera del signor Corrado Fontani, capo tecnico della F.I.L., che eseguì tutte le esperienze, e la cortesia dei signori Ing. Boschetti, Ing. Gaio e Marchese Ginori dirigenti della F.I.L. che in ogni modo assecondarono il sottoscritto per l'attuazione di tutte le prove richieste.

100 metri. (Temperatura 12° C. Pressione barometrica 762 mm., tempo secco).

TABELLA XI.

kV	kW perdita ferro trasf.	kW totali misurati con linea in tensione	kW perdita effetto corona
180	1,2	1,2	—
240	2,2	2,3	0,1
300	3,3	4,5	1,2
350	4,3	7,4	3,1
400	5,4	10,8	5,4
450	6,8	14,7	7,9
500	8,5	18,6	10,1

Bisogna osservare che la sala prova essendo equipaggiata con trasformatori elevatori monofasi, la differenza di fase risultante tra i due conduttori è di 180° in luogo dei 120° per il caso reale con alimentazione trifase.

Quindi i valori misurati delle perdite riferiti alla tensione monofase sono quelli corrispondenti ad una tensione trifase di valore minore e precisamente nel rapporto $\frac{\sqrt{3}}{2}$.

In altri termini i valori ottenuti vanno così modificati per corrispondere alle condizioni reali della linea con energia trifase:

TABELLA XII.

kV monofasi	kV trifasi corrispondenti	kW perdite effetto corona (monofase) (2 conduttori)	kW perdite per ogni conduttore trifase
180	156	—	—
240	217	0,1	0,05
300	260	1,2	0,6
350	303	3,1	1,55
400	346	5,4	2,7
450	390	7,9	3,95
500	432	10,1	5,05

Le esperienze hanno quindi dimostrato che alla tensione di 240 kV corrispondenti a 217 kV trifasi sono appena percettibili le perdite, le quali crescono fino a 350 kV con legge quadratica, ma oltre i 350 kV sono pressochè proporzionali all'aumento della tensione, e cio a causa dell'ingrossamento fittizio del diametro, per effetto corona stesso (noto fenomeno rilevato dal Peek). (Vedi diagramma fig. 23).

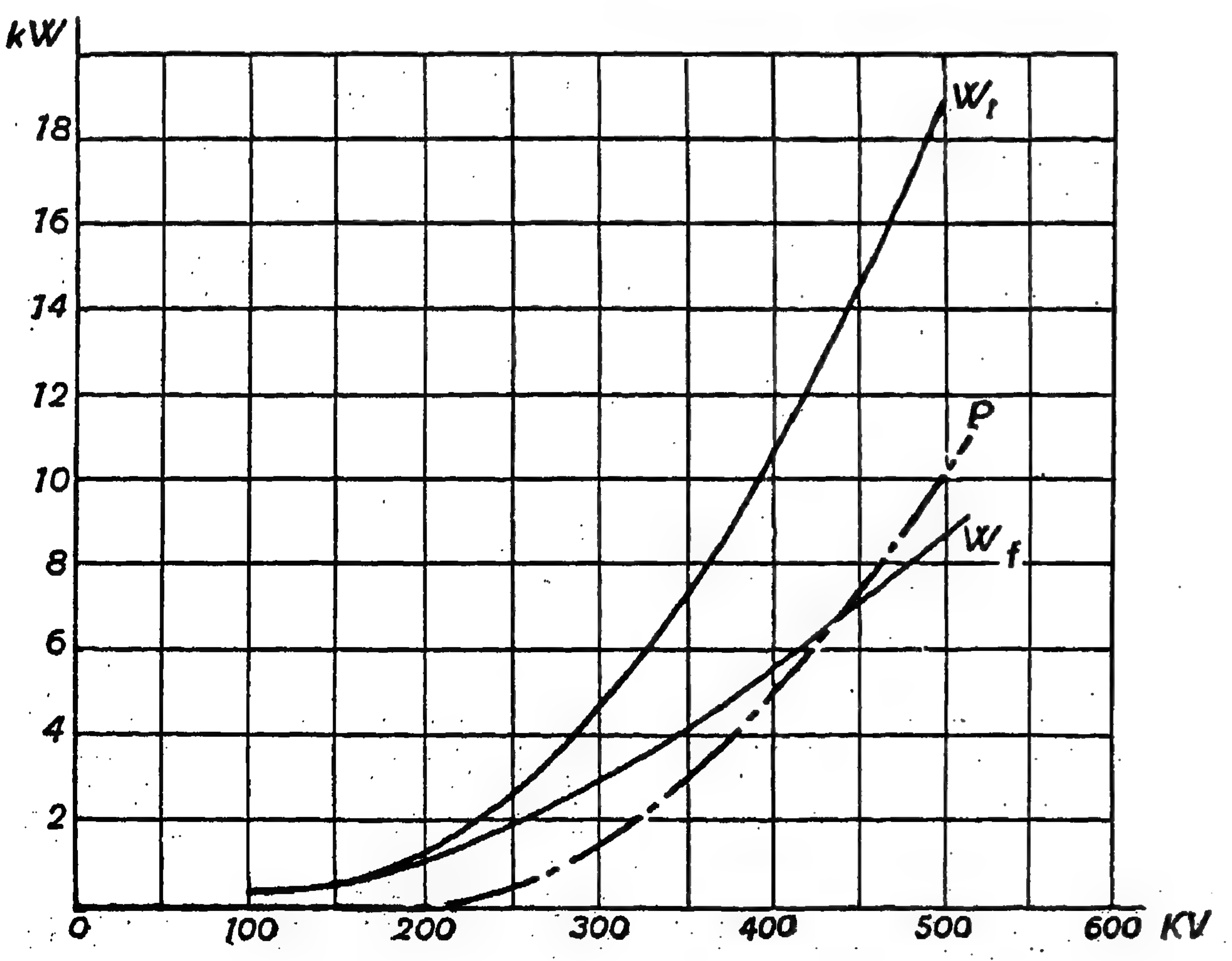


Fig. 23. - Diagramma delle perdite.
W_f = perdite nel ferro trasformatori,
W_t = perdite totali,
P = perdite per effetto corona.

PROVE DI LABORATORIO.

Come si è già detto, numerose furono le prove di laboratorio, per studiare sotto tutti i punti di vista le catene nel loro funzionamento con tensioni diverse con apparecchiature differenti. Si sperimentarono anzitutto varie forme di protezioni e così si fecero prove con corna, e dischi a raffronto con le protezioni ad anello. Le prime esperienze furono fatte con un'anello del diametro di 51 cm. formato da tubo di un pollice. Le stesse prove si ripeterono con protezioni a disco. Il disco era del tipo *Norsa* ben noto. Le catene erano formate di 9 elementi e le lunghezze delle catene risultavano così:

Con 9 elementi mod. 1426 = cm. 126
» 9 » » 1434 = » 112.

L'acqua adoperata per le prove sotto pioggia era acqua del sottosuolo di Livorno, acqua di conducibilità assai elevata.

Nella tabella seguente sono radunati i risultati delle prove.

TABELLA XIII.

Tipo di protezione	MODELLO 1426 Arco a secco	MODELLO 1426 Arco sotto pioggia	MODELLO 1434 Arco a secco	MODELLO 1434 Arco sotto pioggia
Catena di 9 elementi:	kV	kV	kV	kV
Corni in alto e anello in basso..........	440	330	410	320
Anello in basso solo .	475	325	440	315
Disco in basso	510	335	475	325
Catena di 10 elementi				
Corni in alto e anello in basso..........	480	365	465	355
Anello in basso solo .	510	360	485	350
Disco in basso	535	370	515	360

Furono poi eseguite molte prove d'arco sul tipo di catena con anelli delle dimensioni esatte corrispondenti a quelle stabilite per il montaggio della linea. I risultati si ottennero in funzione della distanza D fra gli anelli. Queste prove furono eseguite sia a Livorno nei laboratori della F.I.L. come pure nella Sala prova dello Stabilimento Elettromeccanico della Soc. Italiana Breda in Sesto S. Giovanni (1).

Tali dati sono relativi a prove sotto pioggia con acqua di sottosuolo e corrente alternata 50 periodi e radunati nella tabella XIV. (Vedi anche diagramma Fig. 22).

TABELLA XIV.

Distanza anelli D. c/m.	Arco sotto pioggia kV	Tensione specifica kV/cm.	Arco a secco kV	Tensione specifica kV/cm.
38	145	3,8	—	—
63	225	3,5	—	—
88	310	3,5	400	4,55
112	375	3,3	470	4,2
175	570	3,25	680	3,9
188	605	3,2	695	3,7
200	640	3,2	715	3,6

(1) Si deve al cortese interessamento del signor Ing. L. Barberis della Soc. Breda l'allestimento e la riuscita delle prove.

Queste prove sono state spinte fino alla distanza di 200 cm. corrispondente alla catena con 17 elementi come negli ammarraggi.

Dall'esame della tabella precedente risulta palese la diminuzione di tensione d'arco coll'adozione degli anelli. Coll'allungarsi della catena naturalmente l'effetto diminutivo della tensione d'arco causato dagli anelli si fa meno sentire.

Come pure il gradiente diminuisce, in proporzioni diverse sotto pioggia o a secco. Per giudicare il comportamento delle catene sotto tensioni d'arco è bene riferirsi alla tensione d'arco specifica. Con catene formate con elementi 1434 F.I.L. il gradiente corrispondente alla tensione d'arco scende (Vedi tabella XV) da kV/cm. 3,93 a kV/cm. 3,45 per catene senza anelli rispettivamente da 10 a 17 elementi, mentre sotto pioggia per le stesse catene il gradiente da kV/cm. 3,8 per 10 elementi scende a kV/cm. 3,3 per 17 elementi.

Cogli anelli invece, a secco il gradiente passa da kV/cm. 4,2 per 10 elementi)distanza 112 cm.) a kV/cm. 3,6 per 17 elementi (distanza 200 cm.) e sotto pioggia da kV/cm. 3,3 a kV/cm. 3,2. In altri termini mentre la tensione d'arco cogli anelli diminuisce, la tensione specifica cresce. In ogni caso la tensione specifica diminuisce col crescere del numero degli elementi, ossia coll'allungarsi della catena. La tabella seguente riunisce questi valori.

TABELLA XV.

N.° elementi	D. c/m. fra gli anelli	Senza anelli				Con anelli S.I.P.			
		Arco a secco	kV/cm.	sotto pioggia	kV/cm.	Arco a secco	kV/cm.	sotto pioggia	kV/cm.
10	112,5	512	3,93	441	3,8	470	4,2	375	3,3
11	120	556	3,9	484	3,7	—	—	—	—
12	137,5	600	3,85	528	3,6	—	—	—	—
13	150	632	3,75	562	3,54	—	—	—	—
14	162,5	664	3,68	594	3,48	—	—	—	—
15	175	694	3,6	624	3,42	680	3,9	570	3,25
16	188	724	3,5	654	3,35	695	3,7	605	3,2
17	200	754	3,45	683	3,3	715	3,6	640	3,2

Orbene se si esaminano i valori della tensione specifica d'arco (kV/cm.) per le catene con e senza anelli, si riscontra come tali valori si accostino a quelli trovati sperimentalmente dal Peek per gli spinterometri ad aghi, cioè le catene tendono a comportarsi come spinterometri ad aghi.

Le seguenti due tabelle XVI e XVII danno la tensione specifica d'arco per sfere di 25 cm. a secco e sotto pioggia, e gli stessi valori per lo spinterometro ad aghi; per quest'ultimo i valori di arco a secco corrispondono quasi esattamente ai valori trovati per arco sotto pioggia (esperienze del Peek).

TABELLA XVI.

SFERE DI 25 C/M.

Distanza ni c/m.	Tensione d'arco a secco kV	kV/cm.	Tensione d'arco sotto pioggia kV	kV/cm.	Rapporto
10	175	17,5	60	6	3
15	230	15,9	76	5,05	3,1
20	275	13,7	92	4,6	3
25	314	12,6	108	4,32	2,87
30	340	11,3	123	4,15	2,77
35	365	10,4	140	4	2,62
40	385	9,7	155	3,88	2,46
45	400	8,9	170	3,75	2,35
50	410	8,2	185	3,7	2,2

TABELLA XVII.

SPINTEROMETRO AD AGHI

Spinterometro ad aghi kV	D. c/m.	kV/cm.
10	1,19	8,4
15	1,84	8,2
20	2,54	7,9
25	3,30	7,6
30	4,10	7,3
35	5,10	6,9
40	6,10	6,6
50	9	5,6
60	11,80	5,1
70	14,90	4,7
80	18	4,45

Circa le prove fatte cogli altri tipi di protezione si può dire che il disco piatto, risultando più basso dell'anello, naturalmente ha qualche vantaggio sul valore della tensione d'arco, ma il suo effetto rispetto all'allontanamento dell'arco dalla catena non è così sensibile.

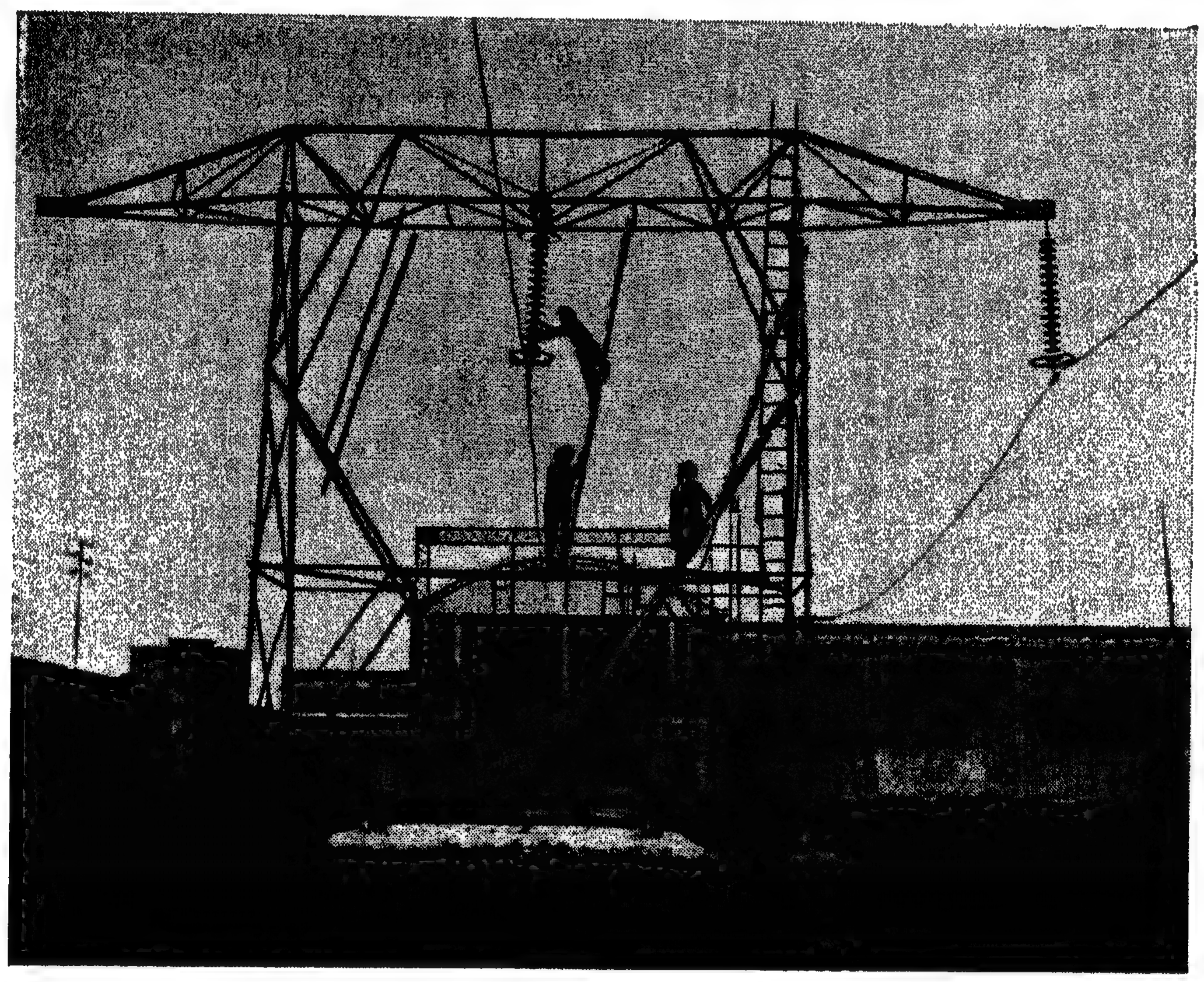


Fig. 24. - Prove sulle catene montate sull'effettiva testa di palo.

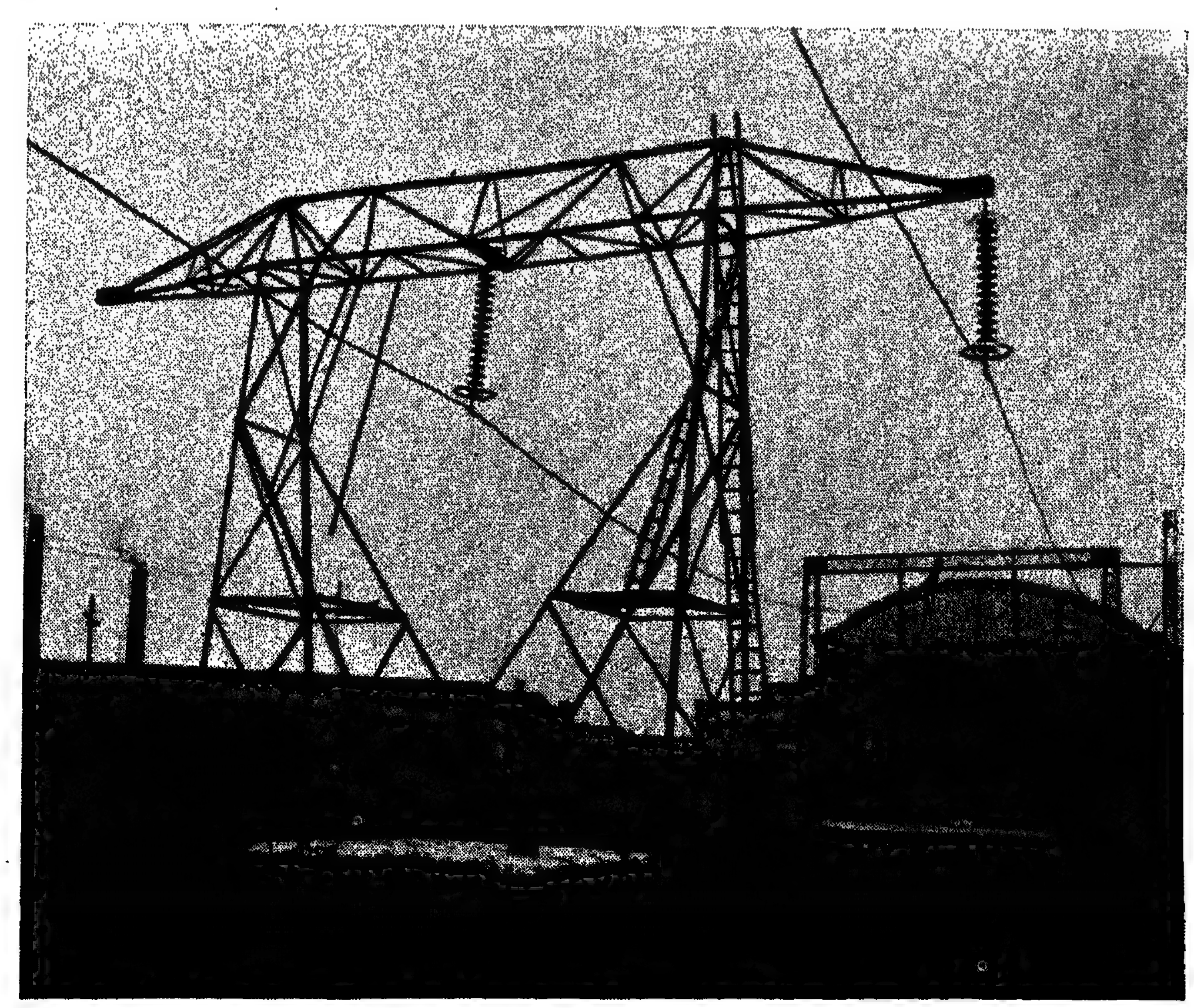


Fig. 25. - Prove sulle catene montate sull'effettiva testa di palo.

L'adozione delle corna superiormente non è da preferirsi all'anello, giacchè l'anello superiore viene a dare maggior uniformità al campo elettrostatico che si forma intorno alla catena, e ciò a tutto vantaggio dell'esercizio.

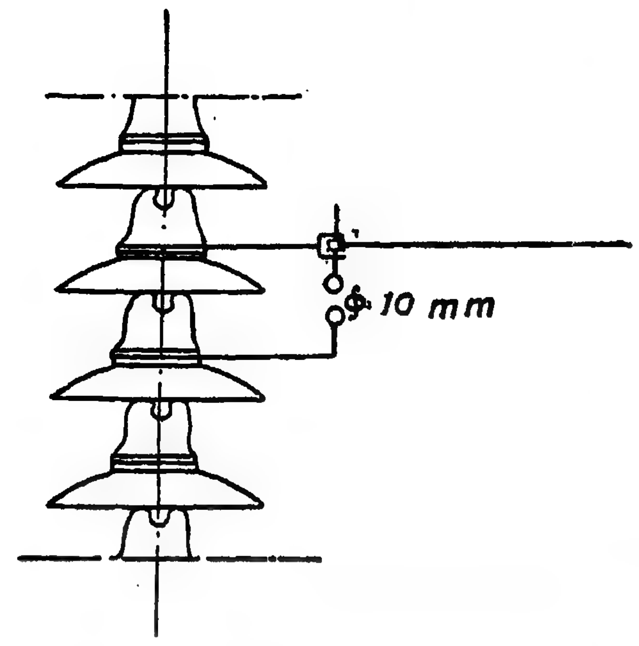


Fig. 26. - Spinterometro.

Le esperienze accuratamente predisposte e condotte nei laboratori della F.I.L. sulla ripartizione del potenziale sui varii elementi delle catene furono fatte non solo su catene in laboratorio, ma anche su catene effettivamente montate col conduttore sul palo stesso destinato alle esperienze.

Molto laboriosa riuscì quest'ultima serie di misure perchè si dovette operare all'aperto scegliendo naturalmente una giornata di buon tempo e preparando un apposito castello in legno presso il palo per poter eseguire le misure (figg. 24 e 25).

La determinazione del potenziale per ogni singolo elemento si faceva sottoponendo la catena a 130 kV di tensione come in esercizio normale ed applicando successivamente a tutti gli elementi uno dopo l'altro, un apposito spinterometro con sferette di 10 mm. opportunamente conformato per fissarsi alle cappe degli elementi. Sottoposte le catene a tensione di 130 kV si variava la distanza delle due sferette facendo scendere la superiore per mezzo di un filo di seta avvolto su una puleggia, la quale col suo interno a vite determinava il movimento in basso dell'asticella portante la sferetta (fig. 26).

Eseguendo questa manovra si determinava per una data distanza la scarica fra le sferette.

Si ottenne così per ogni elemento una distanza esplosiva variabile dai 15 ai 0,5 mm. e per proporzioni, a parità di tensione impressa all'intera catena, si desunsero approssimativamente i valori del potenziale di ripartizione per ciascun elemento.

Bisogna ben dire che queste misure non hanno assolutamente nessuna pretesa di precisione, ma i risultati sono stati giudicati attendibili e sufficienti per dare un valore di orientamento onde poter giudicare dell'influenza degli anelli nella ripartizione del potenziale.

La tabella che segue dà i risultati ottenuti:

TABELLA XVIII.

PROVE DISTRIBUZIONE SENZA ANELLI E CON ANELLI A TEMPO SECCO

Posizione dell'elemento	Catena senza anelli		Catena con anello basso ϕ 57 mm tubo di cm ϕ 5		Catena con anello sopra di ϕ 54 cm. ϕ e sotto anello di 57 cm in tubo di 5 cm ϕ	
	130 kV	220 kV	130 kV	220 kV	130 kV	220 kV
Terra 1	5,5	14	9,6	21	6	9,6
2	4,5	6	6,8	10	5,5	8,0
3	2,1	4	5,5	8	5	6,4
4	1,8	3,7	5,5	6	4,5	5,6
5	1,8	2,9	4,0	5,4	4	4,8
6	1,8	2,9	4,8	5,4	5	4,8
7	1,8	2,9	5,5	6,2	6	5,2
8	2,2	4,5	6,2	7,1	6,5	7,2
9	2,7	6	6,8	7,1	7	8,0
10	4,0	9	7,6	14,0	7,5	16
11	5,5	12	8	18	8,5	19
12	9	14,5	11	20	12,5	22
13	13	19	13	21	15	29
14	16	38	16	32	17	35
15	60	80	19	38	20	40

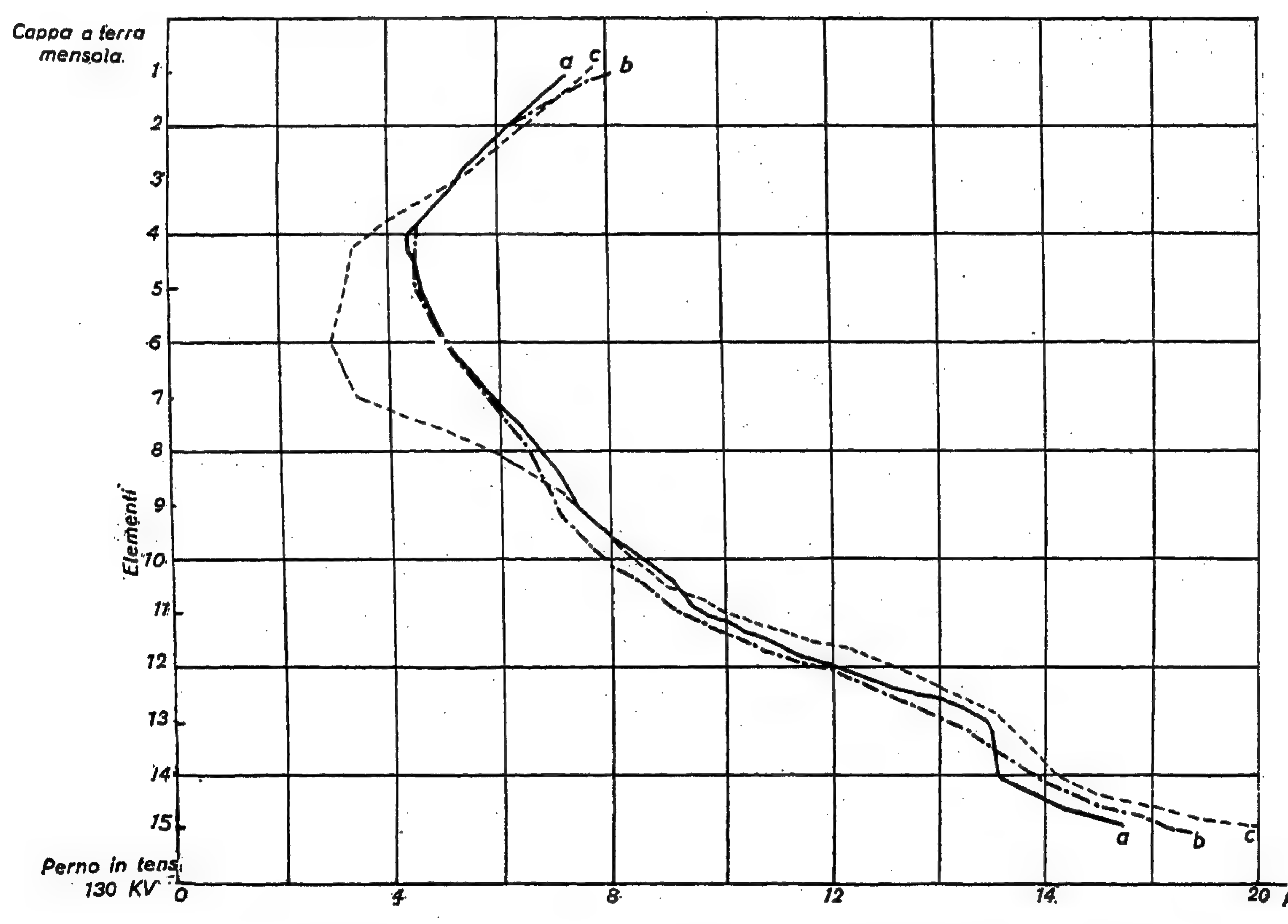


Fig. 27. - Curve di ripartizione del potenziale sulle catene.

a) catena centrale su palo normale. *b*) catena laterale. *c*) catena in laboratorio.

In questo primo esperimento le catene erano state provate con anelli di tipo e dimensioni non corrispondenti esattamente a quelli definitivamente adottati.

Si è così che, valendosi delle possibilità di completare tali prove nelle condizioni effettive di esercizio, e cioè sul palo nelle sue vere e proprie dimensioni, col conduttore sospeso alla catena, in condizioni del tutto corrispondenti a quella del pratico esercizio, si ripeterono tali misure col solito metodo e si ricavarono i valori radunati nella tabella XIX. (Diagramma fig. 27).

Nelle prove eseguite sul palo effettivo si nota la differenza della ripartizione del potenziale tra la catena esterna e la centrale per effetto del ferro che completamente circonda il conduttore in tensione mentre colla 3ª e 4ª colonna si possono paragonare i valori della ripartizione della tensione sulla stessa catena per 130 kV e 220 kV, queste ultime esperienze eseguite però in laboratorio, con anelli sotto e sopra del tipo normale.

TABELLA XIX.

CATENE DI 15 ELEMENTI CON ISOLATORE MODELLO 1434

RIPARTIZIONE DEL POTENZIALE CON ANELLI SOTTO E SOPRA

	Catena provata sulla testa del palo normale		Catena provata in Laboratorio	
	Catena interna 130 kV	Catena esterna 130 kV	130 kV	220 kV
Terra 1° elemento	7,3	8,1	7,7	12,8
2° »	6,1	6,3	6,5	11
3° »	5,3	5,3	5,3	9
4° »	4,4	4,5	3,6	6,2
5° »	4,7	4,5	3,3	5,5
6° »	5	5	3	5
7° »	5,8	5,7	4,4	7,5
8° »	6,7	6,5	5,9	10
9° »	7,3	6,9	7,4	12,5
10° »	8,5	8	8,3	14
11° »	9,4	9,1	9,75	16,1
12° »	12,1	12	13,3	21
13° »	15	14	14,8	24
14° »	15	15,5	16,2	25,5
Conduttore 15° elem.	17,6	18,5	20,3	36

È manifesto l'effetto utile dell'anello nei riguardi della distribuzione del potenziale. Senza gli anelli la tensione assorbita dall'ultimo elemento raggiunge i 50.000 Volt per tensione di catena di 220 kV e s'approssima ai 35.000 Volt con tensione di 130 kV.

Questi dati concordano molto bene coi dati ricavati dall'Ing. Jolliman di S. Francisco, e con quelli del Prof. Ryan pure di S. Francisco. Come si constata dalle esperienze fatte sulla testa di palo effettiva; l'effetto del traliccio di ferro è di migliorare leggermente la distribuzione del potenziale.

PROVE DI CAPACITÀ ELETTROSTATICA.

Si è cercato di misurare il valore della capacità elettrostatica del singolo elemento e di una catena.

La prova venne eseguita nel laboratorio di prove e misure della Fabbrica di cavi Tedeschi in Torino con un apparecchio a ponte, a corrente alternata a 800 periodi e sospendendo l'elemento o la catena ad una sbarra di ferro appoggiata su due grandi isolatori portanti di porcellana, alti circa m. 1,40 e distanti circa m. 2 fra di loro.

Si è trovato:

Capacità di 1 elemento	$(31 \pm 3) \times 10^{-12}$	Farad
» » 2 elementi	$(20 \pm 3) \times 10^{-12}$	»
» » 3 »	$(15 \pm 2) \times 10^{-12}$	»
» » 4 » con anello infer. .	$(25 \pm 2) \times 10^{-12}$	»
» » 4 » » » inf. e sup.	$(31 \pm 2) \times 10^{-12}$	»
» » 5 » » » inferiore .	$(19 \pm 2) \times 10^{-12}$	»
» » 5 » » » inf. e sup.	$(21 \pm 2) \times 10^{-12}$	»
» » 1 elemento a campana ricoperto di stagnola	$(34 \pm 2) \times 10^{-12}$	»

Non si è potuto spingere oltre la prova per l'impossibilità di misurare i minimi valori delle capacità che si raggiungono allungando la catena. Si può presumere però che una catena di 15 elementi abbia circa 5 $\mu\mu$F. di capacità senza anello e da 8 a 10 $\mu\mu$F con anelli. Questi valori stanno naturalmente ad indicare l'ordine di grandezza della capacità in giuoco, poichè è evidente che in pratica la presenza del palo modifica sensibilmente tali valori.

PROVE DURANTE LA FABBRICAZIONE.

Nelle numerose prove di lotti si sono eseguite le solite prove prescritte dalle vigenti norme.

La prova dei cicli termici non ha presentato nulla di particolarmente interessante, e gli scarti sono stati limitati a percentuali bassissime, dell'1% circa.

La perforazione sott'olio nei vari campioni prelevati a caso avveniva fra i 138 e 145 kV. In alcuni si sono avuti valori di perforazione a 185 kV cosicchè si è potuto ritenere come valore medio di perforazione il 145 kV.

Il carico di rottura alla trazione meccanica oscillava fra i 4500 e gli 8000 Kg. con un valore medio di 5500 Kg. In una prova si raggiunsero gli 8500 Kg. senza rottura, ma con lo sfilamento della cappa. Gli elementi perforati non dimostrarono una sensibile diminuzione del carico di rottura (uno raggiunse gli 8250 Kg.).

Il tipo d'isolatore si è poi dimostrato ottimo alla prova elettromeccanica, nella quale si provocava la scarica esterna (75 kV) mentre l'elemento era assoggettato ad una trazione di 3000 Kg.

Alla prova della porosità, attuata immergendo dei cocci in una soluzione alcoolica di fucsina, per 18 ore ed alla pressione di circa 60 atmosfere la porcellana non ha mai presentato tracce di assorbimento.

Tutti gli elementi sono sempre stati assoggettati prima della cementazione della cappa e del perno alla prova elettrica ad alta frequenza, con 110.000 Volt a 750.000 periodi, e successivamente, ma prima della prova in vasca, ad un carico di 2000 chilogrammi per metà della fornitura e di 3.000 Kg. per l'altra metà.

Nella prova di tensione in vasca gli isolatori sono stati sottoposti ad una tensione di 73/75 kV raggiunta gradatamente, e per un tempo di 10 minuti primi. La percentuale per ciascun lotto degli isolatori fulminati ha raggiunto un massimo di 1,3 %.

STUDIO SUL COMPORTAMENTO DELLE CATENE DI ISOLATORI.

Il comportamento degli isolatori a catena in esercizio è assai complesso ed è influenzato dalle condizioni di installazione.

Anzitutto una forte differenza di comportamento si riscontra tra le catene verticali e quelle orizzontali per ammarraggio. Ragione per cui si è aumentato a 17 il numero degli elementi per le catene di ammarraggio. La ripartizione del potenziale molto si migliora sotto pioggia, diventando più uniforme nelle catene verticali per effetto della conducibilità superficiale.

Non così avviene per le catene in ammarraggio, specialmente quando l'ultimo elemento in tensione presenta il pernotto molto esposto alla pioggia. Infatti nelle prove si è riscontrato che con 130 kV sotto pioggia i due elementi ultimi erano costantemente con effluvio ai perni.

Oltre alle considerazioni già fatte sull'adozione degli anelli sotto e sopra alle catene, relative alle tensioni d'arco, dai recenti studi ed esperienze fatte in America e nei laboratori ed anco in esercizio, si deve ritenere che l'effetto favorevole degli anelli sia in pratica assai maggiore di quanto non possano essere gli inconvenienti che ne derivano.

Difatti l'adozione degli anelli sotto e sopra ha, come già si è detto, una particolare importanza ed una azione di sicurezza trattandosi di conduttori in alluminio. Ma per ottenere favorevoli risultati dagli anelli è necessario che le loro dimensioni siano ben studiate e proporzionate ed oltre a questo naturalmente è necessario che siano ben rigidi nel loro montaggio.

L'aver adottato anelli di forme e dimensioni non adatte spiega le ragioni degli insuccessi riscontrati in alcune linee, e quindi le discussioni pro e contro seguite in proposito.

A nostro modo di vedere, se l'adozione degli anelli poteva avere fino a questi ultimi tempi dei dubbi pareri, e anche con-

trari, dipendenti, per le ragioni dette, anche da cattive sistemazioni, dopo i recenti studi del Torok e del Ramberg, non possono persistere ragioni contrarie (*A.I.E.E.*, dicembre 1928).

Dagli studi del Torok e del Ramberg è stato bene messo in evidenza, come prima deduzione, che il dimensionamento degli anelli ha una grande importanza, giacchè per avere utili effetti bisogna fare in modo che tali anelli riescano a mantenere l'arco solo fra gli anelli, impedendo che possa investire la catena.

La soluzione pratica di questo problema è tutt'altro che semplice, dato che l'arco che si forma su una catena di isolatori non è un fenomeno facilmente indagabile come la perforazione dell'aria fra due elettrodi sferici.

Indubbiamente l'effetto della presenza della catena stessa tra i due anelli fa variare la distribuzione del campo elettrostatico che si forma tra i due anelli.

Lo studio della distribuzione del campo elettrostatico che così viene a formarsi è assai complesso.

L'importanza dell'esperienze fatte dal Torok e dal Ramberg emerge dai risultati molto interessanti che se ne sono dedotti appunto per determinare le dimensioni degli anelli.

Nota. – Ollendorf, per procedere in tali investigazioni immagina la catena di isolatori come costituita di due sfere di conveniente diametro: una rappresentante l'elemento di linea e l'altra rappresentante l'elemento di terra. Egli trascura l'effetto degli elementi intermedi sulla distribuzione del campo, poichè ad ognuno di essi corrispondono due cariche uguali ed opposte situate a breve distanza (uguale alla lunghezza di un elemento) i cui effetti quindi si elidono.

Per tensioni inferiori a quelle di scarica la distribuzione del campo ottenuta in base a questa ipotesi è molto prossima a quella ricavata sperimentalmente.

Alla tensione di scarica le cose cambiano alquanto: La fig. 28 indica la distribuzione del potenziale tra i 7 elementi di una catena portata alla tensione di scarica. In tali condizioni la maggior parte del potenziale è sopportata dai due elementi adiacenti alla linea, di cui l'ultimo è sollecitato da una tensione notevolmente superiore a quella di scarica. Si ha in realtà una corrente di conduzione nell'aria tra un elemento e l'altro che tende ad egualizzare la differenza di potenziale tra i diversi elementi; questa corrente dipende naturalmente dal grado di jonizzazione dell'aria.

Ma a questo punto intervengono le considerazioni relative alla ripidità dell'onda.

Difatti, siccome è necessario un certo tempo perchè venga trasmessa questa carica ugualizzatrice, s'intende facilmente come l'effetto ugualizzatore dipenda dalla maggiore o minore ripidità del

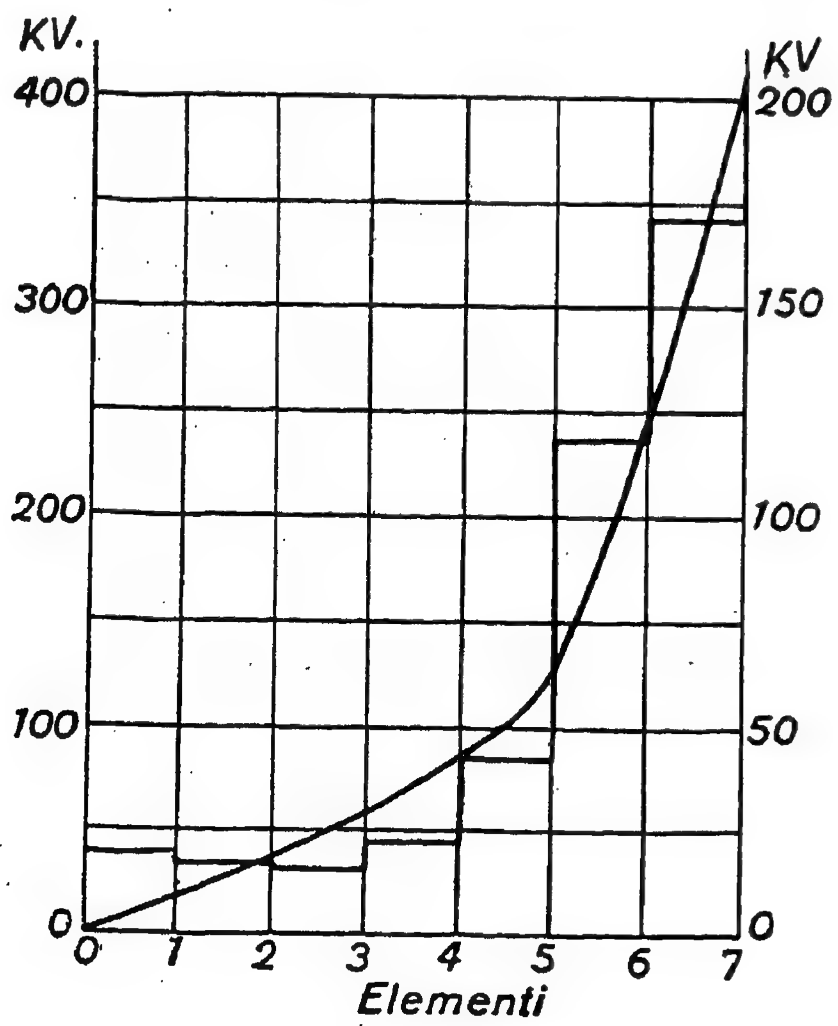


Fig. 28. - Distribuzione del potenziale.

fronte d'onda. Precisamente, quando questa ripidità è grande, la tensione sull'elemento più sollecitato raggiungesà il suo valore di scarica prima che si sia fatto sentire l'effetto della corrente ugualizzatrice.

Succede allora che questo elemento verrà shuntato da un arco che si stabilisce tra la linea ed il secondo elemento; lo stesso succederà successivamente per il secondo, il terzo e tutti gli altri elementi.

L'Ollendorf in conclusione sostiene che, per una catena di isolatori si ha una curva d'arco simile a quella di scarica tra sfere successive.

Le esperienze furono fatte su una catena di isolatori di 7 elementi munita di anelli di guardia di 19 pollici di diametro fatti con tondino di 1/4 pollice di diametro; gli anelli erano posti alla distanza di 3,8 pollici dagli estremi della catena lunga 39 pollici.

Analizzando con onde di diversa forma, e specialmente di differente ripidità: è stato osservato costantemente che le onde

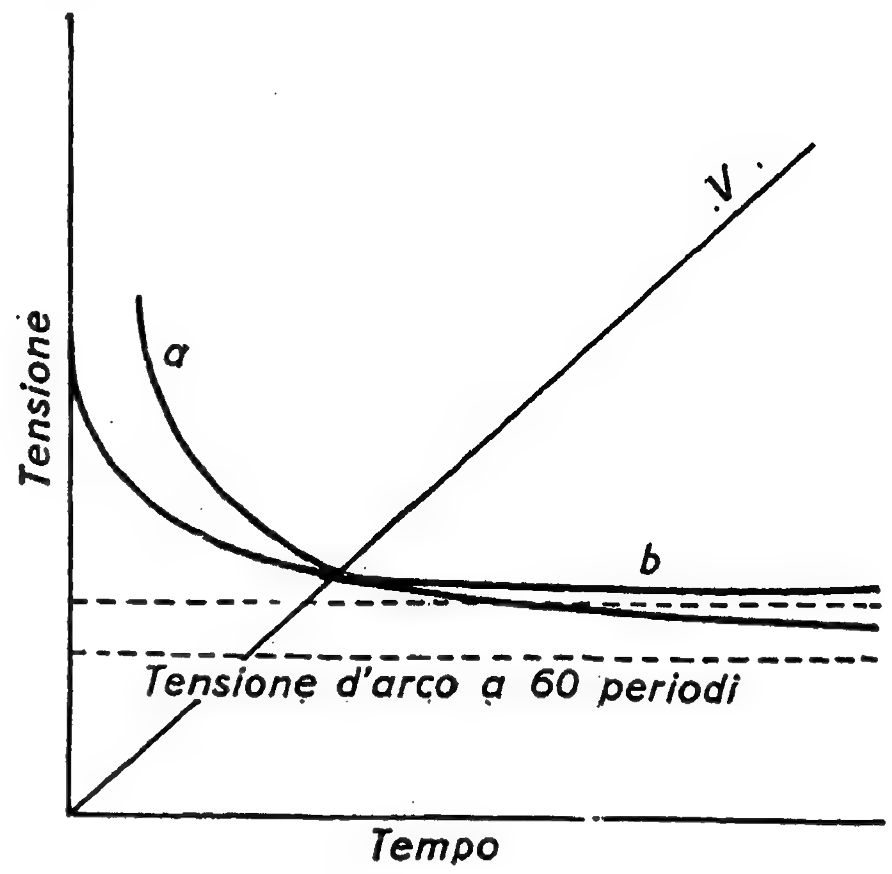


Fig. 29. - Curve comparative delle tensioni d'arco in funzione della ripidità d'onda.

a) per anelli senza catena. — *b*) per una catena di isolatori.

il cui fronte aveva un incremento superiore ad un certo valore critico producevano archi sugli elementi, mentre quelle il cui fronte aveva un incremento inferiore allo stesso valore critico producevano archi tra gli anelli. Le curve d'arco comparative sono quelle indicate nella figura 29.

Questo diverso comportarsi degli anelli nei due casi può essere così interpretato; seguendo i concetti dell'Ollendorf.

Quando l'incremento per microsecondo della tensione è piccolo, l'arco tra gli anelli avviene prima che venga raggiunto quel valore della tensione per cui l'arco stesso dovrebbe innescarsi sugli isolatori; quando invece l'incremento della tensione per unità di tempo è grande, cioè quando è grande la rapidità con cui essa cresce, l'arco tra gli anelli non ha avuto il tempo di formarsi completamente in modo da impedire al potenziale sugli isolatori di raggiungere il valore di scarica. Come conseguenza, nel 1° caso l'arco si stabilisce completamente sugli anelli, nel 2° caso comincia, sugli anelli e si trasporta poi sugli elementi.

Misure delicatissime hanno dimostrato che la resistività degli archi, all'atto della loro formazione, è estremamente alta ed è quindi molto piccola la carica che li attraversa. Per questa ragione, gli archi che si stabiliscono inizialmente tra gli elettrodi non sono sufficienti a diminuire la sollecitazione elettrica sulla catena, e se la tensione continua ad aumentare si arriva presto al punto in cui avviene la scarica sugli elementi.

È logico quindi come questo effetto sia tanto più sentito quanto più rapido è l'incremento della tensione. Appena avviene l'innescamento dell'arco sugli elementi, aumenta la sollecitazione a cui questi vengono sottoposti e quindi tutto l'arco tende a trasportarsi completamente sulla catena. A questo punto, basta che per una leggiera inclinazione o diramazione qualcuno degli archi che si formano tra gli anelli all'inizio della scarica vada a finire sulla catena, perchè la scarica si riversi completamente su di questa. Questa considerazione è particolarmente importante per le lunghe catene, come quelle che si hanno nell'isolamento delle linee a 220 kV.

Fatte queste considerazioni di carattere teorico, possiamo determinare l'influenza che hanno i vari elementi degli elettrodi, e nel caso nostro degli anelli sulle caratteristiche della scarica.

È ovvia deduzione anzitutto la convenienza che il campo tra gli anelli sia il più possibile omogeneo affinchè sia facilitata

la formazione degli archi dopo il loro primo innesco. Questa omogeneità sarà tanto maggiore quanto più la superficie dell'anello si approssima a quella di una sfera. Sotto questo punto di vista l'anello dovrebbe essere fatto con materiale di diametro relativamente grande.

Per evitare poi che gli archi che si formano sugli anelli vengano a lambire la catena, è intuitiva la necessità che gli anelli abbiano un raggio relativamente grande. D'altra parte però non si può aumentare esageratamente il diametro del tubo per l'anello, nè si può aumentare oltre un certo limite il diametro dell'anello, giacchè il miglioramento della distribuzione del potenziale è tanto minore quanto maggiore è il raggio dell'anello. La disposizione più conveniente per una data applicazione deve essere scelta con cura e studio.

In tal modo con anelli sotto e sopra si può ritenere che il campo elettrico assuma una certa uniformità favorevole alle considerazioni dianzi svolte, non così succede per le semplici corna di guardia le quali hanno caratteristiche simili agli spinterometri ad aghi.

Con anello inferiore e corna superiori la distribuzione del gradiente è estremamente disuniforme, poichè nelle regioni attorno alle corna si hanno fortissime cadute di tensione. In un campo di tale natura gli archi si sviluppano molto difficilmente ed il potenziale attraverso i vari elementi della catena può raggiungere facilmente quel valore per cui avviene la scarica.

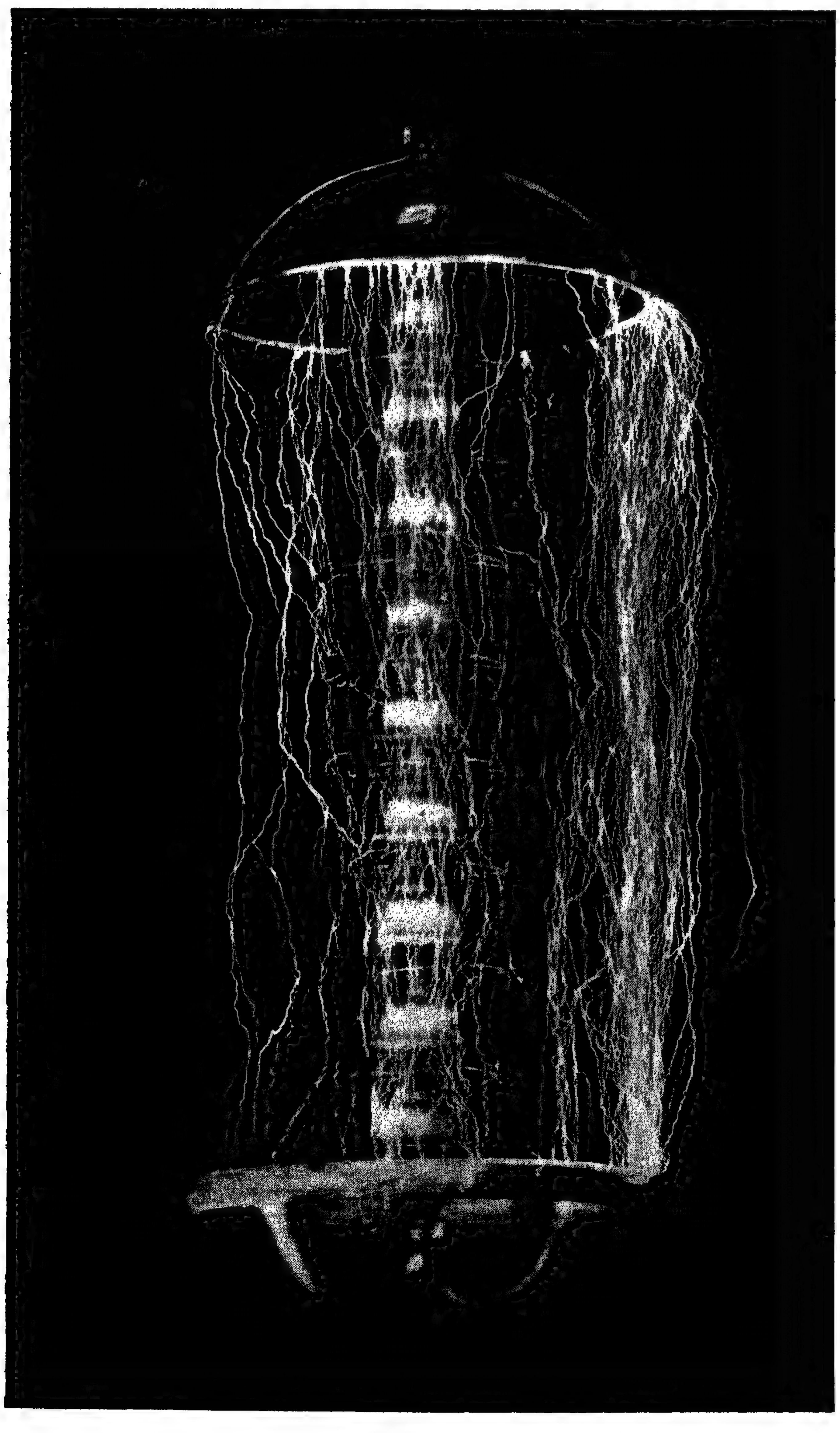


Fig. 30. - Arco fra gli anelli.

Per evitare questo inconveniente, è necessario ridurre considerevolmente la distanza tra gli estremi delle corna affacciate. Ma a questo modo si ottengono effetti sfavorevoli: quello

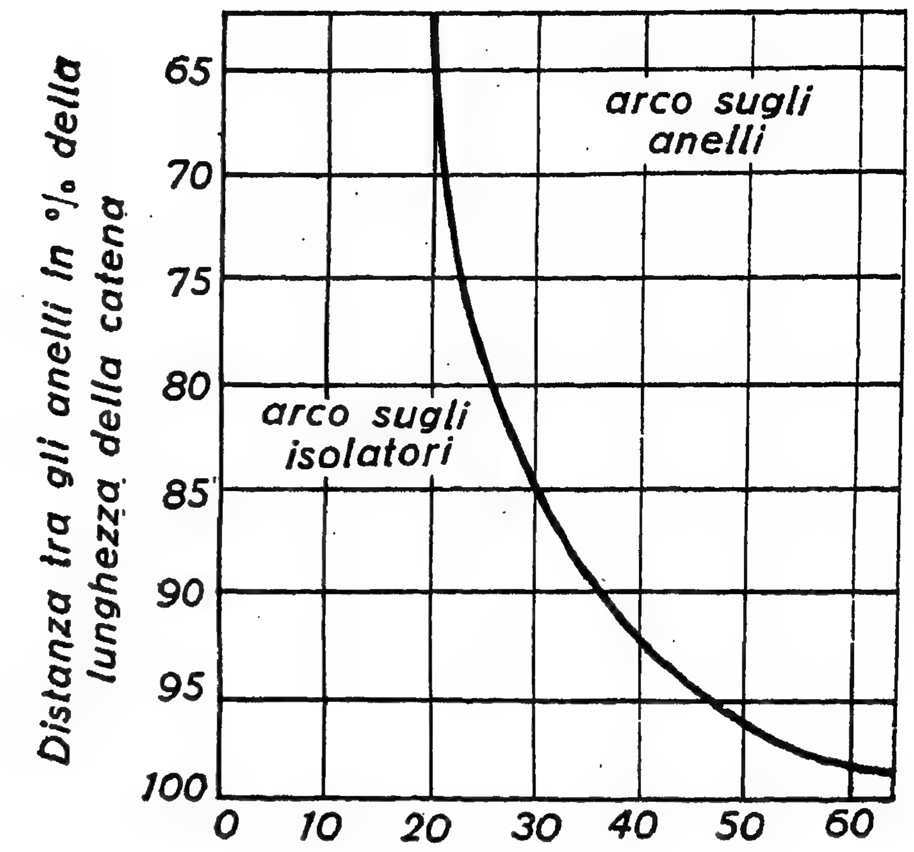


Fig. 31. - Curva limite delle condizioni critiche degli anelli.

di diminuire troppo la tensione a cui si inizia la formazione degli archi, insieme a quello di ridurre la distanza esplosiva. Da tutte queste considerazioni e visti i risultati delle prove ed esperienze eseguite in laboratorio abbiamo ritenuto le caratteristiche degli anelli molto migliori, tanto più che molte esperienze ci hanno fatto constatare che, allorquando si verifica un arco tra gli anelli esso può spostarsi sugli anelli stessi girando intorno alla catena con poca possibilità di essere soffiato sugli elementi Fig. 30. Con le corna invece è molto facile che l'arco, formatosi tra le punte non potendo da queste distaccarsi, per effetto di distorsioni sia soffiato sugli isolatori.

Nelle prove eseguite dai Sigg. Torok e Ramberg sono state usate catene con elementi di 10 pollici di diametro, distanti 5 5/8 pollici. Gli anelli erano formati con tubo di rame di 1/4 di pollice di diametro. Gli isolatori, come si vede, erano di dimensioni quasi identiche ai nostri; l'anello viceversa era assai più piccolo. Le esperienze erano fatte con onde d'impulso di cui l'incremento medio della parte attiva della curva di tensione era di 7.000 kV per microsecondo, valore alquanto superiore a quello corrispondente alle tensioni indotte dal fulmini sulle linee atmosferiche.

Per ricavare le conclusioni alle quali volevano giungere, gli esperimentatori eseguirono sistematiche serie di prove.

Anzitutto gli anelli furono posti ad una determinata distanza, corrispondente ad una certa percentuale della lunghezza della catena, e poi il raggio degli anelli fu aumentato sino a quando l'arco cessò di verificarsi sulla catena. A questo modo fu ottenuto il raggio minimo degli anelli corrispondente alla distanza fissata. Allo stesso modo fu determinata la massima distanza per un dato raggio degli anelli. I risultati ottenuti su una catena di 7 elementi sono stati riportati nella fig. 31. Si vede da essa che per il caso in esame, se si vuole tenere la distanza tra gli anelli uguale al 90 % della lunghezza della catena, il raggio degli anelli deve essere uguale almeno al 35 % della stessa lunghezza.

Prove analoghe fatte con anelli formati di tubo di 1 1/2 pollice e 2 pollici hanno dato i risultati riportati, sempre con 7 elementi, nella fig. 32.

Si osserva che la curva col crescere del diametro del tondino diventa più dritta, cosicchè nel caso nostro degli anelli formati con tubo di 6 cm. (poco più di 2 pollici) e con distanza fra gli anelli che è il 90 % della lunghezza della catena, la curva *c*) ci darebbe come valore del diametro dell'anello la percentuale 30 % della distanza fra gli anelli ossia:

$$187 \times 0{,}30 = 56{,}1 \text{ cm.}$$

L'effettivo diametro degli anelli da noi studiati è di cm. 60, quindi sugli elementi dati dalle prove del Torok possiamo ritenere di avere fissate dimensioni degli anelli, corrispondenti ad una buona condizione di funzionamento.

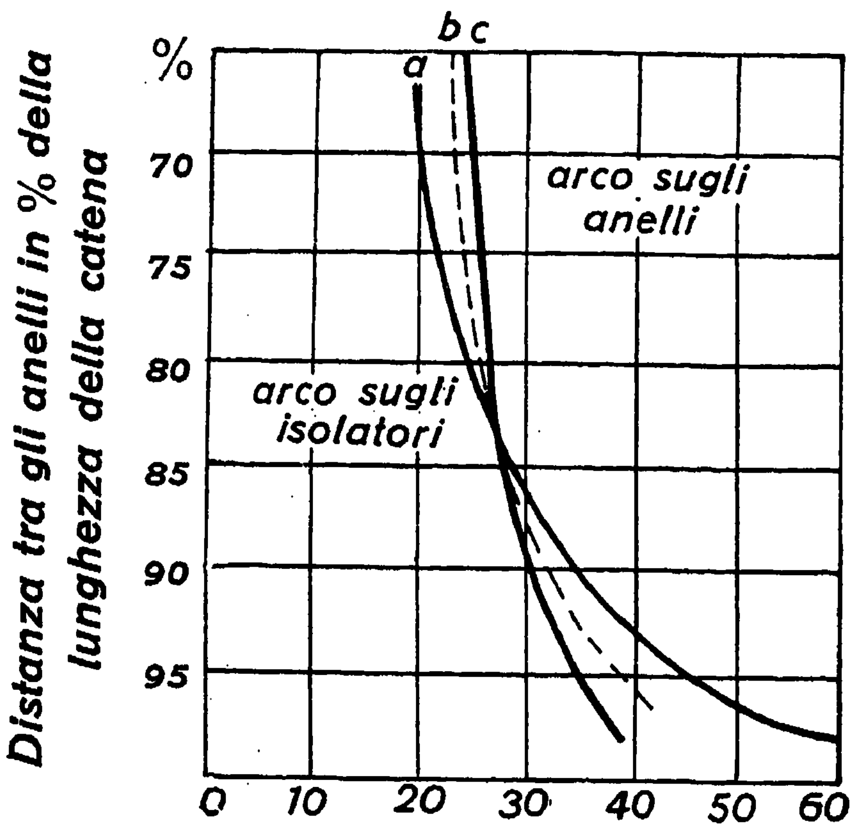


Fig. 32. - Curve limiti per anelli.
a) di ¼ di pollice. — *b*) di 1 ½ pollice. — *c*) di 2 pollici.

Fattore d'impulso.

Ma un'altra considerazione di capitale importanza deve farsi sull'adozione degli anelli, ed è precisamente riguardo al fattore d'impulso che indubbiamente viene a modificarsi per la presenza degli anelli, e che può variare secondo i varii tipi e le varie dimensioni degli anelli.

In verità molte esperienze non sono state fatte su questa particolarità importantissima.

Le sole esperienze di cui si conoscono i risultati sono quelle eseguite nei laboratori della Ohio Brass dal Dott. Austin e dal Peek nei laboratori della General. Da queste esperienze si ricava che gli anelli modificano il valore della tensione d'arco col variare della frequenza, e precisamente la diminuiscono col crescere della frequenza. Le prime esperienze erano limitate alla frequenza 70.000 cicli.

f	kV arco (senza anelli)	kV arco (con anelli)	(rapporti)
60	630	600	1,05
5000	490	450	1,09
10000	450	400	1,12
20000	420	375	1,12
30000	390	350	1,12
40000	385	330	1,16
50000	380	310	1,12
60000	375	305	1,23
70000	375	300	1,25

Dai valori trascritti risulta anche che col crescere della frequenza la tensione d'arco diminuisce più rapidamente con gli anelli che senza.

A 60 cicli il rapporto è 1,05 mentre sale a 1,25 per 70.000 cicli. In identiche condizioni il dott. Austrin ha potuto determinare che un passante di altezza 1,670 mm. presenta invece una tensione d'arco che praticamente è poco variabile col crescere della frequenza e precisamente mentre per frequenza 60 si ha una tensione d'arco di 385 kV, a 70 Kilocicli la tensione d'arco risulta di 375 kV.

Colle onde d'impulso viceversa il valore della tensione d'arco cresce e risulta assai più elevato per catene con anelli che con catene senza anelli.

Si deve dedurre che gli anelli elevano il fattore d'impulso.

Ma la questione del fattore d'impulso per catene è assai più complessa, perchè il valore di questo fattore dipende in modo particolare dalla forma d'onda, e più specialmente anche dalla forma del dorso dell'onda. L'importanza del valcre del fattore d'impulso emergerà maggiormente dalle considerazioni che seguono relative ai passanti.

La tabella seguente dà valori d'archi a secco, il valore corrispondente del massimo della tensione sinussoidale, ed il valore d'arco d'impulso secondo esperienze eseguite in America, dal Peek:

Tabella XX.

Distanza fra gli anelli cm	Numero elementi	Arco a secco kV	kV max	Arco d'impulso kV	Fattore d'impulso
194	17	750	1060	2020	1,9
171	15	700	990	1890	1,9
158	14	655	920	1760	1,9
146	13	620	872	1620	1,86
134	12	580	820	1470	1,8
122	11	540	760	1350	1,78
110	10	510	720	1222	1,7

Per le nostre catene di 15 elementi verticali per le quali è evidente la corrispondenza delle dimensioni con quelle provate dal Peek, potremo ritenere che presenteranno una tensione d'arco d'impulso di 1.890 kV mentre a frequenza normale scaricano a 680 kV a secco e 570 kV sotto pioggia (acqua sottosuolo).

Per 17 elementi invece i valori sono rispettivamente 2020 kV per la tensione d'impulso, 715 kV a secco e 640 kV sotto pioggia.

Se si avesse avuto acqua a disposizione secondo le norme dell'A.E.I. le tensioni d'arco sarebbero risultate rispettivamente per 15 e 17 elementi di 620 e 780 kV. Per le catene d'ammarraggio in pratica e prudenzialmente, data la posizione degli elementi la tensione d'arco si deve ritenere un po' inferiore ed ammettere che l'arco nella peggior ipotesi si riduce a 640 kV come per le catene verticali di 15 elementi. Esperienze fatte in proposito con catene di 15 elementi hanno dato i seguenti risultati:

Prove sotto pioggia con i due anelli S.I.P. catene orizzontali.

Catena di 15 elementi disposta in orizzontale: la pioggia batte nelle campane interne:

primo friggio	a	kV	130
scariche molto visibili ai perni	»	»	250
scariche sull'anello (effluvii)	»	»	400
scarica totale	»	»	440

Catena di 15 elementi disposta in senso inverso alla precedente: la pioggia batte sulla campana superiore:

scariche visibili ai perni	a	kV	270
scariche sull'anello (effluvii)	»	»	480
scarica totale	»	»	500

Come si vede la scarica sulla catena di 15 elementi in ammarraggio avviene, se gli elementi son ben disposti in posizione regolare a 500 kV contro 560 kV quando la catena è verticale.

Passanti.

Il comportamento dei passanti nelle istallazioni ad altissima tensione assume una capitale importanza. Bisogna prima di ogni altra considerazione evitare che i passanti vengano a costituire il punto debole dell'istallazione, e che per essi le tensioni d'arco abbiano valori inferiori a quelli delle catene in linea. Il loro costo elevato e la difficoltà della loro sostituzione in caso di avarie giustificano questa affermazione.

I passanti forniti dalla Brown Boveri per gli interruttori e per i trasformatori erano stati provati a Baden ed hanno dato come tensione d'arco a secco il valore di 750 kV a 50 periodi e 670 kV alla frequenza di 25000 cicli. Il passante Brown Boveri ha una lunghezza totale di 4790 mm. con una distanza minima fra le parti metalliche di 1840 mm.

I passanti forniti dalla Compagnia Generale hanno una lunghezza totale di 4290 mm e presentano una distanza fra le parti metalliche di 1865 mm. Le tensioni d'arco di questi passanti sono praticamente uguali a quelle dei passanti B. B.

Le distanze esplosive sono, tanto nell'uno come nell'altro passante, assai superiori alle distanze esplosive fra gli anelli della catena normale e le tensioni d'arco a secco e sotto pioggia risultano per la frequenza normale superiori a quelle delle catene. Per le tensioni a frequenze elevate la diminuzione della tensione d'arco è, come già abbiamo detto poco sentita.

Ma le condizioni in cui vengono a trovarsi detti passanti sotto azione di onde d'impulso non è stata possibile determinarle sperimentalmente, coi mezzi che sono a disposizione nei laboratori europei. Il fattore d'impulso per le catene assunto al valore 1,85 porta la tensione d'arco a valori assai elevati per le catene. E per i passanti quale può essere il fattore d'impulso?

In Europa disgraziatamente non vi è possibilità, almeno al giorno d'oggi, di eseguire queste importantissime esperienze. La sola Società Brown Boveri a Baden ha la possibilità di eseguire prove d'impulso fino ad 1.000.000 di Volt.

Si ricorse quindi alla cortese accondiscendenza della Direzione Generale della Brown Boveri di Baden per eseguire prove comparative con onde d'impulso su passanti di minori dimensioni e su nostre catene. Nello stesso tempo si fecero prove sui passanti a 200 kV dei trasformatori e degli interruttori a frequenza normale, e ad alta frequenza (1).

Per le prove a tensione d'impulso limitate a 1.000.000 di Volt, si fecero prove di paragone su passanti per tensioni ridotte, onde renderci ragione del comportarsi di tali passanti col crescere della frequenza, e colle onde d'impulso. Le esperienze molto accurate diedero i seguenti risultati:

TABELLA XXI.

TENSIONI D'ARCO IN kV

	Frequenza 50 kV max	Frequenza 35000 kV	Impulso kV	Fattore d'impulso
Passante per 50 kV porcellana ..	130	118	190	1,45
Passante per 50 kV in bakdura .	152	160	210	1,38
Passante per 110 kV senza egualizz.				
secco	400	483	500	1,25
sotto pioggia	365	365	490	1,35
Passante da 110 kV con egualizz.				
secco	545	595	750	1,37
pioggia	370	457	535	1,42

Per i passanti dei trasformatori da 36.000 kVA dell'Isarco, si ebbero i seguenti risultati. Passanti delle dimensioni date: Tensione d'esercizio 220 kV; arco a secco con 50 periodi 750÷800 kV; 650-670 kV a frequenza 35.000. Assumendo come fattore d'impulso un valore medio fra i valori di 1,45 ed 1,25 che avevamo ottenuti per i passanti di dimensioni diverse si desume il valore di 1.400.000 Volt quale tensione d'arco per onde d'impulso. Tale valore è certamente inferiore al vero, e approssimato per difetto, non avendo altra possibilità per determinarlo più esattamente (1).

La tensione d'arco d'impulso risulterebbe quindi inferiore a quella della catena che abbiamo visto raggiunge il valore di 1890 kV.

Ma occorre notare che per le tensioni d'impulso si deve tener presente che il valore della tensione d'arco dipende essenzialmente dal valore della ripidità del fronte d'onda, ed ancora dalla forma del dorso dell'onda. I passanti sono all'estremità di linea, ove è logico ammettere che le onde d'impulso possano arrivare assai smorzate, e ciò che più conta con ripidità minore nel fronte d'onda.

Non bisogna però trascurare che certe esperienze di laboratorio non possono in modo assoluto corrispondere alle vere condizioni di esercizio, perchè nei due casi si hanno in giuoco quantità di energia molto diverse. Un'altra considerazione importante si è che colle onde d'impulso a fronte ripidissimo, con esperienze eseguite per mezzo di generatori d'impulso capaci di produrre onde con fronti aventi incrementi di 30÷40.000 kV per microsecondo, si sono avuti risultati i quali hanno dimostrato come non sempre si produca la rottura del dielettrico aria corrispondentemente al valore massimo assoluto della tensione, data l'enorme ripidità del fronte d'onda.

In realtà perchè avvenga la scarica è necessario che si rompa l'equilibrio atomico nel dielettrico aria. Per il che occorre naturalmente una certa quantità di energia, la quale si ottiene applicando una determinata tensione per un certo tempo. Si deduce che per certe onde d'impulso la scarica può avvenire in un istante successivo a quello corrispondente al valore massimo, cioè può avvenire sul dorso dell'onda. Quanto più ripido è il dorso, cioè quanto più rapidamente l'onda si porta a zero dopo oltrepassato il valor massimo, tanto minore è la possibilità che ha l'arco d'innescarsi sul dorso dell'onda, pur avendo sopportato il valor massimo dell'onda. Viceversa se lo scatto dell'arco succede prima che avvenga il massimo dell'onda, la quantità d'energia in giuoco è una frazione dell'energia del l'onda totale. Se l'arco avviene sul dorso, naturalmente la quantità d'energia nell'arco può essere molto grande e pericolosa. Nel primo caso sarà piccola la quantità di energia che si riversa sul passante, mentre nel secondo caso può essere rilevante. Lo studio quindi della determinazione, delle caratteristiche delle onde d'impulso è di somma importanza per poterne studiare gli effetti.

Approfittando delle particolari istallazioni di prova preparate col cortese interessamento della Brown Boveri si poterono proseguire a Baden le prove d'arco d'impulso anche sulle catene per investigare l'influenza sul valore del fattore d'impulso della presenza degli anelli.

Si provarono anzitutto a frequenza normale e frequenza 28000 periodi le catene di 15 elementi con anelli. Con frequenza 28000 periodi si ottenne l'arco a 665 kV essendo la distanza fra le armature di 180 cm. La scarica avveniva adunque per un gradiente di $\frac{665}{180} = 3{,}7$ kV/cm mentre a 50 periodi la scarica avveniva a 700 kV cioè con un gradiente massimo di $\frac{700}{180} = 3{,}9$ kV/cm.

Per le prove ad impulso, non potendo inserire tutta la catena di 15 elementi perl e ragioni già esposte si fecero prove con numeri di elementi variabili, onde ricavarne la possibilità di de-

(1) È doveroso ricordare con gratitudine l'attenzione cortese del Sig. Direttore tecnico della B. Boveri Ing. Schiesser e dei Sigg. Ing. Kopeliowich e Ing. Beldi della B. B. che con molta cura eseguirono le esperienze apparecchiando tutto il materiale necessario per le delicate misure.

(1) Recentissime esperienze del Dott. Austin nel laboratorio della Ohio Brass a Barberton darebbero come fattori d'impulso per i passanti tipo Ohio Brass il valore 2,7 riferito al valor efficace, ossia 1,9 rispetto al valor massimo della tensione d'arco a 60 periodi. Nel caso nostro la tensione d'arco d'impulso ammettendo il valore 1,9 risulterebbe da $750 \times 1{,}9 \times 1{,}41 = 2000$ kV.

terminare, estrapolando, i valori voluti. Si è così potuto subito constatare che la tensione specifica di scarica, espressa in kV/cm. diminuisce coll'aumentare del numero degli elementi e difatti: (Anelli normali sotto e sopra).

N° elementi	kV/cm.
3	13,6
6	9,2
9	8,1
11	7,5

Viceversa per un dato numero di elementi la tensione d'arco si è constatato che cresce con l'aumentare della ripidità del fronte d'onda, tendendo ad un valore limite. La tensione specifica di scarica di una catena di 3 elementi raggiunge il valor limite superiore di 23 kV/cm. mentre una catena di 6 elementi raggiunge il valor limite di 13,5 kV/cm. In altri termini queste esperienze hanno dimostrato all'evidenza la variazione del fattore d'impulso colle ripidità del fronte d'onda. La tensione specifica d'arco diminuisce dunque coll'aumentare del numero di elementi, mentre per un dato numero di elementi aumenta coll'aumentare della ripidità del fronte d'onda.

Per controllare l'effetto degli anelli sotto azione di tensioni d'impulso si sono fatte prove con catene di 6 elementi e i risultati ottenuti sono qui trascritti:

TABELLA XXII.

	Distanza fra le armature mm.	Tensione di scarica kV	Tensione specifica di scarica kV/cm.
Anello sotto e sopra	590	720	12,2
Anello sotto solamente	715	800	11,2
Senza anelli	780	815	10,4

Dal confronto si ricava, come era facile a prevedersi, che la tensione d'arco diminuisce col diminuire della distanza fra le armature, però ragguagliando il valore della tensione di scarica all'effettiva distanza fra le armature la tensione specifica di scarica, risulta maggiore per la minor distanza, cioè per il caso degli anelli e sotto e sopra. In altri tèrmini la presenza degli anelli fa aumentare la tensione specifica di scarica.

A parità di altre circostanze, si è voluto ancora indagare quale effetto può avere sulle tensione specifica di scarica la grossezza del tubo formante l'anello, e si è ricavato che con anello di tubo grande di 6 cm., istallato anche sopra anzichè col tondino di 10 mm. la tensione specifica è maggiore, cioè il fattore d'impulso cresce.

Sotto questo punto di vista quindi l'anello superiore è dunque da preferirsi di tondino.

TABELLA XXIII.

Sistemazione anelli	Distanza mm.	Numero elementi	Arco kV (positivo)	kV/cm.	Arco kV (negativo)	hV/cm.
Anello sotto grosso . Anello sopra piccolo.	283	3	410	14,5	430	15,2
Anello grosso sotto e sopra	287	3	480	16,6	480	16,6
Anello sotto grosso . Anello sopra piccolo	655	6	585	9	638	9,6
Anello grosso sotto e sopra	655	6	600	9,2	650	9,9

Come conclusione si può ritenere che la tensione di scarica con onde d'impulso ha un valore assai elevato, e che il valore di questa tensione d'arco dipende dalla ripidità del fronte d'onda e può variare entro limiti abbastanza ampi come hanno dimostrato le esperienze per 3 e 6 elementi. Il valore massimo che può dunque raggiungere la tensione di scarica nelle esperienze con onde d'impulso dipende dalle caratteristiche del generatore dell'onda e tanto più è elevata la tensione d'arco quanto più è ripida l'onda d'impulso.

Per il caso delle esperienze di Baden risulta dal calcolo che il tempo necessario all'onda per raggiungere il suo valore massimo è di $0{,}4 \times 10^{-7}$ secondi (calcolato secondo Töepler: *Mitteilungen Hermsdorf* 1924, H. 9) però lo spinterometro del generatore di fulmini istallato nella sala prove della Brown Boveri si innesca in un tempo variabile da $1{,}7 \div 2{,}3 \times 10^{-7}$ secondi. In queste condizioni quindi l'onda di tensione non può raggiungere il suo valore massimo perchè richiede un tempo maggiore di quello dell'innesco dello spinterometro. La ripidità dell'onda è quindi limitata dal ritardo dello spinterometro. Se per questo tempo si prende come media di 2×10^{-7} secondi, si ottiene per il caso di una catena di 3 elementi una ripidità corrispondente ad un incremento di 1700 kV per microsecondo (340 kV in $0{,}2 \times 10^{-6}$ secondi).

Si sono fatte esperienze (Fortescue: *Electric Journal*, giugno 1928) con onde di 15.000 kV di incremento per microsecondo e si sono avuti fattori d'impulso per catene superiori al valore 3. Mentre con incrementi di 4.–6.000 kV per microsecondo il fattore d'impulso era di circa 1,8. Il più ripido fronte d'onda osservato nelle scariche atmosferiche è di 4000 kV per Microsecondo.

La curva (*A*) ricavata dal Fortescu (vedi diagramma fig. 33) è riferita ad una catena di 16 elementi e dà le tensioni d'arco per varie condizioni di fronte d'onde, la linea punteggiata (*B*) dà invece la tensione d'arco a 60 periodi per la stessa catena.

Con un'onda che abbia un fronte di ripidità corrispondente ad un incremento di 4000 kV per microsecondo, ad esempio, l'arco scatta a 2000 kV, mentre dal diagramma si ricava che la tensione d'arco a 60 periodi è di 825 kV corrispondente a 1170 kV valore massimo. Il fattore d'impulso sarebbe in questo caso 1,7 rispetto al valore massimo.

Con un'onda di ripidità di 6000 kV per microsecondo il fattore d'impulso sarebbe 1,92. Per ognuno dei casi di onde con diversa ripidità corrispondente a queste catene di 16 elementi si avrebbe che il valore del fattore d'impulso, varierebbe secondo la curva (*A*), riferita come ascissa alla linea punteggiata (*B*) che corrisponde alla tensione d'arco a 60 periodi. Si possono così ricavare anche i valori della tensione specifica d'arco riferita alla lunghezza utile presentata dalla catena che è di 181 cm.

TABELLA XXIV.

Ripidità kV/microsecondo	Fattore d'impulso	Tensione specifica
15.000	3,08	20,5
10.000	2,4	15,5
8.000	2,15	13,8
6.000	1,92	12,4
5.000	1,82	11,7
4.000	1,71	11,2
3.000	1,56	10,0
2.000	1,41	9,1
1.000	1,2	7,7

Queste cifre sono molto istruttive perchè ci danno un'idea del rapporto che esiste fra il valore del fattore d'impulso e la tensione specifica d'arco, e riferendole alle esperienze fatte a Baden si può dedurre che nelle prove delle catene con 6 elementi si aveva fattori d'impulso che variavano da 1,92 a 1,60 circa rispettivamente con anelli e senza anelli. Se si può ritenere che

le onde che arrivano alle sottostazioni abbiano un fronte d'onda di ripidità corrispondente ad un incremento non maggiore di 4000 kV/microsecondo si può ammettere che per il caso di una linea con 16 elementi l'arco si formi con tensioni di 2000 kV. Questa conclusione concorda abbastanza bene con le deduzioni fatte più sopra per altra via.

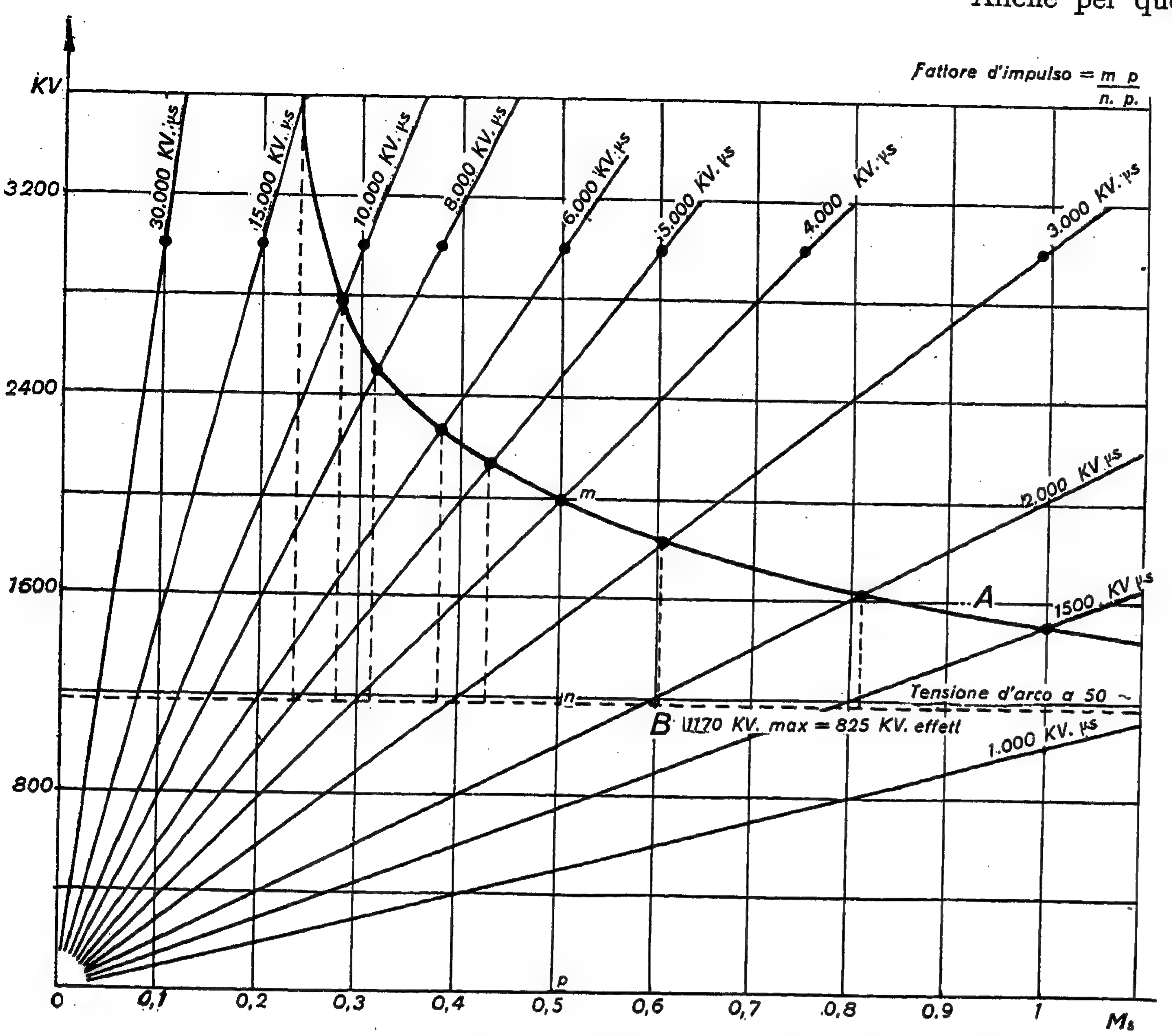


Fig. 33. - Curva dei valori di impulso per onde di varia ripidità.

Per avere un buon coefficiente di sicurezza nell'esercizio, questa tensione non dovrebbe fare scattare alcun arco sui passanti dei trasformatori nè causare perforazione di isolanti, poichè a parità di tensione il tempo che occorre per la perforazione dell'olio o degli altri isolanti è molto maggiore di quello che occorre per la perforazione dell'aria. Quanto più lungo è l'arco che deve formarsi, tanto più tempo è richiesto per la sua formazione. Sotto questo punto di vista gli impianti ad altissima tensione si dovrebbero trovare in condizioni relative migliori rispetto a quelli di tensioni modeste. Tutto dipende però dalla ripidità del fronte d'onda, ossia dal valore incrementale di kV per microsecondo.

Bisogna quindi andare molto cauti quando si definisce il rapporto d'impulso di una catena. Questo coefficiente dice per se stesso poco, se non è accompagnato dai dati che definiscono l'onda di tensione.

Bisogna dunque notare che l'importanza del fattore d'impulso nell'isolamento di una linea non va intesa nel senso che esso rappresenta un indice di sicurezza contro la scarica sugli isolatori, ma al contrario il fattore d'impulso deve esser ridotto a tal valore che assicuri la scarica piuttosto sulle catene che non sugli apparecchi più delicati delle sottostazioni di trasformazione.

Isolatori in colonna « Post-Type ».

Come ultima parte, bisogna estendere le considerazioni fatte agli isolatori così detti « post-type » installati sia per sostegno sbarre, come per manovra dei coltelli, nelle cabine e sui pali sezionatori. I coltelli per tali istallazioni sono stati forniti dalle I.F.I. con 5 elementi tipo C.G.E.C., N. 10667. Tali elementi messi in pila presentano un arco a secco di 690.000 Volta e sotto pioggia di 5 mm. per minuto a 45° con acqua di 4000 ohm cm/cm² un arco di 450.000 Volta. Esperienze furono fatte a Livorno su elementi F.I.L. I 5 elementi F.I.L., modello 1628, presentano un arco di 685.000 Volta a secco e 445 Volta sotto pioggia.

Anche per questi isolatori montati a pila era interessante fare le analisi della ripartizione del potenziale. Tali prove fu possibile eseguirle a Livorno nel laboratorio della F.I.L.

Date le dimensioni dei singoli elementi e la notevole capacità delle armature metalliche che uniscono i varii elementi la ripartizione del potenziale è risultata assai disuniforme. Le prove sono state fatte con e senza anelli egualizzatori col solito sistema delle sferette. I risultati ottenuti per gli isolatori F.I.L. si possono ritenere praticamente corrispondenti a quelli che si hanno cogli isolatori C.G.E.C.

Distribuzione potenziale su isolatori portanti mod 1628 (F.I.L.)

Tensione di linea 220 kV

Tensione per colonna 130 kV

130 kV	1° isolatore	kV	63	con anello di mm. 50 ∅ del ∅ esterno mm. 750.
»	2°	»	»	32	
»	3°	»	»	17	
»	4°	»	»	10	
Terra	5°	»	»	8	
130 kV	1° isolatore	kV	81	senza anello
»	1°	»	»	23	
»	3°	»	»	12	
»	4°	»	»	8	
Terra »	5°	»	»	6	

Per ciò che riguarda il loro comportamento sotto onde d'impulso mancano esperienze in proposito, ma da prove eseguite nel Laboratorio di Barberton della Ohio Brass, si può ricavare che gli isolatori in colonna si comportano, sotto l'azione delle onde a fronte ripido, come gli isolatori a perno e cioè il fattore d'impulso è dell'ordine di 1,42 in media e varia come per le catene dall'esservi o no l'anello egualizzatore sull'isolatore di testa.

L'anello, se di dimensioni considerevoli, serve ad egualizzare in parte i potenziali sugli isolatori della colonna, ma ha influenza sul fattore d'impulso e le colonne d'isolatori « post-type » con anello egualizzatore tendono a comportarsi come i passanti.

Nel caso nostro colle colonne C.G.E.C. si avrebbe una tensione d'arco d'impulso di $(690.000 \times \sqrt{2} \times 1{,}42) = 1.380.000$ V e per le colonne F.I.L. una tensione d'impulso di $(685.000 \times \sqrt{2} \times 1{,}42) = 1.370.000$ Volt.

Le colonne istallate essendo del tipo I.F.I., la tensione d'arco d'inpulso si può teoricamente ritenere dello stesso ordine di grandezza dell'arco per i passanti.

La tabella seguente riunisce le tensioni d'arco per le varie parti dell'impianto:

Tabella XXV.

	Arco a secco kV eff.	Arco sotto pioggia kV eff.	Arco con tensione d'impulso kV
Catene di 15 elementi normali	680	570	1890
» » 16 » »	700	600	1920
» » 17 » »	715	640	2020
Passanti C.G.E.	750÷800	580	1400
» Brown Boveri	800	600	1400
Colonne « Post-Type » C.G.E.C.	690	450	1470
» » » F.I.L.	685	445	1370

È superfluo ricordare che il valore della tensione d'arco d'impulso, secondo le esperienze del Peek, non varia per effetto della pioggia.

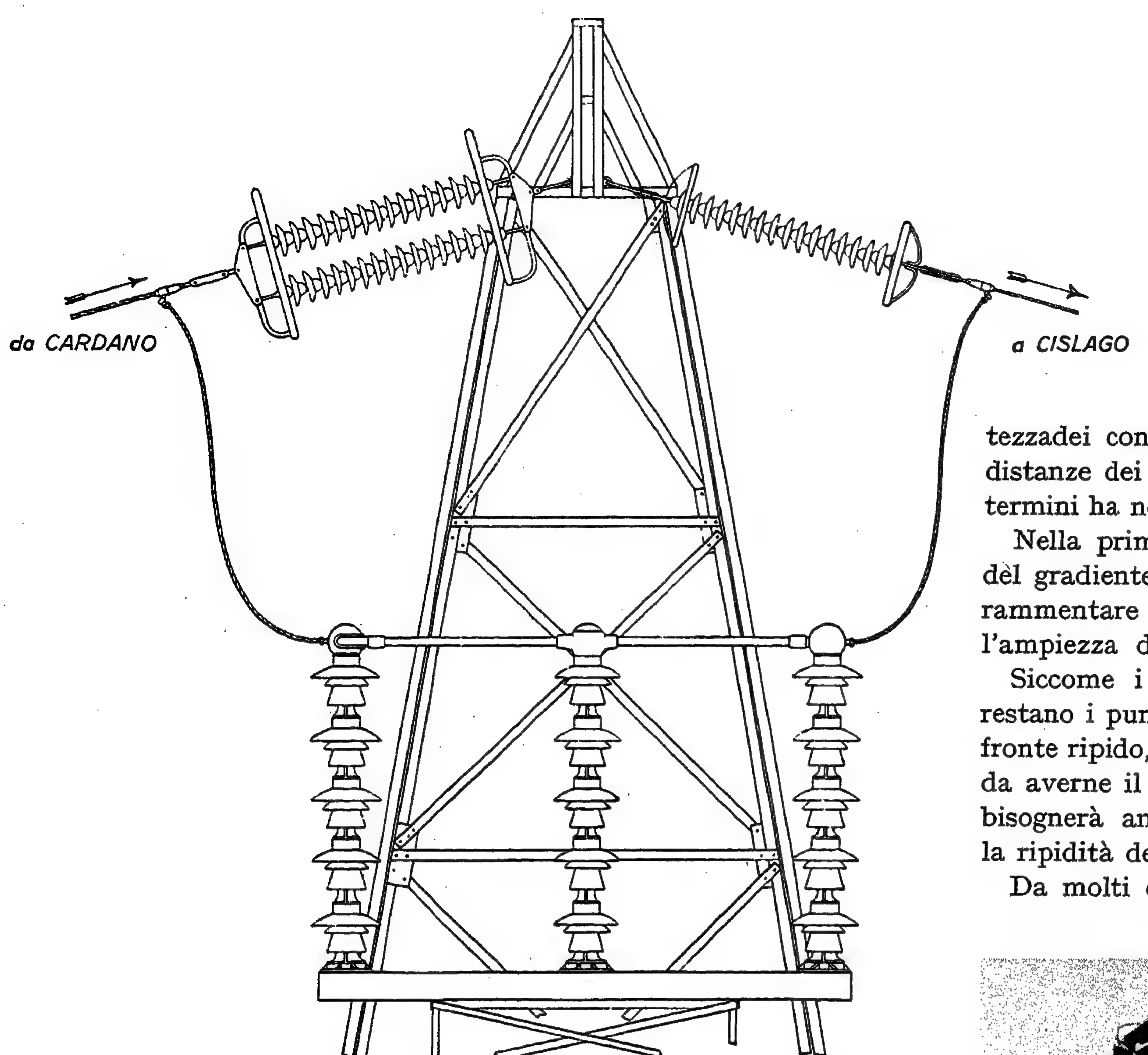


Fig. 34. - Palo sezionatore. Coltello.

COLTELLI SEZIONATORI.

Nelle cabine di sezionamento e nei pali sezionatori sono stati installati dei coltelli forniti dalla I.F.I. (brevetto Bagnagatti) a contatto articolato, di sicurezza per ottenere una buona continuazione di circuito (figg. 34 e 35).

I coltelli sono montati su tre colonne di isolatori C.G.E.C. composte ognuna di 5 elementi. Le colonne estreme sono fisse e portano i contatti cui si attaccano con apposita morsettiera i conduttori di linea. La colonna centrale invece porta il coltello propriamente detto, girevole sul suo asse per un angolo di 80°.

La distanza tra le colonne estreme è di m. 3,50 mentre l'altezza di ogni colonna di 5 elementi C.G.E.C. risulta di m. 2,20. L'apertura del coltello misura m. 1,8 fra la punta del coltello a posizione estrema di apertura e le parti fisse. I coltelli sono previsti per 500 Ampère di esercizio, ma devono sopportare un passaggio di corrente di 800 Amp. senza eccessivo riscaldamento.

Il coltello rotante è in alluminio con congegno articolato retrattibile portante le spazzole di contatto. I contatti sono di bronzo e muniti di una sfera rompiarco e di un tettuccio di protezione. Tutte le parti metalliche sono inossidabili.

La colonna ruotante è posata su sfere con albero di acciaio.

Le dimensioni principali sono le seguenti:

Colonne di 5 elementi altezza	2.210 m/m
Peso	250 Kg.
Arco a secco	690 kV
Arco sotto pioggia A.E.I.	450 »

Le colonne così costituite sono in grado di offrire una resistenza alla flessione applicata in testa di Kg. 400 ed una resistenza alla torsione di Kg. 450, per la colonna centrale.

Le prove di cotesti coltelli furono eseguite per la parte elettrica nel laboratorio della Spett. Società Pirelli e per la parte meccanica nel laboratorio del R. Politecnico di Milano.

Le stazioni all'aperto sia di Cislago come di Cardano sono equipaggiate con coltelli di questo tipo (fig. 36).

PROTEZIONI.

Se, per le ragioni esposte, risulta evidente quanta importanza abbia lo studio delle catene dal lato elettrostatico non bisogna trascurare che l'immunità di una linea contro i danni e le interruzioni di servizio provocate dal fulmine, dipende anche per buona parte dalle caratteristiche della palificazione e cioè dall'altezzadei conduttori dal suolo, ed in particolare modo dalle distanze dei conduttori dal traliccio e dalle mensole: In altri termini ha non poca importanza la forma del palo.

Nella prima parte di questo studio abbiamo dato i valori del gradiente a condizioni normali di esercizio. Non è d'uopo rammentare che tale gradiente si eleverà in proporzione dell'ampiezza delle sovratensioni.

Siccome i passanti degli interruttori e dei trasformatori restano i punti più deboli, specialmente sotto azione di onde a fronte ripido, diventa importante pensare ai disturbi in modo da averne il minimo inconveniente possibile. Per ciò ottenere bisognerà anzitutto cercare di ridurre per quanto possibile la ripidità del fronte d'onda e il suo valore massimo.

Da molti è ritenuto utile e conveniente negli ultimi tratti

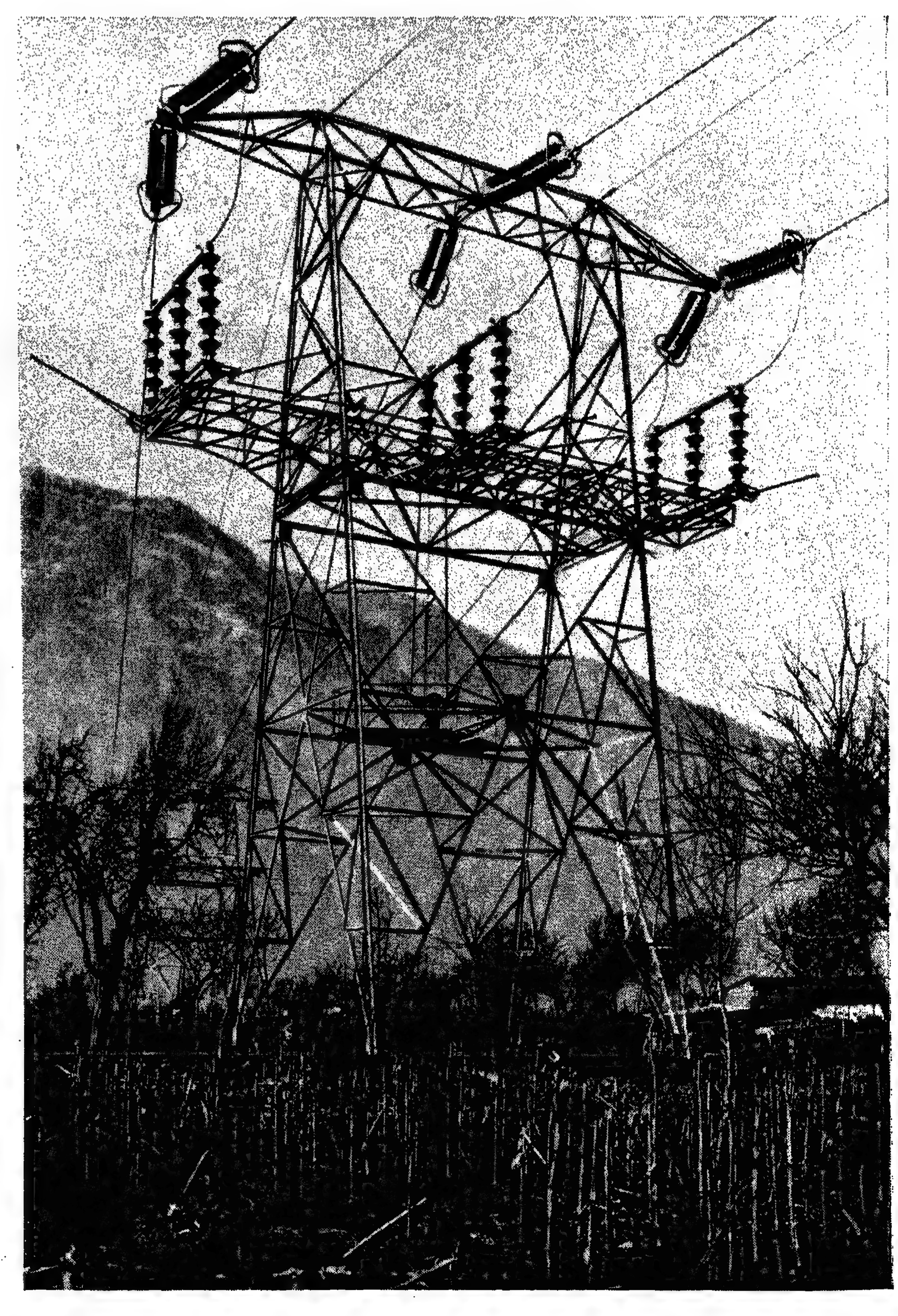


Fig. 35. - Palo sezionatore.

in prossimità delle cabine e della Centrale diminuire il diametro del conduttore affinchè per effetto corona una certa parte della tensione indotta possa per irradiazione e dispersione scaricarsi in atmosfera prima di arrivare ai passanti.

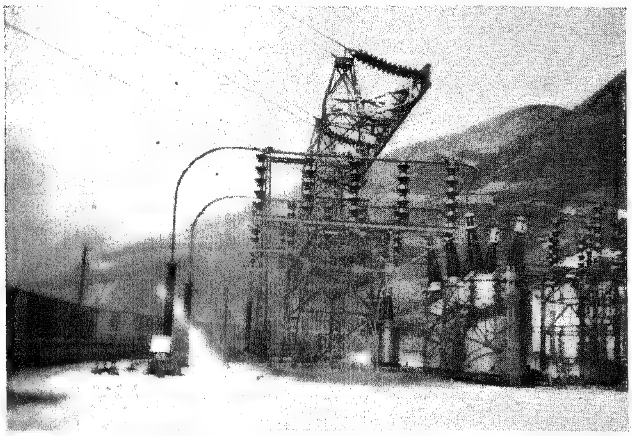


Fig. 36. - Ammarraggio della linea alla partenza. Centrale di Cardano. Interruttori e coltelli.

La disuniformità della sezione comporta naturalmente inconvenienti nel montaggio della linea, per le diversità occorrenti nella morsetteria. Non è stata quindi da noi seguita questa pratica. D'altra parte è notorio quali considerevoli sovratensioni si possano generare in una lunga linea, e quali enormi sforzi sia costretto a sopportare il materiale dielettrico durante certi temporali. Il Lewis (*A.E.I.E.*, settembre 1928) determina in base alle esperienze fatte su molti impianti, che il valor massimo della tensione d'arco sotto onde d'impulso per le catene normalmente usate è di 10÷14 volte il valore della tensione normale rispetto al neutro. Investigazioni fatte su molti impianti di varia tensione avrebbero dato le cifre seguenti:

TABELLA XXVI.

Tensione di esercizio kV	Valore massimo della tensione rispetto al neutro	Numero di elementi p. catena	Tensione d'arco d'impulso kV	Rapporto d'impulso rispetto al valore mass. al neutro
66	54	4– 6	750	13,9
110	90	6– 9	1020	11,3
132	108	9–12	1410	13,1
154	126	10–12	1410	11,2
220	180	12–16	1780	9,9

Da questi dati sperimentali consegue che i trasformatori possono essere sottoposti a sovratensioni dell'ordine di 10÷12 volte la tensione normale pur tenendo conto dei fattori di attenuazione delle linee.

L'esperienza acquisita ci permette di affermare che l'isolamento normale dei trasformatori è sufficiente per resistere a tali sovratensioni. Il Lewis consiglia di diminuire l'isolamento della linea in prossimità della stazione generatrice e della stazione ricevitrice, abbassando cioè la tensione d'arco alle catene.

Tale disposizione a nostro modo di vedere diminuisce la sicurezza d'esercizio influendo su tutta la linea e troviamo più logica la disposizione di aumentare in prossimità delle stazioni trasformatrici il numero dei conduttori di terra per ottenere una maggior protezione, ed anche una maggior impedenza alla propagazione d'onde provenienti da punti lontani della linea.

Non dobbiamo tralasciare di dire che la disposizione dei tre conduttori in un piano è di per se la più favorevole, nei riguardi delle onde a fronte ripido.

Infatti secondo le teorie del Peek l'ordine di grandezza delle tensioni indotte dal fulmine sulle linee elettriche è proporzionale al valore dell'altezza dei conduttori sul suolo. Per queste altissime tensioni per le quali occorrono distanze considerevoli tra i conduttori, evidentemente la differenza delle tensioni indotte tra il conduttore più alto ed il più basso sarebbe di considerevole valore.

Ammessa la formazione di sovratensioni inevitabilmente elevate a causa dell'altezza dei pali, sorge naturale l'importante questione se su queste grandi linee occorra o no installare apparecchi speciali scaricatori all'arrivo ed alla partenza delle linee. Il recente esperimento fatto nella linea a 220 kV che fa capo alla stazione di Conowingo della « Philadelphia Electric Co. » porterebbe alla conclusione che l'installazione di tali apparecchi è utile. Ma in molte altre installazioni americane a 220 kV le protezioni sono state del tutto abolite.

È un fatto indiscutibile che le macchine non dovrebbero trovarsi mai nelle condizioni di inferiorità rispetto alla linea, per quanto concerne alla loro capacità a resistere alle sovratensioni. Se qualche avaria deve succedere è meglio avvenga sulla linea, ma si salvino le macchine e gli apparecchi. La rovina di una catena è un danno assai minore di quello di una rottura di un passante, o, peggio della fulminazione di un trasformatore.

Sarebbe sufficiente poter arrivare all'attuazione pratica di condizioni tali per le quali il valore massimo della sollecitazione, cui può essere assoggettata una parte qualsiasi dell'impianto, fosse maggiore di quello corrispondente a quel determinato impulso (determinato in forma ed in valore massimo) che la catena di isolatori di linea può sopportare come limite senza dar luogo all'adescamento dell'arco.

Sarebbe questa indubbiamente la miglior condizione, soddisfacendo alla quale non si dovrebbero avere preoccupazioni per la continuità dell'esercizio, pur facendo completa eliminazione di qualsiasi apparecchio scaricatore. Il pratico esercizio di questi ultimi anni del resto conferma questa decisione. Parallelamente il notevolissimo progresso nella costruzione del macchinario elettrico, specialmente per ciò che riguarda l'isolamento degli avvolgimenti dei trasformatori ad altissima tensione, autorizza il convincimento che tali protezioni siano per questi impianti superflue. Ma nelle recenti grandi sottostazioni all'aperto per altissime tensioni si aboliscono non solo gli apparecchi scaricatori, ma per altre considerazioni si discute perfino la convenienza dell'istallazione delle bobine di self. Invero, o si istallano delle bobine di self di caratteristiche elettriche corrispondenti ad un effettivo aumento del valore d'impedenza d'onda $\sqrt{\frac{L}{C}}$ ed allora si raggiungono dimensioni di spirali assolutamente non pratiche, oppure è, e deve ritenersi, inutile applicare spirali di self tali, che la loro efficienza risulti in effetto di scarso o nullo valore protettivo. Coteste sono le ragioni per le quali sulla nostra linea a 220 kV non esistono nè self nè apparecchi scaricatori, nè alla cabina di arrivo nè a quella di partenza.

Che risultino inefficaci le protezioni e che se ne abolisca l'istallazione per le ragioni sopra dette, è ammissibile, ma non bisogna tacere che è necessario cercare di ridurre l'entità delle sovratensioni che si possono generare nelle linee, limitandone l'ampiezza e diminuendone la ripidità del fronte d'onda.

La pratica moderna segue giustamente le complete e precise esperienze del Peek, che ci danno ampie idee sull'efficienza del filo di guardia o conduttore di terra teso sulla palificazione.

Senza dubbi si può asserire che l'azione di questo conduttore di guardia ha effetti favorevoli per la riduzione dell'ampiezza delle sovratensioni indotte.

Il conduttore di guardia però per essere efficace deve essere connesso a frequenti e buone terre. Così è stato fatto nella nostra linea. Data la forma del palo e le disposizioni di conduttori di energia si è presentata opportuna e facile l'istallazione di due conduttori di terra. Con una tale disposizione il rapporto

di riduzione del valore delle sovratensioni indotte sulla linea si può ritenere di 0,64 seguendo i concetti della teoria del Peek.

In modo particolare sono di notevole interesse, i risultati numerici ai quali si arriva per il tipo di palo adottato per la nostra linea dell'Isarco.

Il Peek ritiene, infatti che nel caso nostro con pali a cavalletto delle dimensioni date, se si ammette il massimo gradiente di 330 kV per metro, in caso di temporali burrascosi, di 165 kV per metro in caso di temporali forti, e di 85 kV per metro in condizioni temporalesche ordinarie, se non sono istallati conduttori di guardia, si potrebbero avere le seguenti tensioni indotte in linea. (Tenuto conto che l'altezza del palo è 20 metri – e $h = 13,5$ metri risulta l'altezza media del conduttore sul suolo per una campata normale). (Vedi fig. 2 Parte I).

Valori delle tensioni indotte sulla linea

	Gradiente per metro		
	$g = 330$ kV/mt.	$g = 165$ kV/mt.	$g = 85$ kV/mt.
Senza fili di guardia :			
Conduttori laterali	4.400.000 V	2.220.000 V	1.100.000 V
Conduttore centrale	4.400.000 V	2.200.000 V	1.100.000 V

Mentre con l'adozione dei conduttori di guardia, tali valori si ridurrebbero rispettivamente.

Con un filo di guardia solo :			
Conduttori laterali	2.380.000 V	1.190.000 V	595.000 V
Conduttore centrale	2.020.000 V	1.010.000 V	505.000 V
Con due fili di guardia			
Conduttori laterali	1.890.000 V	945.000 V	472.500 V
Conduttore centrale	1.580.000 V	790.000 V	395.000 V

Questi dati sono puramente teorici ma servono a darci un concetto sull'efficacia dei conduttori di terra, opportunamente dimensionati e disposti.

Nel caso nostro esistono i due conduttori di terra simmetricamente disposti, e quindi secondo le idee dello stesso Ing. Peek scartando l'ipotesi di gradienti di 330 kV per metro, assolutamente difficili ad avverarsi nei nostri paesi, pur ammettendo un gradiente di 165 kV per metro coi due conduttori di guardia non si dovrebbe eccedere i 945.000 Volt di tensione indotta per i conduttori laterali. Saremmo quindi nel limite massimo di 1.000.000 di Volt per onde di impulso a fronte ripidissima. Dai dati soprariportati, stando alla teoria, dovremmo essere in assoluta condizione di sicurezza nei riguardi delle sovratensioni, e ciò ancora senza tener conto dell'effetto smorzante della propagazione.

I conduttori di terra costituiscono indubbiamente una rilevante spesa. Ma la loro efficacia è evidente e dobbiamo senza dubbio ritenere che la loro adozione sia giustificata dalla maggior garanzia di sicurezza d'esercizio che si ottiene colla loro installazione.

Circa la scelta del materiale per conduttori di terra molti tecnici, specialmente in America, sono dell'opinione che sia conveniente l'adottare lo stesso materiale dei conduttori di energia.

Per il caso nostro di conduttori in acciaio alluminio si dovrebbe ammettere l'utilità dell'uniformità dei materiali fra conduttori di energia e conduttori di terra, ciò nei riguardi della massima uniformità di condizioni meccaniche, ma più specialmente per avere un conduttore di terra di minore resistenza ohmica.

La minor resistenza ohmica certamente influisce sulla costante d'attenuazione e quindi dal punto di vista puramente elettrotecnico si dovrebbe dedurre che è più conveniente l'adozione di conduttori a bassa resistenza elettrica.

Per la nostra linea si sono adottate invece corde di acciaio delle caratteristiche seguenti:

La corda è formata di 19 fili di acciaio di mm. 2,16 e della sezione complessiva di 70 mm. Carico di rottura 120÷150 Kg/mmq. per ogni filo componente la treccia. Zincatura secondo le norme americane, e cioè con strato continuo di zinco puro in modo da presentare una superficie ben levigata.

Il peso è risultato di 0,57 Kg. per metro e il diametro 108/10 di mm. Carico di rottura della treccia 7800 Kg.

La resistenza ohmica è di circa Ohm. 2,4 per Km. e quindi la resistenza totale dell'intera lunghezza ha raggiunto il valore di 610 Ohms.

La resistenza ohmica del conduttore di terra è risultata quindi elevata, e pur tenendo conto dei due conduttori in parallelo che riducono a 305 Ohms la resistenza, se non si facesse assegnamento sulla buona terra di ogni palo, la conduttanza del circuito di terra sarebbe effettivamente assai limitata, data la considerevole lunghezza della linea.

Ma i pali sono tutti ben messi a terra. Naturalmente il valore della resistenza di contatto a terra è variabilissimo da palo a palo per diversità di terreno.

Accurate misure eseguite su molti pali hanno dato valori oscillanti in media fra 5 e 15 Ohm per palo, con una media totale di 10-12 Ohm. Si sono però avuti come estremi 1 Ohm e 100 Ohm. Ciò dimostra quanto grande sia la differenza della resistenza di terra da un punto all'altro del terreno.

Le terre estreme alla Centrale di Cardano e a quella di Cislago, data la maggior superficie di contatto per il fatto che esistono molte terre tutte collegate in parallelo, sono risultate invece dell'ordine di 0,5 Ohm ciascuna (1).

In complesso la resistenza del circuito di terra, globalmente considerato, si riduce a pochi Ohms, qualunque sia il punto della linea considerato, e di un valore quinsi assai inferiore a quella di ciascun conduttore di energia considerato a se.

Altra azione fortemente protettiva negli impianti ad altissima tensione è certamente la disposizione col neutro a terra. Su tale importante questione, non riteniamo di dover qui intrattenerci per dimostrare la convenienza e la necessità di tale disposizione.

Ferma abbiamo la convinzione che non sarebbe possibile un buon funzionamento a 220 kV col neutro isolato, pur essendo l'isolamento della linea, delle apparecchiature e del macchinario capace di resistere alla tensione stellata.

Riteniamo che il neutro a terra per una linea di tale lunghezza e tensione costituisca piuttosto una semplificazione e una sicurezza d'esercizio che non una causa di maggiori disturbi.

Il macchinario d'oggi giorno viene costruito senza preoccupazioni per gli effetti della terza armonica e quindi delle correnti persistenti di terza armonica a terra non se ne devono temer gli effetti disturbanti.

È evidente che si dovrà aver cura di eseguire terre molto accurate, e molto profonde per evitare le correnti superficiali. Dati poi i percorsi scelti, e lo sviluppo della linea lontano dai centri molto densi di linee telefoniche e telegrafiche, e per lo meno attraversando queste generalmente in senso quasi ortogonale, si hanno buone ragioni per ritenere che i disturbi alle linee di correnti deboli non debbano preoccupare.

D'altra parte non è da tacersi il maggior costo del macchinario e di tutta l'attrezzatura di linea quando il neutro dell'alta tensione debba esser previsto per funzionare isolato da terra.

Nei soli trasformatori elevatori la differenza del costo assume

(1) A Cislago la terra del neutro è formata con tubi infissi nel terreno in profondità umida, e mantenuta tale da getti d'acqua nei tubi che all'uopo sono forati.

un aumento del 5 % ÷ 6 % se il neutro deve esser previsto per funzionare isolato.

Passanti per interruttori e trasformatori, isolatori « post-type » per cabine se devono presentare lo stesso coefficiente di sicurezza per le sovratensioni devono naturalmente essere previsti per tensioni d'arco superiori, e risultano quindi di dimensioni maggiori e conseguentemente di più elevato costo.

PREDETERMINAZIONE DELLE CORRENTI A TERRA.

Il comportamento della linea in condizioni anormali cioè con una fase a terra è stato studiato per i due casi con e senza il centro stella collegato a terra, e colle due differenti installazioni con e senza conduttori di terra.

La disposizione dei conduttori e dei fili di terra risulta dalla fig. 2 (Parte I.) dalla quale si ricavano le relative distanze. Nello studio della linea si sono col calcolo determinate le capacità parziali e di servizio.

La capacità di servizio della linea, ammesso di avere ad intervalli determinati delle periodiche trasposizioni del conduttore centrale, risulta di 0,0084 μ. f./Km. mentre le capacità parziali dei singoli conduttori sono di

0,000689 μ. f./Km.

e le loro capacità verso terra sono di 0,0064 μ. f./Km.

Precisamente risulta la capacità di servizio

$$C = 0{,}00644 + (3 \times 0{,}00068) = 0{,}0084 \ \mu.\text{f./Km.}$$

Le correnti di capacità per condizioni normali e per valori crescenti dalla tensione risultano quindi:

V	I_c
190.000	71,4
200.000	75
210.000	78,7
220.000	82,4
230.000	86,2

Questi valori della corrente di capacità sono indipendenti dal fatto di esservi o no i conduttori di terra ed essere o no collegato a terra il centro stella.

Viceversa se una fase va a terra, la corrente di capacità nelle fasi sane crescerà in proporzione della tensione; di conseguenza anche la corrente di terra crescerà proporzionalmente.

Col metodo delle coordinate simmetriche, ampiamente ed esaurientemente svolto dall'Ing, Bottani (anno 1924) e dagli egregi Colleghi Ing. Cerillo e Focaccia (Vedi *L'Elettrotecnica*, Anno 1928, N. 35 e 36) si sono determinati col calcolo i valori di corrente in linea e di corrente a terra per $V = 220$ kV con neutro isolato. I risultati sono i seguenti:

	Con fili di guardia Amp.	Senza fili di guardia Amp.
	Amp.	Amp.
Corrente nei conduttori sani	140	134
Corrente nel conduttore a terra	226	210
Correnti derivate a terra	197,7	172

Nel caso invece che più ci interessa e cioè con centro stella collegato a terra, non si tratta evidentemente di determinare il valore delle correnti di capacità, ma bensì vere e proprie correnti di corto circuito che vengono a circolare nella fase a terra.

Il calcolo di queste correnti di corto circuito e della conseguente corrente di ritorno a terra è assai complesso e sarà oggetto di una particolare comunicazione in proposito.

Basta per ora accennare che, intervenendo i valori della reattanza sincrona di macchina e della reattanza dei trasformatori in partenza, la determinazione di tali correnti è dipendente, più che dalla caratteristica di linea e dalla distanza del guasto, dalle caratteristiche delle macchine, ed essenzialmente dal numero di queste in servizio nel momento del corto circuito.

Mi è gradito dovere ricordare l'opera dei miei collaboratori Ingg. A. Terracini e C. Caminiti che mi coadiuvarono nelle esperienze e nella redazione del presente rapporto.

ING. CARLO PALESTRINO

Nella prima puntata dell'articolo dell' Ing. Palestrino, comparsa nel numero di febbraio, preghiamo i lettori di voler fare le correzioni seguenti:

A pag. 105, fig. 2, *va aggiunta* la nota: ($h = 13.000$ m., distanza media rispetto alla terra).

A pag. 110, I^a colonna, riga 29, *invece di :* 350 amp., *leggere* 500 amp.

A pag. 111, I^a colonna, quartultima riga, *invece di:* d = m. 14,50, *leggere :* d' = m. 14,50.

A pag. 111, II colonna, riga 14, *invece di:* $F =$, *leggere:* $P =$.

A pag. 111, II colonna, riga 37, *invece di :* $g_2 = 0{,}096 \times 10^{-6}$, *leggere :* $g_0 = 0{,}096 \times 10^{-6}$.

A pag. 112, nelle intestazioni delle colonne della tabella, *invece di :* F_c, *leggere* E_c.

A pag. 112, II colonna, in fondo alla riga 14 del testo *aggiungere* dopo la parola « corona » la parola « dovute ».

A pag. 113, I colonna, le righe 10 e 11 dopo la tabellina vanno *corrette così :*

$$P = 3 \cdot g. \left(\frac{220}{\sqrt{3}}\right)^2 \times 10^3 = 3 \times 0{,}012 \times 10^{-6} \times 243 \times \times \left(\frac{220}{\sqrt{3}}\right)^2 \times 10^3 = 141 \text{ kW}$$

$$\text{salirebbero a} = 3 \times 0{,}04 \times 10^{-6} \times 243 \times \left(\frac{220}{\sqrt{3}}\right)^2 \times \times 10^3 = 470 \text{ kW}$$

A pag. 113, II colonna, righe 23 e 24, *invece di:* .... le ordinate della tensione a vuoto e con M_1, N_1, P_1, Q_1 le coordinate della tensione a carico completo..., *leggere :* .... le coordinate dell'intensità e della tensione a vuoto e con M_1, N_1, P_1, Q_1 le coordinate dell'intensità e della tensione a carico completo....

A pag. 115, I colonna, righe 7 e 8, *invece di :* « tabella V », *leggere :* « tabella IV ».

A pag. 115, I colonna, nota a piè di pagina, *aggiungere :* .... e con l'indice *uno* i valori relativi alla partenza.

A pag. 115, II colonna, riga 3, *aggiungere :* (Tensione 115.440/47.040/6.000 Volt).

A pag. 117, I^a colonna, riga 17, *invece di :* 0,8-0,85-0,9-0,95, *leggere* 0,95-0,9-0,85-0,8.

A pag. 117, I colonna, riga 19, *invece di :* Le curve *a*, *leggere:* Le curve *b*.

A pag. 117, I colonna, riga 21, *invece di :* Le curve *b* : *leggere* Le curve *a*.

A pag. 117, I colonna, riga 27, *invece di :* cos φ = 1, *leggere :* cos φ_0 = 1.

A pag. 117, II colonna, riga 20, dopo « per esempio », *aggiungere :* « fig. 14) ».

All'ultima riga della stessa *aggiungere* « (fig. 13 »).

A pag. 118, II colonna, riga 3, *invece di :* « I_0 » *leggere :* « I_1 ».

A pag. 118, II colonna, riga 34, dopo .... richiesto dal carico, *aggiungere :* .... corrispondente all'ascissa.

A pag. 118, II colonna, riga 38, *invece di :* .... alla zona inferiore si deve avere sempre...., *leggere :* .... alla zona inferiore si ha sempre....

BIBLIOGRAFIA

F. W. PEEK: *Dielectric phenomena in high voltage engeneering.*

A. ROTHS: *Hochspannungstechnick.*

J. TOROK - W. RAMBERG: *Impulse flashover of Insulators* (A.E.I.E), decembre 1928.

F. OLLENDORF: *Archiv fur Elektrotechnick*, september 1926.

M. TOEPLER: *Mitteilungen der Hermsdorf*, 1924, N. 9.

C. L. FORTESCUE: *The Electric Journal*, giugno 1928.

W. W. LEWIS: *A.E.I.E.*, september 1928.

Le applicazioni elettro-agricole nelle diverse regioni d'Italia [1]

ING. SALVATORE BERTOLÈ
SOCIETÀ «DINAMO»

Lo sviluppo delle applicazioni agricole dell'elettricità nelle zone del Vercellese e del Novarese

Il problema della distribuzione dell'energia elettrica nelle campagne, sempre di notevole complessità, sia in relazione alle condizioni della popolazione che alle esigenze delle varie colture e ai progressi agricoli raggiunti, può essere affrontato con maggiori probabilità di effetti pratici specialmente nelle piccole zone, ove la distribuzione dell'energia elettrica si presenta con caratteristiche abbastanza uniformi. Il maggior utile generale si raggiungerà ove sia possibile combinare il tornaconto degli agricoltori della zona con quello del distributore, sempre tenendo presenti le singole esigenze della zona, e restringendosi pertanto a considerazioni locali, come quelle che sole conducano a risultati immediati e tangibili.

Per esemplificare i risultati che è possibile raggiungere in quest'ordine di idee, crediamo interessante riferire quanto dalla Società «DINAMO» è stato fatto nel Novarese e nel Vercellese, esaminando non solo il lato tecnico, ma anche quello economico, e perciò tenendo conto dei capitali investiti e del costo di esercizio della distribuzione.

Vediamo dunque le possibili applicazioni agricole in relazione alle colture predominanti nelle varie zone, della superficie complessiva di 80.000 ettari, con una popolazione di 70.000 abitanti distribuita in 40 Comuni delle Provincie di Novara e Vercelli, dove non vi sono industrie e la coltura predominante è quella dei cereali, essendo limitata la produzione dei foraggi a quelli occorrenti per l'alimentazione del bestiame in luogo. La proprietà è qui per la maggior parte raggruppata in tenute della superficie da 20 a 100 Ha., e numerose linee portano l'energia elettrica ovunque a disposizione dell'utente; ciò malgrado le applicazioni elettriche si sono estese con difficoltà, sopratutto per le condizioni particolari in cui si svolge la coltivazione. Il proprietario del terreno non coltiva direttamente, ma affitta la tenuta. L'affittavolo non sempre è nei più cordiali rapporti col proprietario e, quando si tratta di dotare d'impianto elettrico la tenuta, la Società distributrice deve molte volte svolgere una parziale opera di persuasione, per eliminare il contrasto di interessi tra proprietario e conduttore.

Le minori applicazioni dell'elettricità, pur non avendo avuto finora molta diffusione, si stanno però man mano affermando e la migliore propaganda la svolge l'agricoltore comunicando agli altri i risultati raggiunti.

Nella zona vi sono le seguenti utenze agricole:

	Numero utenti	Potenza impegnata kW	Consumo annuo kWh	Utilizzazione annua ore
Lavorazione del latte .	30	31	10.153	300
Frigoriferi	38	108,5	251.900	2500
Pompe per abbeveramento bestiame ..	95	47	8.200	190
Usi agricoli diversi ...	25	105	23.000	220
Per piccole officine nelle tenute	40	100	36.034	360
	228	391,5	329.287	

La trebbiatura dei cereali ha avuto invece maggiore diffusione, anche perchè si trattava soltanto di sostituire un mezzo meccanico con un altro di maggiore comodità.

Per facilitare poi l'uso della trebbiatrice elettrica anche nei centri ove, per la distribuzione della proprietà, non è conveniente per i conduttori dei fondi l'erezione di una cabina e l'acquisto di una trebbiatrice, la Società Dinamo ha costruito opportune reti a bassa tensione con attacchi predisposti per l'inserzione del cavo d'alimentazione del motore elettrico, in modo che in ogni cascinale ed in ogni aia sia possibile installare la trebbiatrice elettrica. La trebbiatura viene poi eseguita da appaltatori, che prendono accordi con la Società per l'uso della rete. I risultati di esercizio sono stati soddisfacenti. I piccoli proprietari che hanno a disposizione la legna per alimentare la locomobile, oppure possiedono una trattrice per la lavorazione del terreno, possono esser portati, per un certo spirito di indipendenza, e non valutando la propria prestazione personale, a non voler ricorrere a terzi; ciò malgrado si può dire che, ove esistono reti a bassa tensione, la quasi totalità del raccolto sia stato trebbiato elettricamente.

Ecco infatti i dati dei cereali prodotti e di quelli trebbiati elettricamente nei Comuni ove esistono tali reti e in quelli che ne sono ancora sprovvisti, pur essendo serviti di energia elettrica.

Nei primi, su Q.li 450.000 di cereali prodotti ne vennero trebbiati elettricamente circa Q.li 390.000, e cioè l'87%, con un consumo di circa 370.000 kWh; nei secondi, su Q.li 100.000 prodotti ne vennero trebbiati elettricamente Q.li 15.000 circa, cioè il 15%, con un consumo di 12.000 kWh.

Dalla considerazione di queste cifre viene ovvio domandare perchè anche in tali centri non si costruiscano derivazioni secondarie. Le ragioni sono molteplici, e cioè: la produzione dei cereali che in questi Comuni è più sparsa in relazione all'estensione del territorio, e pertanto la minor convenienza economica della distribuzione; la ovvia tendenza ad eseguire prima le reti più facili da costruire, e sopratutto la mancanza di appaltatori a cui affidare il servizio di trebbiatura.

Un'altra indagine, che riguarda il consumo medio di energia per quintale di grano trebbiato, verrà continuata anche negli anni successivi, essendo i consumi medii specifici di quest'anno falsati in parte dai danni prodotti dalla grandine. In certe tenute ove la grandine aveva maggiormente colpito i raccolti, il consumo specifico ha raggiunto i 3 kWh per quintale di riso trebbiato.

Il consumo specifico è risultato:

per	Q.le di grano trebbiato	con pressa	$1 \div 1,3$	kWh
»	» »	senza pressa	$0,7 \div 1$	»
»	» riso »		$0,7 \div 0,9$	»

La potenza impegnata per la trebbiatura è stata di kW 225 per un periodo di un mese per i primi raccolti e 2 mesi per il riso con una utilizzazione di ore 250.

Gli essicatoi nella regione azionati meccanicamente, ma non riscaldati elettricamente, sono 30, con una potenza impegnata di kW 130 ed un consumo di kWh 62.000.

Per la coltura della vite (Gattinara, Ghemme, Fara, Sizzano) e per i trattamenti del prodotto, le applicazioni elettriche, per ora, non hanno avuto pratiche applicazioni, essendo poche le tenute ove la lavorazione delle uve sia fatta con mezzi meccanici. L'elettricità offre pure in questo campo numerose possibilità d'impiego, anche se si voglian lasciare da parte i processi speciali di ozonizzazione e di invecchiamento del vino; ma la sua diffusione è ostacolata dalla suddivisione del terreno in piccole proprietà, essendo centinaia gli agricoltori che non coltivano più di 1/10 di ettaro ciascuno.

Dove è stato possibile riunire Consorzi di agricoltori, creando Cantine Sociali per la lavorazione dell'uva, l'elettricità ha avuto utile e comodo impiego, prima di tutto nella pigiatura e trasporto

(1) Relazioni della Sezione Tecnologica dell'*Unfiel* al Congresso Elettro-Agricolo di Verona, 13 Marzo 1930.

dell'uva pigiata e nella torchiatura, con una potenza di macchinario di circa 5 kW, e un'utilizzazione di 15 giorni per la prima operazione e di un mese per la seconda; poi nelle pompe per travasi e nei filtri, con potenze intorno a 1 kW e una utilizzazione

Nella zona in cui la «Dinamo» distribuisce, gran parte dei terreni sono già irrigati con le acque del Sesia o con quelle del canale Cavour, e pertanto non offrono possibilità per il diffondersi dei sollevamenti con elettropompe.

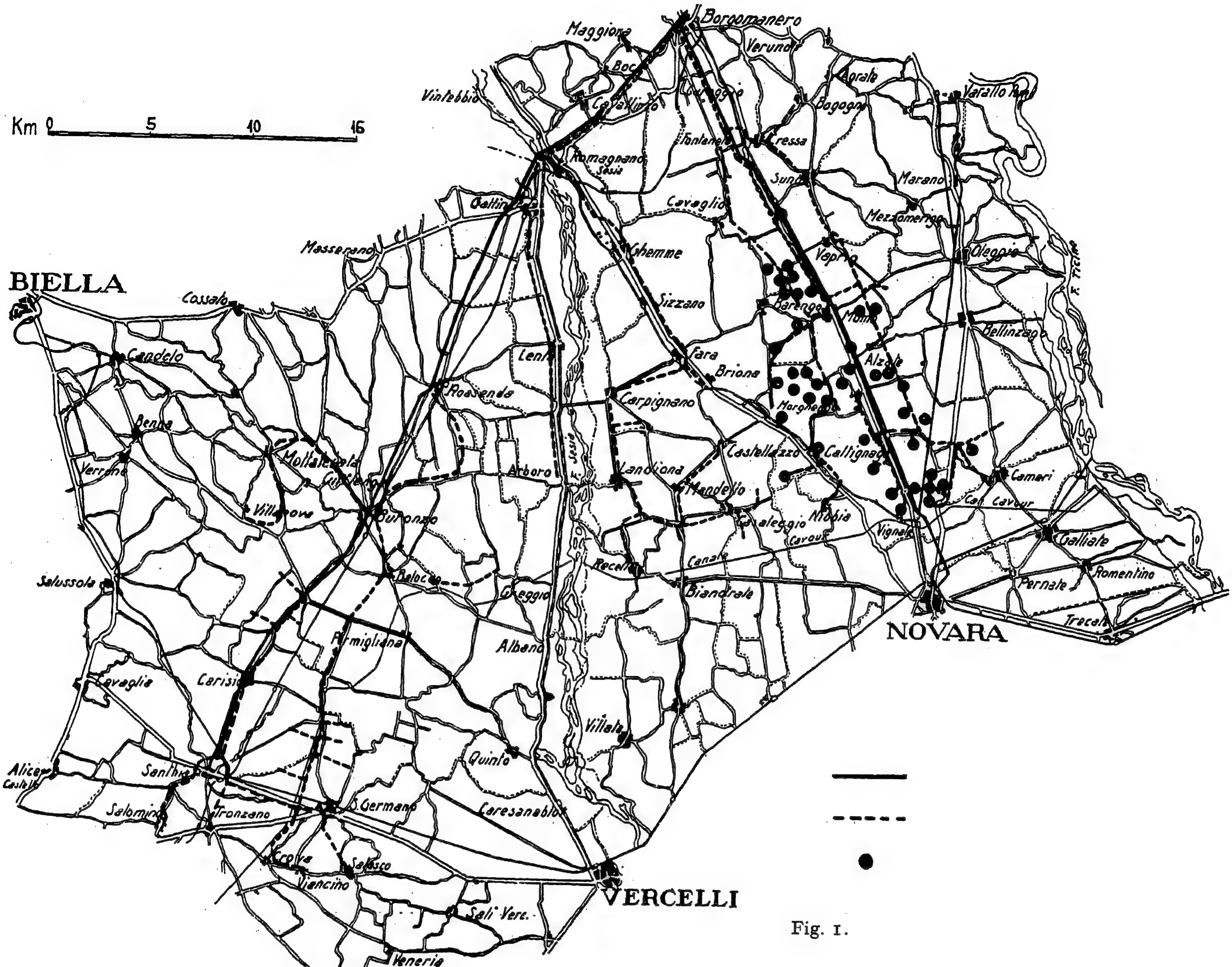


Fig. 1.

di circa 150 ore annue. Complessivamente il consumo è di circa 0,4 kWh per quintale di uva pigiata.

Il consumo di energia per le accennate applicazioni, che in un anno è stato di soli kWh 4000, potrebbe salire a ben kWh 100.000, poichè nella zona vengon manipolati circa 250.000 Q.li d'uva. Per raggiungere tale sviluppo occorrerebbe però modificare il sistema di economia fondiaria della regione, e a tanto non può essere sufficiente l'opera di propaganda e di persuasione della Società; forse maggiori risultati possono ottenere le Cattedre Ambulanti di Agricoltura, mentre giova sperare in un maggior spirito corporativo della popolazione.

***

L'applicazione che però ha avuto maggior diffusione è quella del sollevamento dell'acqua dal sottosuolo, per l'irrigazione dei terreni, ove questa, sia per il costo delle opere di canalizzazione, sia per la deficienza di acqua, non sarebbe altrimenti possibile.

Finchè le pompe erano azionate con motore a scoppio, il quale richiede la sorveglianza continua di un personale pratico specializzato, difficile a trovarsi nelle campagne, non vi erano nella zona che 2 pozzi per sollevamento. Ma nel 1910 la Dinamo fece a proprie spese i primi esperimenti con elettropompe centrifughe e da allora gli impianti del genere si sono rapidamente diffusi. I vantaggi ne sono invero molteplici: l'elettropompa è semplice come funzionamento e richiede poca sorveglianza, e le opere occorrenti per il sollevamento si riducono, oltre al pozzo, a un piccolo ricovero per la pompa centrifuga e alla cabina elettrica. Alla diffusione del sistema ha contribuito anche in questo campo un'opportuna propaganda da parte della Società.

Rimangono da considerare (v. fig. 1) le zone seguenti:

a) tutta la brughiera che si estende da Borgomanero a Romagnano per una lunghezza di circa 10 Km e da Gattinara a Masserano per altrettanto con una larghezza media da 4 a 5 Km;

b) la zona di brughiera attorno a Mottalciata, Gifflenga e Castelletto Cervo;

c) la zona a sud di Momo non irrigabile completamente per insufficienza di canali alimentatori.

Nella zona di brughiera da Romagnano a Borgomanero e in quella da Gattinara a Masserano gli esperimenti di sollevamenti di acqua dal sottosuolo sono ostacolati dall'affiorare alla superficie del terreno di un banco di argilla compatta che raggiunge uno spessore, in alcuni posti, anche di diecine di metri; la prima falda acquea che si incontra è poco abbondante, come risulta dalle portate dei pozzi per usi domestici.

Ai margini della zona *a*), la Cartiera di Romagnano ha costruito presso il fiume Sesia due pozzi con una discreta portata. La profondità che si è dovuto raggiungere per avere acqua è stata di circa 180 metri.

Un altro pozzo è stato eseguito ultimamente a Rovasenda dalla Ditta Ing. Bodo per conto della Contessa Choiseul per raggiungere appunto la falda di acqua sotterranea: a circa 180 metri di profondità si è trovata una falda naturalmente saliente con una portata di circa 10 litri al 1''.

Nel complesso però, dall'esame della carta geologica della regione del Prof. Sacco, pare che nella zona ora esaminata sia difficile trovare acqua saliente a un'altezza tale e con portate sufficienti per essere economicamente sfruttabile. Pur tuttavia, mancando la possibilità di irrigare altrimenti il terreno, il problema

non è stato abbandonato senz'altro e si stanno raccogliendo i dati dei pozzi costruiti per la distribuzione dell'acqua potabile e per controllare fino a quale altezza l'acqua può salire naturalmente.

Favorevole agli impianti di sollevamento è la zona *b*) intorno a Gifflenga e a Mottalciata, ove sono stati costruiti con successo 6 pozzi profondi da 100 a 120 metri, con acqua naturalmente saliente per una portata variabile da 15 a 30 litri al 1".

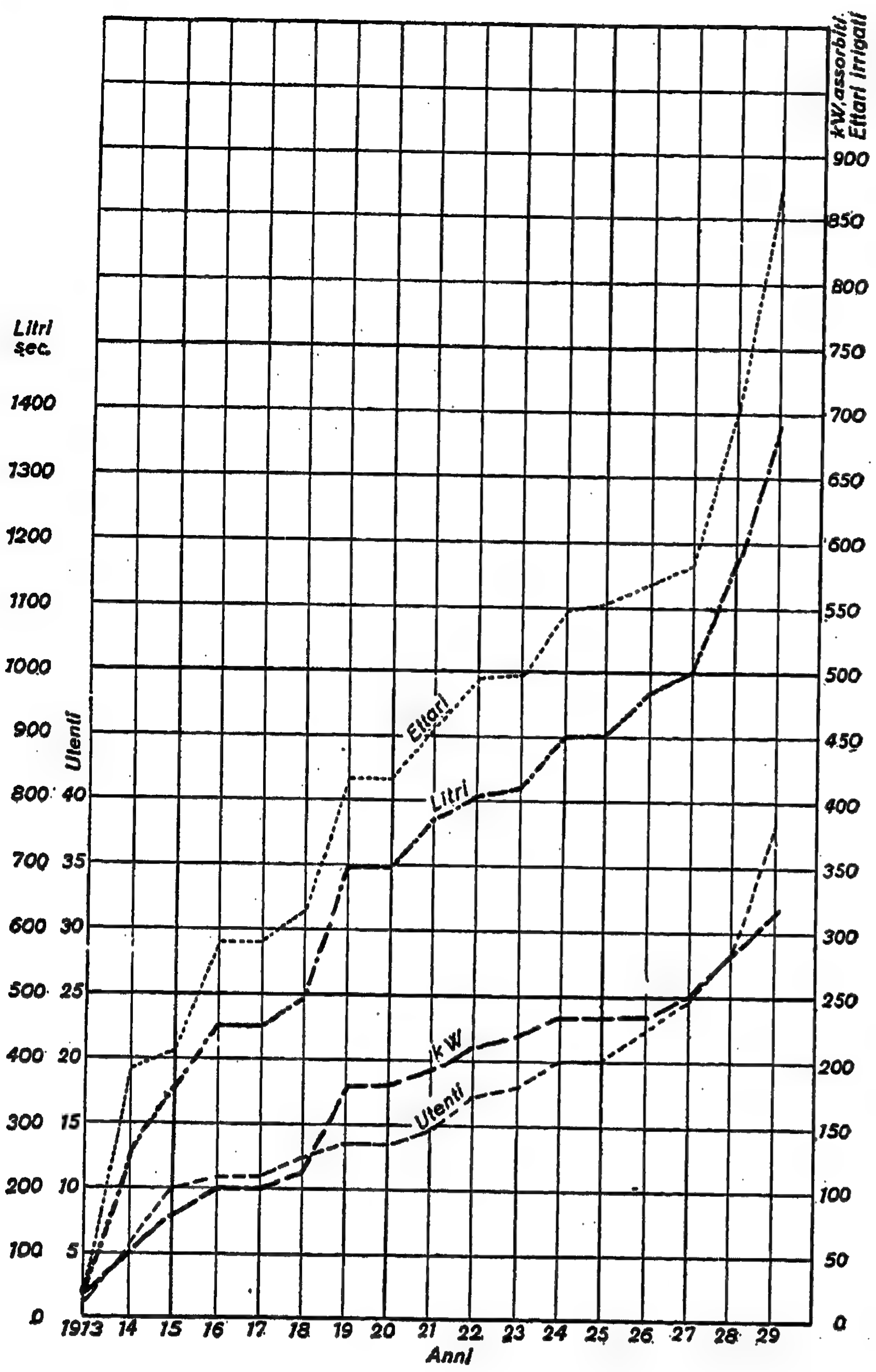


Fig. 2. - Diagrammi sviluppo impianti di estrazione d'acqua.

A Castelletto Cervo la falda acquea affiora maggiormente e si trova a 50 metri.

Quale esempio della composizione del terreno possiamo dare quella rilevata in tale località:

fino a m.	1,50	terra vegetale
» » »	4	ciottoli e sabbia
» » »	7	argilla gialla chiara (periodo terziario)
» » »	12	argilla grigia (pliocene)
» » »	15	sabbia e acqua saliente
» » »	17,50	argilla scura con frustoli di lignite
» » »	20	sabbia con acqua saliente
» » »	29,50	argilla grigia
» » »	32	sabbia e acqua saliente
» » »	37	argilla grigia
» » »	42	sabbia con acqua saliente abbondante
» » »	48,50	argilla sabbiosa
» » »	50	sabbia con acqua saliente

Molto interessante si presenta la zona *c*) attorno a Momo. La prima falda acquea utilizzabile è molto abbondante, ciò che ha contribuito allo sviluppo degli impianti (fig. 2); sono già stati costruit circa 30 pozzi per una portata complessiva di circa 1400 litri al 1". La falda acquea viene da una profondità di circa 5 metri attorno a Vignale, a circa 15 metri attorno a Cressa. Sono stati fatti assaggi per cercare una falda di acqua più profonda e se ne è trovata una poco importante a 90 metri, e una di maggiore importanza, naturalmente saliente, a circa 180 metri di profondità, paragonabile per importanza alla più superficiale. Gli sfruttamenti relativi a queste falde si limitano finora a due pozzi attorno a Momo, di cui uno a 100 e l'altro a 180 metri di profondità.

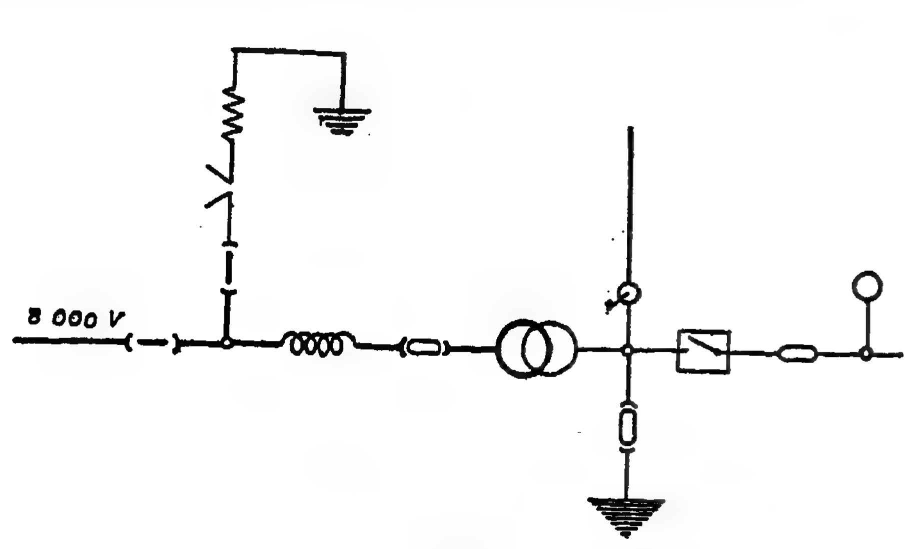


Fig. 3. - Schema cabina.

Sono ora in corso di costruzione circa 10 sollevamenti di acqua e si sono ricevute numerose richieste di schiarimenti da parte di agricoltori che, valendosi delle attuali facilitazioni governative, vogliono fare ricerche per la costruzione di nuovi pozzi.

Il sistema che ha dato i migliori risultati è quello di eseguire un pozzo per ogni tenuta con portata al massimo di 50 litri al 1". La coesistenza di pozzi anche a distanze di poche centinaia di metri non è dannosa, nè risulta una diminuzione sensibile di portata, anche in seguito ad una siccità molto prolungata.

Se si vuole utilizzare la prima falda, viene eseguito uno scavo della capacità di circa 1500 mc, profondo circa m 5,50, in modo da avere sul fondo circa 1 metro d'altezza d'acqua, a guisa di vasca di deposito. Di fianco a questo scavo viene costruita una cabina a due piani, alla quale fa capo la linea elettrica, col pavimento del primo piano sotto il piano di campagna e poco sopra il livello dell'acqua nella vasca. Al primo piano viene installata la pompa centrifuga, in modo da ridurre al minimo l'aspirazione; in quello superiore trovano posto gli apparecchi elettrici e il trasformatore ove occorra.

Se invece si vuole utilizzare la seconda falda, vengono affondati nel terreno uno o più tubi artesiani del diametro di circa 20 cm, ai quali si innesta direttamente la pompa centrifuga.

Ogni impianto comprende (fig. 3):

la condottura elettrica ad alta tensione lunga in media circa 0,5 Km;

il trasformarore con la potenza media intorno ai 13 kVA, e relativi accessori;

il gruppo della moto-pompa centrifuga con l'interruttore automatico di minima tensione, e gli accessori;

lo stramazzo per la misura dell'acqua, posto all'esterno della cabina, allo sbocco del tubo di scarico.

I costi d'impianto e di esercizio sono riassunti dagli uniti diagrammi (fig. 4).

Il costo di un impianto di notevole potenza può essere preventivato nelle seguenti cifre:

scavo e costruzione della cabina, infissione tubi ed altre opere murarie	L.	14.000,—
linea elettrica di derivazione	»	4.000,—
trasformatori ed accessori	»	3.500,—
elettropompa, tubazioni, quadro, interruttori	»	8.000,—
saracinesche ed accessori	»	500,—
Totale	L.	30.000,—

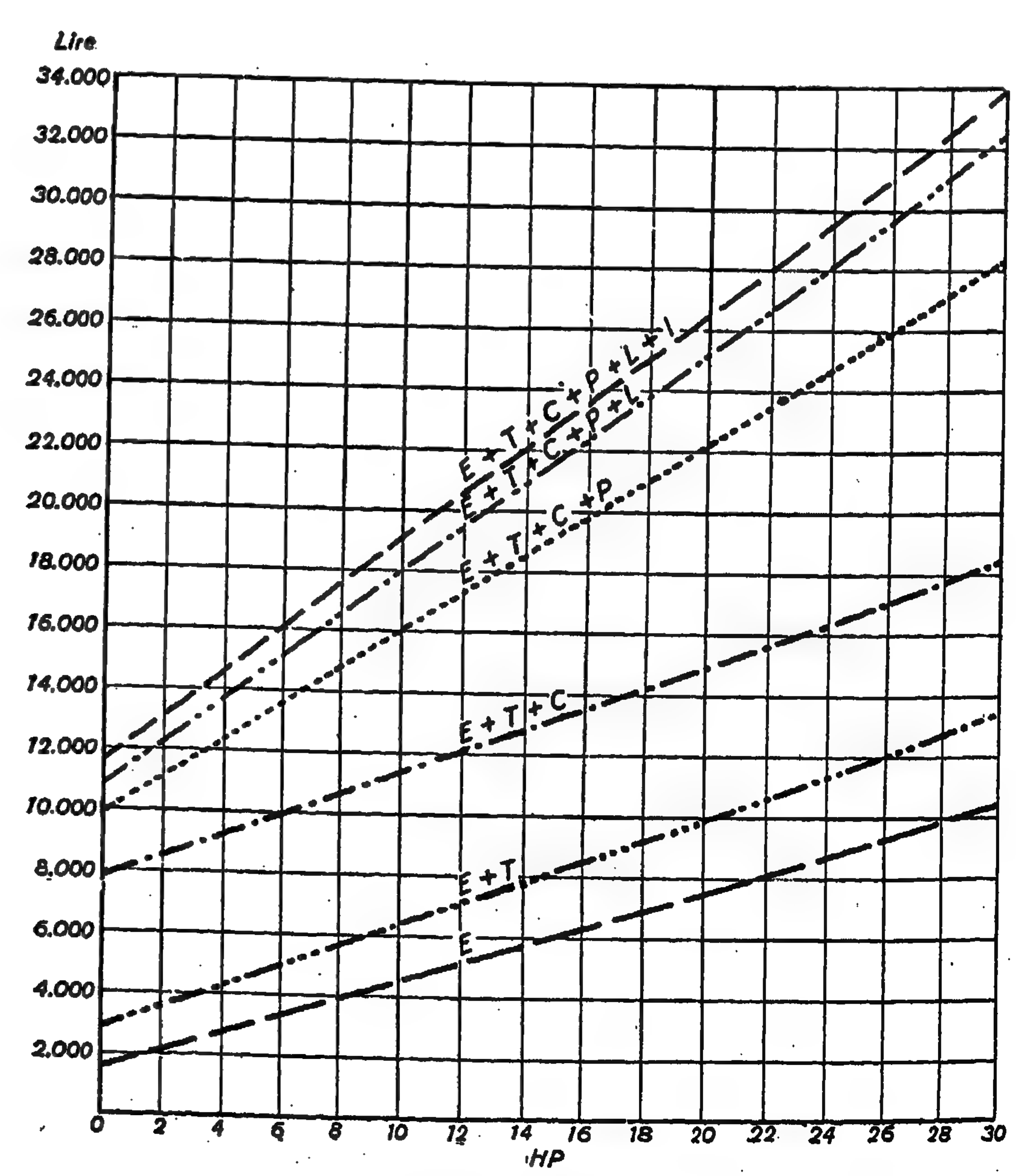


Fig. 4. - Analisi costo degli impianti di estrazione d'acqua.

(*E* - elettropompa; *T* - trasformatore; *C* - cabina (muratura ed apparecchiatura; *P* - Pozzo; *L* - Linea elettrica; *I* - imprevisti).

Con tale impianto è possibile sollevare in media 45 litri al 1'' nel periodo dall'aprile al settembre, eppertanto il costo risulta:

interessi ed ammortamento 10% di L. 30.000	L.	3.000,—
energia elettrica........................	»	3.000,—
manutenzione	»	400,—
Totale	L.	6.400,—

ossia: L. 6400,—: 45 = L. 142,— per ogni litro di acqua e per stagione.

di considerare se la spesa eseguita viene compensata dalla maggior quantità dei raccolti e dalla sicurezza di non perderli per la siccità: il che si verifica, nella grande maggioranza dei casi, con margini di utile talvolta notevoli, a seconda della qualità delle colture. Nella regione da noi considerata si irrigano con impianti a sollevamento sopratutto la risaia e il prato, e cioè colture abbastanza ricche.

Occorre poi anche notare che, in virtù dei provvedimenti predisposti dal Governo Nazionale per la bonifica integrale e del R. D. 13 agosto 1926, n. 1907 per le irrigazioni nel Settentrione, è concesso da parte dello Stato un concorso nella spesa d'im-

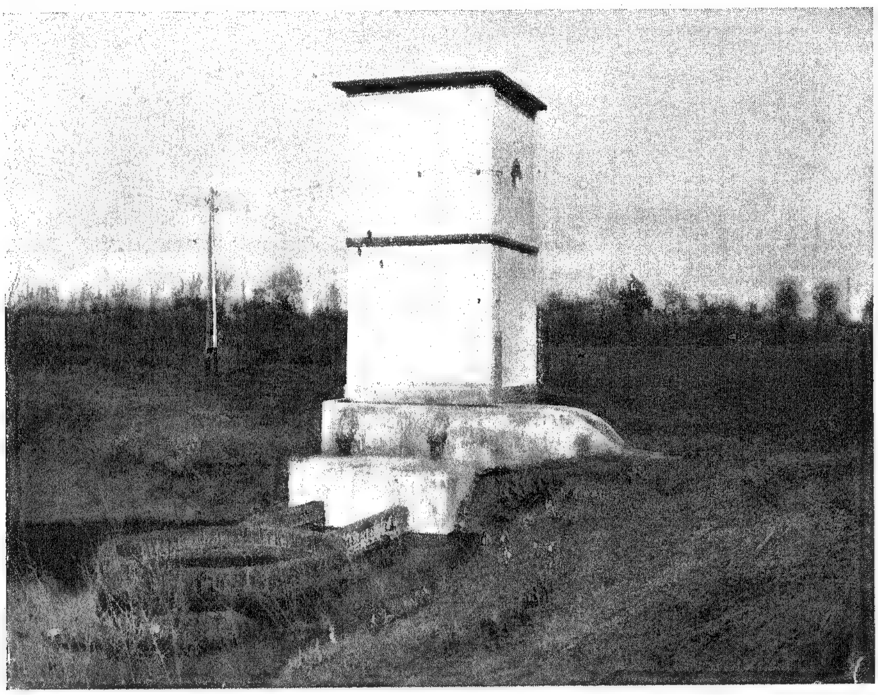


Fig. 5. - Impianto di estrazione alla Cascinazza (Morghengo).



Fig. 7. - Impianto alla Cascina Zanetti (Caltignaga).

Con tale quantitativo d'acqua si può irrigare una zona di circa 18 ettari, di cui 7 Ha coltivati a risaia.

Si potrà osservare che l'acqua dei canali demaniali costa assai di meno, e ha in confronto il vantaggio di essere ricca di materie fertilizzanti e meno fredda; ma tali obiezioni si possono facilmente ribattere.

Esperimenti eseguiti hanno infatti dimostrato, quanto alla temperatura, che adoperando acqua più fredda non vi è sensibile ritardo nello svolgersi del ciclo vegetativo, e ciò con particolare riguardo alle risaie, i cui prodotti in entrambi i casi non differiscono nè per qualità, nè per quantità.

Quanto poi al costo, bisogna tener presente che l'acqua del sottosuolo si adopera quando non ve n'è altra a disposizione, e pertanto non è il caso di far confronto di prezzi, ma piuttosto

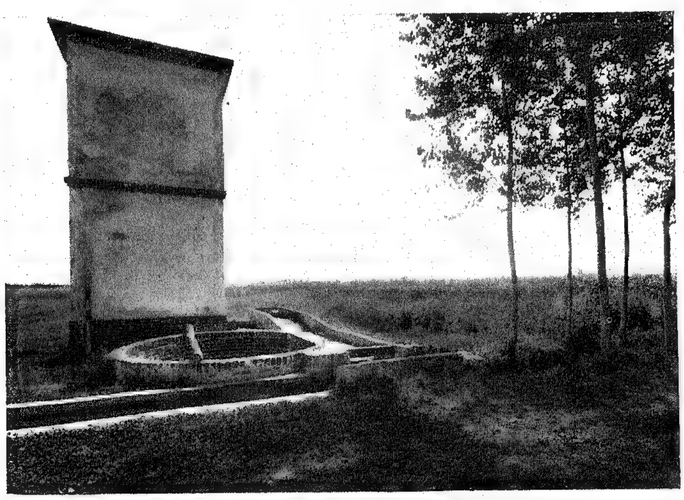


Fig. 6. - Impianto al Cascinone (Morghengo).

pianto nella misura dal 35 al 45 %; il che riduce il costo del litro d'acqua sollevato a L. 110, e questo prezzo viene a differire di poco da quelli praticati per l'acqua dei canali artificiali.

In complesso nella zona della « Dinamo » si hanno dunque a tutt'oggi 41 impianti di sollevamento (di cui 10 costruiti nell'anno corrente) per una portata d'acqua sollevata di 1900 litri al 1'', e con circa 1000 ettari irrigati, dei quali circa 600 a risaia. Altri 10 sollevamenti sono attualmente in costruzione.

Gli impianti di sollevamento sono distribuiti su una striscia di terreno lunga circa 15 Km e larga Km 6, come appare dalla cartina nella quale sono segnate anche le linee elettriche di alimentazione. Notevole fra queste la dorsale lunga circa 12 Km. alla tensione di 8000 Volt, costruita con pali in cemento armato, e con criteri di grande solidità e sicurezza, in modo da garantire la continuità e regolarità del servizio.

Da tale dorsale si dipartono altri 90 Km di linee di derivazione, pure alla tensione di 8000 Volt, costruite in pali di legno iniettati, ma con le stesse caratteristiche di solidità. I tracciati sono, per quanto possibile, rettilinei, e nei punti di derivazione sono istallati sezionatori, allo scopo di evitare che un guasto ad una derivazione si ripercuota sulle altre.

Le cabine sono in muratura, con le dimensioni in media di metri 2,20 × 2,20; sporgono dal terreno m 7 e risultano sufficientemente spaziose. La potenza media installata per ogni utente è di circa 10 kW; in totale vengono assorbiti circa 380 kW, mentre i trasformatori installati sommano ad una potenza di circa 600 kVA.

L'esercizio delle cabine, che per la maggior parte sorgono isolate in mezzo alla campagna, non ha dato luogo ad alcun inconveniente e procede nel modo più regolare. L'agricoltore all'inizio della stagione chiude l'interruttore automatico della pompa ed abbandona l'impianto a se stesso, bastando poi che egli vi faccia una visita una paio di volte la settimana per sorvegliare la lubrificazione dei meccanismi. Se, in seguito a qualche temporale, o per altro inconveniente, l'interruttore automatico del motore scatta e la pompa si ferma, egli avverte che l'acqua nella risaia diminuisce e si affretta a rimettere in moto la pompa; non si è fino ad ora sentita la necessità di istallare dei motori con la rimessa in moto automatica.

Dopo aver esaminato i risultati raggiunti fin qui, può essere utile indagare quali sono state le spese d'impianto per l'elettrificazione di tutta la zona rurale, comprendendovi quindi anche le borgate con carattere eminentemente agricolo, ove non esistono che industrie sussidiarie all'agricoltura.

Elettrificare la campagna non consiste infatti solo nel sostituire il mezzo elettro-meccanico al lavoro manuale, ma significa anche diffondere l'uso dell'energia elettrica per la illuminazione, per le applicazioni domestiche ecc. In altre parole, deve intendersi come elettrificazione rurale anche l'estensione del servizio di energia elettrica a borgate che prima ne erano prive.

Nelle costruzioni delle reti, come si è già visto per quella particolare per i sollevamenti, pure attenendosi ad un criterio di rigida economia, nulla si è trascurato per quanto riguarda la sicurezza di esercizio, tenendo anche presente la possibilità di futuri ampliamenti della distribuzione; nelle linee elettriche costruite con pali di legno la tesata media venne tenuta da 30 a 40 metri, con filo di rame della sezione minima di 12 mm²; le cabine da palo vennero sostituite con cabine in muratura, per rendere più facile l'eventuale sostituzione dei trasformatori, il ricambio delle valvole e l'ordinario esercizio della cabina. La tensione di distribuzione è quella di 250 Volt per la forza motrice e di 145 Volt per la luce.

Non si è reputato conveniente usare una tensione maggiore, perchè nella campagne purtroppo non vi è molta conoscenza dei pericoli dell'elettricità, e mentre in zone industriali si è potuto adottare la tensione di distribuzione di 500 Volt senza alcun inconveniente, ciò non è stato possibile nelle campagne.

L'economia risultante, dato il maggior costo dell'isolamento, delle protezioni, e della necessità della doppia trasformazione per la luce non è molto grande.

In tutta la zona agricola considerata, 800 Kmq, abitanti 70.000, vi sono ben:

280 km di linee ad 8000 Volt con 1880 Q.li di rame;
300 » » » a bassa tensione con 2880 Q.li di rame con:
190 cabine di trasformazione;
220 trasformatori installati per una potenza di 3800 kVA, un consumo totale di 4.243.000 kWh di cui 464.000 per illuminazione ed un consumo medio di kWh 60 per abitante e, per solo illuminazione, di kWh 7,8.

La potenza massima impegnata è stata di kW 3300 e l'utilizzazione media di 1100 ore per kilowatt impegnato.

Il costo degli impianti può valutarsi in L. 12.000.000, ed ammettendo per ammortamento e manutenzione una cifra globale del 15 %, si ha una spesa annua di 1.800.000 lire con un costo del kWh di L. 0,43 oltre alle normali spese di esercizio ecc.

Se poi noi consideriamo soltanto quella che più comunemente viene detta rete agricola, cioè solo le fattorie isolate ove non esistono negozi ecc., lasciando da parte i centri abitati, le cabine per sollevamenti ed altri usi, si hanno i seguenti risultati:

Potenza 355 kW in 41 sollevamenti con un consumo di kWh 1.278.000, e cioè con una utilizzazione di 3400 ore, 110 chilometri di linea di derivazione dalle cabine;
41 cabine di trasformazione per una potenza installata di kVA 500.

Per le varie altre applicazioni agricole, trebbiatura, ecc.:

Potenza impegnata kW 2750;
Consumo kWh 720.000, di cui: per illuminazione kWh 45.800 con una utilizzazione di 300 ore;
Km. di linea: ad alta tensione 170;
Km. di linea: a bassa tensione 150;
kVA di trasformatori installati 3300.

Il costo di tali impianti, escluse le cabine di trasformazione ammonta a L. 6.500.000,— e perciò, ammessa una quota per interessi ed ammortamento del 15 %, si ha una spesa annua di L. 975.000, che, ripartita su kWh 1.990.000, dà un gravame per kWh di L. 0,52 all'anno.

ING. SALVATORE BERTOLÈ.

ING. PIETRO CASINI
SOCIETÀ ELETTRICA BONIFICHE E IRRIGAZIONI

L'energia elettrica nelle campagne del Mezzogiorno

L'agricoltura nel Mezzogiorno presenta i due aspetti estremi: della più alta intensività e del più alto reddito, da un lato, dei sistemi estensivi e della monocultura dall'altro.

Il primo è offerto solo da poche e ristrette zone: tutti conoscono la campagna fra Caserta, Napoli, Torre Annunziata; alcuni centri orticoli di Puglia e le piantagioni di bergamotto in Calabria. Situazioni affatto particolari di terreno e di clima hanno selezionato una mano d'opera specializzata per alcune culture di elevato pregio, che ha saputo portare le campagne a valori fondiari quali, forse, non si raggiungono in altre parti d'Italia. E questo testimonia, se pur ve ne fosse bisogno, delle grandi attitudini rurali di cui il Mezzogiorno dispone.

Ma vi è, purtroppo, ed è incomparabilmente maggiore, tutto il rimanente delle terre Meridionali: le balze appenniniche dilavate e magre, le argille della Basilicata, le piane siccitose della Puglia, i pascoli, anche di una pecora per Ettaro, i seminati, anche di pochi quintali di prodotto.

Su pure possiamo ritenere che, nel complesso, il Mezzogiorno non sia stato molto favorito dalla natura, aggiungiamo anche che non tanto nelle difficoltà di questa sono le ragioni dell'attuale clima economico-agrario, quanto nell'abbandono degli uomini. Cambieranno le culture e si modificheranno i metodi, ma la terra sa ricompensare sempre le assidue fatiche dei coltivatori.

Sono questi che hanno creato dovunque il terreno agrario; gli stessi campi della Valle Padana sono il risultato di secoli di perseveranza, attraverso la quale, sopra il primitivo supporto delle terre si è costruita l'agricoltura di oggi.

Per vaste estensioni del Mezzogiorno, vorrei dire che si può parlare non tanto di agrologia quanto di geologia: le terre hanno gli aspetti e i modelli della loro origine, ma attendono ancora il segno del coltivatore. Nè vogliamo, con questo, pensare alle case, ai manufatti, alle strade, alle piantagioni arboree; ci limitiamo alle prime sistemazioni del terreno.

Il problema degli scoli nei campi è ormai riconosciuto come di importanza estrema: i fossi collettori, i canali di bonifica non servono a niente o a ben poco se i campi non sono sistemati per scolare e convogliare le acque. Difficilmente si può sopravalutare il danno e l'impedimento che dalla mancata sistemazione dei terreni deriva all'agricoltura meridionale, e ancor più, forse, valutare quale massa di lavoro occorra per sagomare le campagne sulle esigenze di una piena attività agraria. Certo si tratta di cifre di gran lunga maggiori che quelle da prevedere per le colmate o le idrovore.

Inutile ricercare, ancora una volta, le cause: queste appartengono alla geografia, alla topografia, alla storia; divennero, in parte, colpe delle classi dirigenti dei tempi passati.

Al principio del 1800, sembra che una sola strada fosse compiuta, quella per Roma; a metà quella per Lecce; appena tracciata quella delle Calabrie. Cominciò solo nel 1815 il governo borbonico a studiare e a svolgere programmi importanti di opere. Seguirono i governi Italiani, ma è ormai noto come tutta la legislazione sulle Bonifiche, nata nel Nord e adeguata alle condizioni delle campagne settentrionali, fosse insufficiente per quelle meridionali, che pochissimo beneficio ne ebbero.

Costituito il Governo Fascista nell'ottobre del 1922, è del 30 dicembre 1923 il Testo Unico sulle Bonificazioni, del 18 maggio 1924 il Decreto Legge sulle Trasformazioni Fondiarie. Con quello e più ancora forse con questo, il problema della bonifica integrale del Mezzogiorno è oggi impostato e potrà essere domani risolto.

L'opera è imponente. Fra Consorzi già costituiti di Bonifica integrale e Comprensori di Trasformazione fondiaria, si arriva, nelle regioni servite dal Gruppo Meridionale di Elettricità, intorno a 800.000 ettari.

Caratteristica generale è la esigua importanza delle opere di bonifica nel vecchio senso della parola, limitate al prosciugamento o alla colmata delle poco estese paludi costiere; mentre al primo piano stanno sistemazioni montane e idrauliche, strade, case, borgate.

***

Come può inserirsi in questo quadro l'energia elettrica?

È evidente, in primo luogo, che la parola elettroagricoltura qui non si può usare e bisogna intenderla con significato ed estensione affatto particolari.

Quasi in tutto il Mezzogiorno, la popolazione rurale non vive nelle campagne: le vicende della storia, ragioni di sicurezza, le tradizioni, la malaria hanno riunito gli agricoltori nei grandi agglomerati urbani, da cui si allontanano nei campi solo dalla mattina alla sera. Restano nelle aziende i massari e i guardiani del bestiame. Tutta la storia delle bonifiche del Mezzogiorno è piena di tentativi di colonizzazioni falliti, dagli Angioini in poi.

Rendere nuova terra ai coltivatori, e questo è stato ed è il problema dell'Italia settentrionale e centrale, è assai più facile che portare o riportare i coltivatori alla terra: e questo è il problema del Mezzogiorno.

Il quale trova poi altre complicazioni in circostanze ed aspetti collaterali, tutti derivanti naturalmente dalle stesse cause principali; e, fra queste, la proprietà, dove polverizzata in unità estremamente piccole, dove estesa per migliaia di ettari; e, più ancora, il sistema di conduzione, molto spesso in fitto, con contratti a breve scadenza, senza ragioni di interesse nè garanzie di clausole contrattuali che inducano o consentano opere di miglioria.

Possiamo dividere le applicazioni elettrorurali in tre grandi categorie: irrigazione, lavorazioni del terreno, applicazioni aziendali. In questa ultima non si devono comprendere solo gli usi domestici o di stalla, ma anche quelli che riguardano la prima manipolazione dei prodotti e che si effettuano nelle campagne, se permanentemente abitate e modernamente condotte.

Ciascuna di queste utenze aziendali, considerata isolatamente, non giustificherebbe l'impianto elettrico: ma nel complesso lo rendono, se non conveniente, possibile e costituiscono, in certe regioni, se poco diffusa l'elettropompa, il carico base.

Nel Mezzogiorno questo manca, si può dire completamente. Come i centri sono assai spesso dei grandi agglomerati rurali, la campagna manca altrettanto spesso di una vita propria.

Rimangono la irrigazione e le lavorazioni del terreno. È indubitato che i benefici della prima possono essere grandisimi, notevolmente maggiori che nell'Alta Italia. Si spiega, con ciò, come si siano verificati dei prezzi a metro cubo che altrove sarebbero del tutto proibitivi.

È anche indubitato che la piccola irrigazione con le acque del sottosuolo e in genere quella per sollevamento avranno nel Mezzogiorno largo campo d'impiego. I corsi d'acqua superficiali, di cui solo il Volturno ha caratteristiche fluviali e non torrentizie, scarsi, e, in alcune provincie, affatto mancanti; costosi e difficili i serbatoi montani, il cui progetto di massima, con le relative opere di utilizzazione, ammonta per taluni a cifre dell'ordine di mezzo miliardo; prematura — salvo poche zone — la grande irrigazione, basterebbe si diffondesse la irrigazione parzializzata, in piccole estensioni su ogni azienda, perchè questa potesse compiere un decisivo passo in avanti, rompere la monocultura, ampliare il ciclo produttivo.

Ma bisogna anche qui non farsi trascinare dalle parole. Se mi è consentito l'avvicinamento, vorrei dire che l'irrigazione è, per l'agricoltura, quello che il carburatore è per l'automobile. Non si attribuiscano alla irrigazione facoltà magiche, non si creda che, da sola, possa risolvere il problema. Essa può valorizzare al massimo delle risorse già acquisite, in un ambiente maturo a usarne.

Di tutti i mezzi e i procedimenti adoperati dall'agricoltura, si può, forse, dire che questo, massimamente, è agli altri collegato e subordinato.

Dove non si usi il sistema a pioggia (e oggi questo rappresenta ancora una così limitata aliquota che non possiamo trascurare i normali sistemi per scorrimento e per infiltrazione) non si irriga, se il terreno non è sistemato. Quelli che abbiano provato, sanno troppo bene che cosa questo significhi: si tratta di spese dalle 2000 alle 5000 lire per Ettaro.

E nemmeno si irriga se non ci sono i fabbricati per il personale, specialmente nel Mezzogiorno, dove le alte temperature del meriggio consigliano a meglio utilizzare le prime e le ultime ore del giorno. Nè si irriga se non si è in grado di rendere al terreno, attraverso la stalla e i concimi minerali, quegli elementi che la coltivazione intensiva esige e di cui l'acqua del sottosuolo, spesso troppo pura, aumenta il bisogno. E neppure se non vi sono strade e mercati: questi molto più difficili per il Mezzogiorno, i cui prodotti assai spesso per giungere alla frontiera pagano il prezzo che quotano sui mercati dell'Alta Italia. Finalmente, non si irriga, se non c'è l'uomo che sa irrigare.

E questa è forse, fra tutte, la più difficile condizione da realizzare, come sempre quando si deve non solo insegnare, ma prima, dissolvere tutto un sedimento di abitudini e di tradizioni. Quando conduciamo l'acqua nei terreni che, per secoli, hanno conosciuto solo il grano o il pascolo, occorre un certo tempo per formare il terreno orticolo; ma ne occorre assai più per formare l'irrigatore, che quell'acqua sappia condurre, mentre, in principio, egli vi ricorda il pastore, che va col gregge lungo i tratturi e non sapreste dire se è lui che guida le pecore o queste che rimorchiano lui.

In ultimo, la lavorazione dei terreni. Vi è molto da fare: scassi più o meno profondi, per la ricostituzione dei vigneti, per piantagioni arboree in genere, per medicai, per la rottura dei pascoli; arature per i cereali, con un diagramma annuo di impiego del macchinario migliore che in Alta Italia, per il maggior numero di giornate lavorative consentite dalla stagione e in quanto si praticano ancora le ripetute coltivazioni del maggese nudo. Si aggiunga poi la necessità di aumentare la profondità delle lavorazioni, anche se, per passare dai 15 ÷ 18 cm di molte plaghe meridionali, ai 30 dell'Alta Italia, gioverà andare adagio e gradualmente.

Ostano ad una larga diffusione delle applicazioni di elettroaratura le note ragioni di ordine generale per cui, normalmente, può affermarsi che solo una produzione annua di trecento ettari arabi le rende sempre convenienti, mentre questa produzione non si raggiunge che difficilmente; peggiorano tale impedimento due circostanze specifiche, che ci riportano ancora a considerare le caratteristiche fondamentali e generiche della agricoltura meridionale.

Una consiste nella estrema scarsezza o nella insufficiente manutenzione delle strade comunali, vicinali, poderali, per cui molto tempo e denaro si spreca nei trasporti degli apparecchi, di cui è noto il peso, assai spesso eccessivo.

L'altra deriva dal fatto che ogni auspicata meccanizzazione della agricoltura non può prescindere dal mantenimento, anzi dall'aumento della zootecnia, per la quale chi pur voglia considerare pessimisticamente tutti i rischi e gli oneri, dovrà almeno ripetere, con quell'autore francese, che il bestiame è per l'agricoltura un male necessario.

Consegue che le lavorazioni elettriche del terreno sono desiderate e accolte solo dove al bestiame da lavoro si può sostituire quello da latte e da produzione: qui si torna nel pieno della questione, è tutta la trasformazione fondiaria che deve mettersi in moto, mentre oggi poche Aziende del Mezzogiorno sanno o possono compiere la sostituzione.

Possiamo trarre le conclusioni.

La complessità della industria agraria non consente suddivisioni in settori separati; la soluzione è in funzione di molti elementi l'uno all'altro strettamente connesso. Questi elementi sono in gran parte acquisiti nell'Alta Italia, appena allo stato iniziale e formativo nella grande maggioranza delle campagne Meridionali. In conseguenza la elettroagricoltura si trova per il Settentrione se non ad un punto di arrivo, perchè non si arriva mai, certo ad un punto di convergenza; per il Mezzogiorno è ad un punto di partenza.

D'altro lato, non è oggi ammissibile possa la linea elettrica attendere il maturare degli altri fattori: essa deve accompagnare, deve anche, in certi casi, avere il coraggio di precedere.

Il gruppo Meridionale di Elettricità alimenta 1650 elettropompe per una potenza di 3800 kW; nel 1929 la superficie irrigata ha raggiunto i 6500 ettari.

In Basilicata dodici apparecchi stanno eseguendo le lavorazioni dei terreni, dallo scasso a 70 centimetri, fino all'erpicatura.

In Puglia, il Gruppo, conscio della particolare estensione che la parola elettroagricoltura ha nel Mezzogiorno, ha acquistato in proprio, e sta elettrificando, due Aziende complessivamente di oltre 1200 ettari; ha presentato, e in gran parte realizzato, un Progetto di opere per trasformazione fondiaria che interessa varie migliaia di ettari; ha costituito, in una delle Aziende, una scuola ed ha riaperto una Chiesa, sta costituendo, nell'altra, un Ambulatorio antimalarico.

Qualcuno potrà forse ritenere opinabile la connessione fra il motore elettrico e questa attività; io mi permetto di ritenerla certa e immediata. Comunque, testimonia (e basterebbe questo) che, al mirabile risveglio e alla feconda attività dell'agricoltura Meridionale, l'industria elettrica è, meglio ancora che volenterosa collaboratrice, partecipe, con animo e con volontà rurale.

ING. PIERO CASINI.

ING. ANTONIO CERADINI
SOC. ELETTRICITÀ E GAS DI ROMA

Provvedimenti per lo sviluppo delle applicazioni elettro-agricole nell'Agro Romano

L'Agro Romano, cioè la zona in cui quasi esclusivamente si svolge l'attività elettroagricola del gruppo di Società che fa capo alla Elettricità e Gas di Roma, per le complicate e disgraziate vicende storiche che influirono nei secoli scorsi sinistramente sul suo sviluppo demografico ed inoltre per le speciali sue condizioni geografiche e geofisiche, ha presentato fino ai tempi più recenti nei riguardi dello sviluppo agricolo un problema la cui soluzione, assai complessa ed ardua, era ritenuta da molti insolubile.

Ho ritenuto che potesse interessare una brevissima esposizione delle cause che hanno portato a questo infelice stato di cose: la distruzione prima, il pregiudizio e l'abbandono poi, nonchè dei rimedi recentemente proposti ed adottati, rimedi del tutto speciali e quali erano richiesti dalla importanza e gravità del caso.

Nei tempi moderni è stata veramente grave l'inerzia dei successivi governi che non si sono curati di aiutare, sussidiare e coordinare le iniziative dei singoli, impotenti a vincere da soli le gravissime difficoltà di ogni specie accumulate nei secoli.

Ora il tanto deplorato stato di abbandono in cui giaceva l'Agro sta cessando per merito precipuo del Governo Fascista e delle innate qualità e virtù degli incomparabili rurali italiani.

E se il suo paesaggio non presenta più al visitatore forestiero quella meravigliosa visione di grandiosa solenne e malinconica solitudine, che fu decantata e raffigurata da celebri poeti e pittori, l'occhio del cittadino italiano puó constatare invece con grande soddisfazione che ove prima era il deserto, ora stanno sorgendo borgate, casali, cascinali, stalle, silos, scuole, ecc. e che la campagna è percorsa da una rete di linee elettriche che va estendendo in ogni direzione le sue maglie, ponendo a disposizione degli agricoltori energia per luce e per forza motrice sia per le applicazioni agricole che per quelle domestiche.

E si vedono ovunque moltiplicarsi le coltivazioni di ottimi foraggi per l'allevamento del bestiame da lavoro, da macello e sopratutto da latte, e verdeggiare le messi e le vigne che forniranno agli agricoltori raccolti prima insperati.

A questa opera i cui risultati hanno qualche cosa del miracoloso, gli Enti distributori di energia elettrica possono dire con viva soddisfazione di avere validamente collaborato come si vedrà nel breve seguente esposto.

Il territorio del Governatorato di Roma comprende una zona anulare suburbana che circonda la città ed ha la superficie di circa 4600 Ha e la zona esterna dell'Agro Romano della superficie di circa 182.500 Ha.

L'intero territorio è costituito da terreni prevalentemente collinosi nella parte Est-Nord-Ovest, più bassi e pianeggianti nella parte Sud e specialmente lungo i corsi d'acqua e verso il mare.

Nelle zone collinose i terreni si presentano composti di materiali vulcanici tufacei o lapillosi più o meno consistenti (sono rari gli affioramenti di roccie trachitiche e basaltiche), oppure da depositi di sabbie e ghiaie di origine glaciale alternati a strati argillosi.

Nelle zone basse e pianeggianti i terreni sono invece costituiti da sabbie ed argille alluvionali e da depositi marini.

Si hanno moltissime prove per documenti storici e ritrovamenti archeologici che durante l'ultimo secolo della Repubblica ed i primi secoli dell'Impero, cioè durante il periodo in cui Roma assurse alla sua massima potenza e splendore, l'Agro percorso in ogni senso da magnifiche strade e da acquedotti, denso di ricche ville e di rustici casali era ovunque salubre, coltivato, irrigato e perciò abitato.

E la coltivazione delle campagne dell'Agro doveva essere eminentemente intensiva e praticamente indirizzata a soddisfare le sempre crescenti esigenze e gli svariati bisogni dei rifornimenti alimentari di Roma, allora gigantesca e ricchissima metropoli mondiale popolata da milioni di abitanti.

Col cadere della grandezza di Roma e principalmente col trasferimento della capitale a Bisanzio (nel 330 dell'Era volgare) per opera di Costantino, la città e l'Agro si andarono sempre più spopolando e le campagne, giá così ubertose, furono completamente abbandonate a pascolo, cosicchè la malaria vi potè estendere il suo mortifero dominio.

E si venne radicando fino a non molti anni fa il dannosissimo pregiudizio che i terreni dell'Agro, specie quelli di natura vulcanica, non fossero fertili e che la loro trasformazione a cultura intensiva fosse non solo non redditizia, ma anzi impossibile.

I terreni vulcanici dell'Agro sottoposti invece ad uno scasso iniziale profondo, regolarmente lavorati, corretti e concimati si sono dimostrati a seguito di recenti esperimenti, eseguiti anche su vasta scala ed in diverse località, ovunque fertilissimi anche per il loro frequente contenuto di materiali ricchi di sali potassici e lentamente decomponibili sotto l'azione degli agenti atmosferici.

Risulta da ciò che la maggior parte della superficie dell'Agro Romano può, e deve perciò nell'interesse nazionale essere trasformata a cultura intensiva per la produzione dei cereali (battaglia del grano), vini, ortaglie e foraggi destinati questi all'aumento del patrimonio zootecnico nonchè alla produzione importantissima del latte. Il tutto per provvedere al rifornimento di derrate alimentari per un grande centro di consumo come è quello della Capitale del Regno.

La zona suburbana, la cui proprietà era maggiormente frazionata, risultava già anteguerra coltivata abbastanza intensamente e di preferenza a vigne ed ortaglie per la facilità di smerciarne prontamente i prodotti sui mercati urbani, di procurarsi letami e concimi e sopratutto di avere la disponibilità, quantunque a caro prezzo, di una certa quantità d'acqua irrigua dagli acquedotti che forniscono la città di Acqua Marcia, Vergine, Paola, Felice ecc. ecc. ed in qualche località dalle magre marrane e fossi.

La zona dell'Agro costituita per la maggior parte da latifondi e quasi deserta e priva di mano d'opera a causa della malaria, era generalmente come sopra detto lasciata a pascolo.

Gli appezzamenti lavorati qua e là nelle regioni meno malsane con metodi primitivi a cereali davano un rendimento molto scarso, che era poi spesso compromesso dal clima generalmente siccitoso della Campagna Romana a causa della assoluta mancanza di irrigazione.

Nelle parti basse pianeggianti e costiere dell'Agro si avevano grandi estensioni di terreni paludosi più che mai infestati dalla malaria. Ivi esistevano alcuni consorzi promossi dal Governo per il prosciugamento delle acque stagnanti a scopo di bonifica più igienica che agricola, come a Maccarese, Isola Sacra ed Ostia.

Questo stato di cose tollerato prima della guerra quando erano aperti e liberi gli sbocchi alla nostra emigrazione agricola ed artigiana e si avevano con la nostra valuta pregiata facili, abbondanti ed economici rifornimenti annonari dall'estero, divenne nel dopoguerra assolutamente intollerabile.

Il Governo Nazionale Fascista col suo spirito realizzatore si è subito preoccupato dello stato disastroso dell'agricoltura in tante parti d'Italia e specialnente nell'Agro Romano ed altre zone analoghe, e completando e perfezionando le misure prese in modo inefficace dai precedenti Governi, emanò una serie di arditi provvedimenti culminanti nella Legge sulla Bonifica Integrale.

Così furono obbligati, sotto pena di esproprio, i proprietari a bonificare le loro tenute, venendo loro concessi i capitali necessari per tutti i lavori fondiarii a tasso di estremo favore, vennero stabiliti abbondanti premi per i lavori di scasso, di irrigazione e per la costruzione delle linee e cabine elettriche agricole e finalmente concessi anche notevolissimi rimborsi sulla spesa per consumo di energia elettrica ad uso agricolo.

E le Società distributrici di energia elettrica nell'Agro Romano si fecero un dovere di seguire volenterosamente l'indirizzo e la spinta data dal Governo Fascista e costruirono molte linee agricole, offrendo ovunque agli agricoltori l'energia a prezzi del tutto convenienti.

E fra tutte le svariate operazioni dell'agricoltura ve ne sono parecchie per le quali si presta molto bene ed economicamente l'uso della energia elettrica, come aratura, erpicatura, prosciugamento, irrigazione, trebbiatura, pressatura ed altre di minore importanza.

Ma tutte queste operazioni, tutti i lavori e le spese dedicate all'agricoltura vengono rese di scarsa utilità o del tutto frustate quando il raccolto è compromesso o addirittura distrutto

dalla siccità, che purtroppo è assai frequente in Italia in generale e nell'Agro Romano in particolare.

Assurge qui perciò ad importanza capitale ed è, si può dire, problema basilare dell'economia agricola quello di provvedere ad una razionale ed abbondante irrigazione dei terreni coltivi, la quale sempre aumenta e spesso salva addirittura il prodotto.

Ma per tutte le operazioni inerenti al sollevamento ed alla distribuzione d'acqua per irrigazione, sia a scorrimento che a pioggia, è la pompa elettrica che si presta nel modo più semplice, più comodo e più vantaggioso per molte ragioni fra cui sovente è anche l'economia.

Ma purtroppo si era radicato fra i proprietari dell'Agro Romano un altro dannoso pregiudizio, che cioè fosse difficilissimo trovare nel sottosuolo acqua in quantità sufficiente e a tale profondità da renderne conveniente il sollevamento.

E l'inerzia degli agricoltori era tale che, salvo rarissime eccezioni, anche nelle zone percorse dai fiumi Tevere ed Aniene e dai loro affluenti e marrane, i proprietari dei terreni da essi bagnati erano restii a domandare concessioni d'acqua per uso irriguo, ed a spendere per la costruzione dei necessari impianti di sollevamento dell'acqua e per la sistemazione dei terreni.

In realtà è risultato dall'esperienza di questi ultimi anni che il sottosuolo dell'Agro è ricco, ed in alcune località ricchissimo di acque freatiche ed artesiane, e che quasi ovunque esse con spesa non eccessiva possono essere estratte e sollevate per uso potabile ed irriguo.

Ad onta però delle provvidenze governative e delle iniziative degli enti distributori, la diffusione delle applicazioni elettro-agricole nell'Agro trovava sempre un grave ostacolo nel pagamento della somma che l'agricoltore doveva versare all'Ente distributore quale contributo alla spesa per i lavori di presa e di derivazione dalle linee principali.

Trattandosi di grandissime estensioni da servire con rari centri abitati molto distanti fra loro e di scarse utilizzazioni, come sono in generale quelle delle utenze agricole, e di tariffe tenute piuttosto basse a scopo di incoraggiamento, era naturale che gli Enti distributori non potessero sostenere a loro carico tutto l'onere della costruzione delle reti primarie e secondarie, e dovessero domandare agli utenti dei congrui contributi alle spese di presa che potevano arrivare in casi specialmente disgraziati fino al 75%, quando i premi governativi coprivano circa il 25%.

Ciò indisponeva molto gli agricoltori e li rendeva restii a servirsi dell'energia elettrica.

Da un diligente e completo studio eseguito verso la fine del 1926 circa le condizioni di impianto e di esercizio nella distribuzione di energia elettrica nell'Agro Romano da parte dei varii Enti distributori, allo scopo di ricavare delle tariffe di vendita possibili, è risultato che, prescindendo dai premi governativi, fino allora di riscossione molto difficile, il rapporto fra gli introiti totali e le spese totali di detti Enti era in media di 0,65 e di conseguenza per avere almeno il pareggio tra introiti e spese occorreva provvedere con un aumento di introiti o con una diminuzione di spese ad una quota complessiva del 35%.

Con un ritocco alle tariffe si potevano al massimo aumentare gli introiti del 2%, occorreva perciò trovare il modo di ridurre le spese di circa il 33%.

L'unica spesa che consentiva diminuzione era quella inerente all'interesse e all'ammortamento del capitale impiegato, facendo contribuire l'utente alle spese di impianto.

Poichè risultava dal suddetto studio che le spese per interessi ed ammortamenti rappresentavano circa la metà della spesa totale, era perciò necessario per ottenere il pareggio di diminuire quelle spese del 66% e di conseguenza far contribuire l'utente alle spese d'impianto necessarie alla sua utenza nella misura del 66%.

Ammettendo dunque che potessero venir oggi in modo certo riscossi i premi governativi sugli impianti elettroagricoli nella misura del 25% restavano pur sempre (per ottenere il pareggio fra introiti e spese) da riscuotere a carico degli utenti i residui 41%.

Basandosi su queste risultanze intervenne allora il Governatorato di Roma che, per dare una definitiva spinta al diffondersi delle applicazioni elettroagricole nell'Agro, stabilì di versare agli Enti distributori per la costruzione di linee e cabine agricole dei premi annuali per un certo numero di anni, addossandosi così in valore attuale circa il 35% della spesa d'impianto e di presa; e sulla base di questa concessione si addivenne il 27 gennaio 1928 ad una convenzione fra il Governatorato di Roma e gli Enti distributori di energia nell'Agro, nella quale veniva attribuita a ciascuno di questi la esclusività di fornitura di energia in una determinata zona dell'Agro, evitando così costosi ed inutili raddoppi di linee e dannose concorrenze.

Gli Enti distributori assumevano a loro carico i residui 40% e si impegnavano a non domandare più verun contributo nella spesa di presa agli agricoltori, e ad applicare, con contratto quinquennale, per l'energia venduta agli utenti agricoli le tariffe concordate col Governatorato ed indicate nelle Tabelle qui appresso riportate.

Gli agricoltori hanno soltanto l'obbligo di fornire, quando è necessario, un localetto in muratura da adibirsi a cabina di trasformazione e di permettere la imposizione gratuita di elettrodotto sui loro fondi.

TARIFFE CONCORDATE COL GOVERNATORATO PER L'AGRO ROMANO

FORZA MOTRICE

CONTRATTI DELLA DURATA DI UN QUINQUENNIO

A contatore, con l'utilizzazione annua garantita di 1000 ore - Orario continuato:

POTENZA INSTALLATA	Canone annuo fisso L./kW	Fino a 1000 ore L./kWh	Da 1000 a 2000 ore L./kWh	Oltre 2000 ore L./kWh
Fino a 5 kW	160	0,40	0,35	0,30
Da 5 a 10 kW	145	0,40	0,35	0,30
» 10 » 20 »	135	0,40	0,35	0,30
» 20 » 40 »	120	0,40	0,35	0,30
Sopra i 40 »	110	0,40	0,35	0,30

A forfait stagionali:

Utilizzazione limitata al periodo dal 20 Aprile al 20 Ottobre:

Per i primi 5 HP	..................L.	550 per HP
Per i successivi 5 »	..................»	500 » »
Per i successivi 10 »	..................»	450 » »
Per quelli oltre 20 »	..................»	400 » »

A forfait per tutto l'anno:

Per i primi 5 HP	..................»	1000 » »
Per i secondi 5 »	..................»	950 » »
Per i successivi 10 »	..................»	900 » »
Per quelli oltre 20 »	..................»	850 » »

Forniture temporanee inferiori ad un anno in impianti esistenti, senza garanzia di utilizzazione, a contatore:

Canone fisso L. 100,00 per kW impegnato
Energia ... » 0,60 al kWh

L'energia extra potenza sarà valutata a L. 0,80 al kWh

L'energia sarà fornita sotto forma di corrente trifase a 210 Volt circa, 45 periodi circa.

ILLUMINAZIONE

La tariffa dell'energia ad uso luce è di L. 1,30 per kWh.

CONTRIBUTO PER L'ALLACCIAMENTO DEGLI IMPIANTI DI ILLUMINAZIONE DELL'AGRO ROMANO

Per ogni allacciamento:

Tassa fissa di L. 50 più L. 3 per metro lineare di conduttura dalla linea o cabina di distribuzione più prossima al contatore.

Queste straordinarie facilitazioni sono finalmente riuscite, col sussidio di una intelligente propaganda, a scuotere, con la molla dell'evidente interesse, l'apatia dell'ambiente agricoltore sempre restio e contrario ad ogni innovazione, ed ora le richieste di energia si moltiplicano in modo veramente soddisfacente, tanto che gli Enti distributori hanno già preparato completi piani regolatori di estensione delle loro reti in tutto l'Agro ed iniziata la loro attuazione.

Già diverse importanti Aziende Agricole hanno incominciato a constatare i grandi vantaggi economici loro derivanti dalla graduale elettrificazione delle loro tenute.

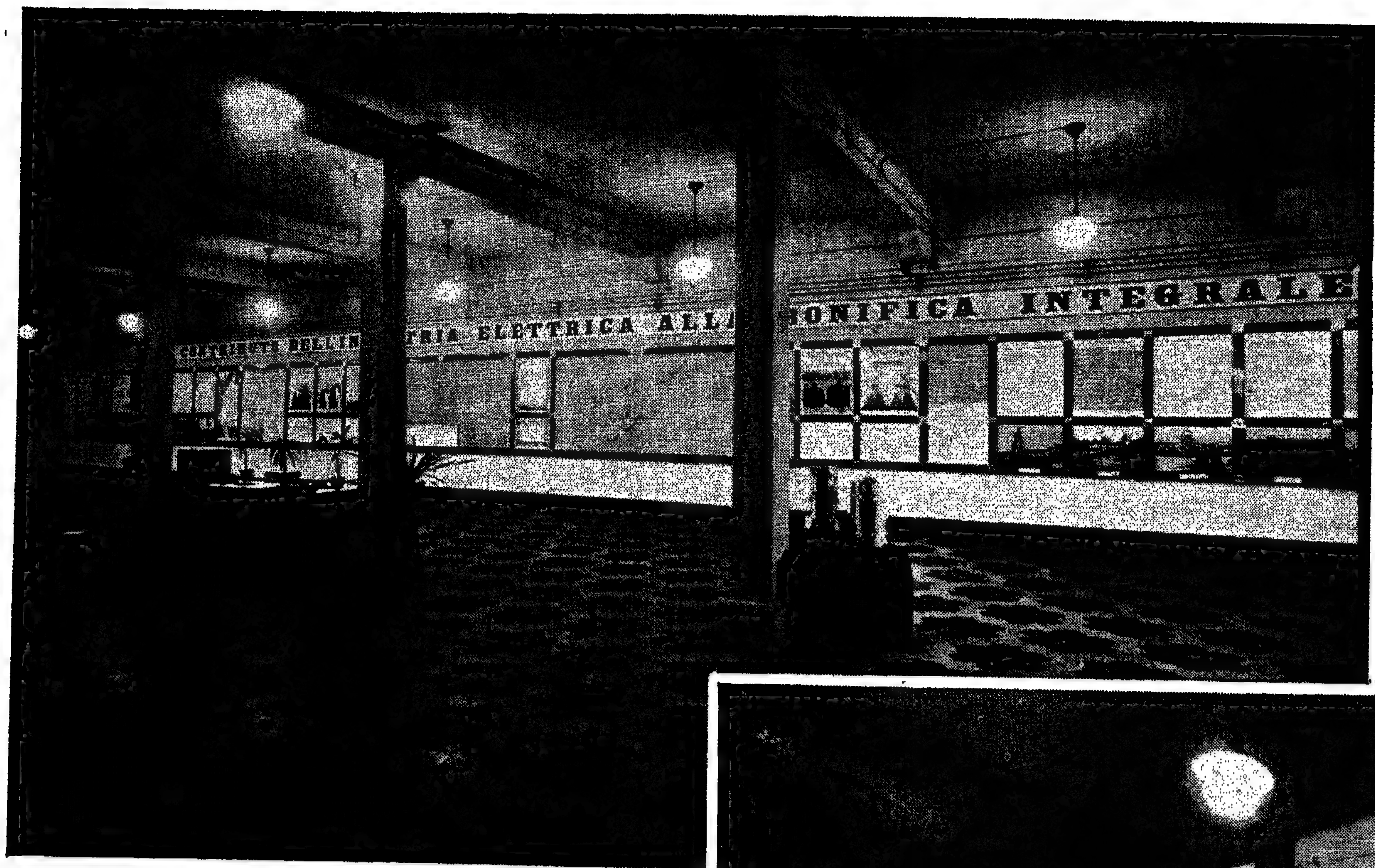
Ma l'esperienza è ancora di troppo breve durata e suscettibile di ulteriori perfezionamenti: e perciò ancora presto per raccogliere ed esporre in dati statistici i favorevoli risultati finanziari ottenuti dale Aziende.

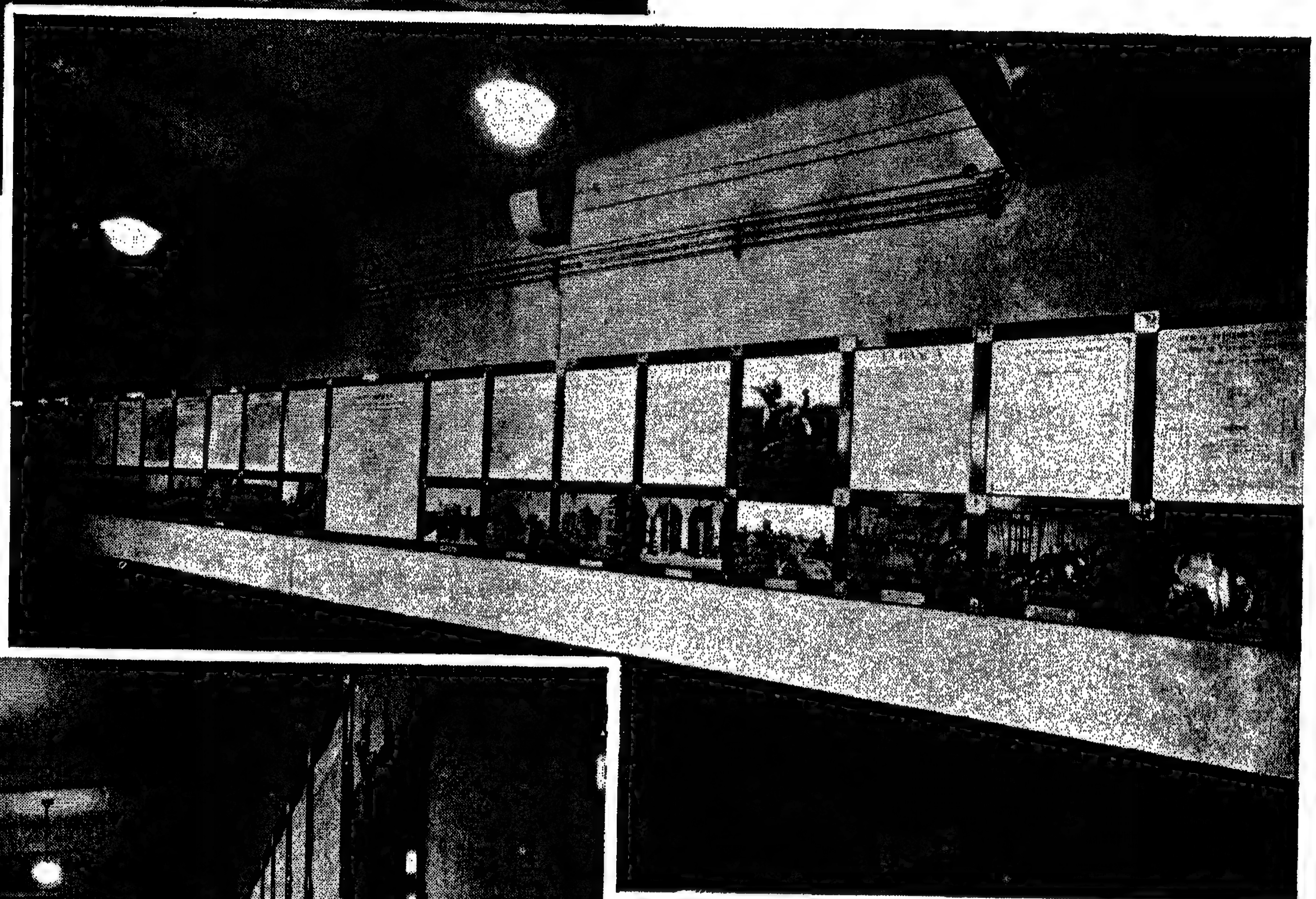
Essi verranno però diligentemente raccolti, se gli agricoltori ce li vorranno cortesemente fornire, e formeranno oggetto di ulteriori comunicazioni.

Ing. ANTONIO CERADINI.

Pubblicheremo nel prossimo numero le relazioni dell'Ing. Carlo Clerici su «L'illuminazione elettrica nelle aziende agricole» e dell'Ing. Piero Simoncini «Sulle possibilità pratiche di usare areostati quali organi sussidiari in lavori elettro-agricoli».

La partecipazione della "Unfiel" alla Fiera Nazionale dell'Agricoltura di Verona (9-23 Marzo 1930-VIII)



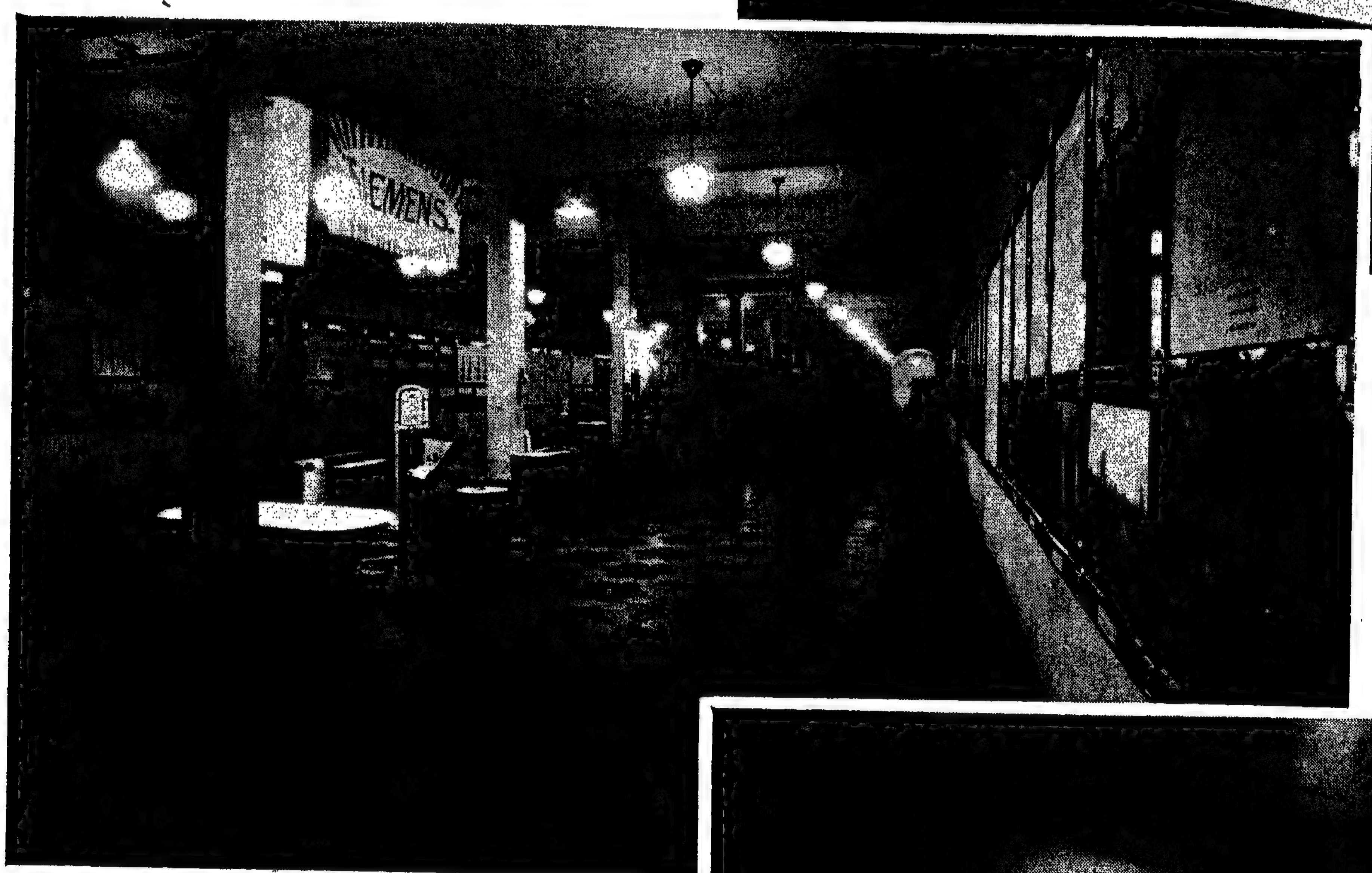


Le fotografie riportate fanno vedere come la «Unfiel» è tornata a partecipare quest'anno alla Fiera di Verona: con una interessante raccolta di carte topografiche sulle quali sono indicati gli impianti elettrici di sollevamento od estrazione d'acqua per irrigazione, i compressori delle terre bonificate con l'elettricità e gli impianti idrovori, con 6 diagrammi figurati che mostrano l'incremento totale che il numero e la potenza degli impianti elettro-agricoli hanno avuto negli ultimi anni in Italia, con una serie bene studiata ed ordinata di diagrammi, di piccole carte e di fotografie preparate insieme colle diverse Associate della «Unfiel».

Con tutto questo si è cercato di dare un'idea completa del contributo che l'industria elettrica ha dato alla risoluzione del problema della bonifica integrale.

Questa esposizione di dati che si riferiscono esclusivamente ad opere compiute in tutte le regioni d'Italia, è stata ammirata e lodata da S. E. l'on. Acerbo, Ministro della Agricoltura e Foreste, che ha inaugurato la Fiera il giorno 9 Marzo pronunziando un applaudito discorso.

Nel salone della «Unfiel» hanno esposto anche alcune Associate costruttrici di materiale elettrico.





ING. G. LEVI CASES

Schema di organizzazione del servizio di statistica di una azienda elettrica di produzione e distribuzione

L'utilità della statistica per qualsiasi impresa è stata paragonata a quella di un onesto bilancio; ma considerata in tutta la sua estensione essa può, assai meglio della contabilità pura e semplice, far comprendere la situazione di un ente dal punto di vista sia amministrativo, sia tecnico, sia commerciale. Curando da un lato lo studio dei mercati, dall'altro il coordinamento delle notizie atte a dare una visione d'insieme del sistematico sviluppo delle attività sociali e delle variazioni che subisce l'esercizio; determinando i rapporti fra i diversi fattori di costo, un tale servizio offre alla Direzione generale gli elementi necessari per avvalorare le proprie previsioni, orientare le proprie iniziative, allestire i mezzi di esecuzione adeguati alle finalità da raggiungere.

Non basta: un più profondo esame critico delle rilevazioni statistiche — il quale si ispiri, secondo l'espressione sintetica del Mauro, ai due principi della *eliminazione degli sperperi* e della *realizzazione dell'efficienza* — suggerirà delle constatazioni che, segnalate alla riflessione dei servizi dipendenti per quanto attiene alle loro speciali attività, potranno portare un efficacissimo contributo nel campo della organizzazione del lavoro.

È superfluo notare che, passando dalle gestazioni isolate alla più vasta sfera delle forze produttrici nazionali considerate collettivamente, l'importanza della statistica s'accresce in ragione degli interessi generali che essa involge.

Il censimento degli esercizi e la classificazione degli stessi secondo le loro caratteristiche, definiscono l'andamento della vita economica del Paese; l'analisi dei fatti osservati costituisce la base di qualsivoglia disposizione legislativa o programma pratico di disciplinamento organico delle attività sociali e quindi di qualsivoglia sistema di provvidenze inteso a promuovere le espansioni, attenuare le crisi e tutelare, nelle competizioni mondiali, gli interessi interni di fronte a quelli esteri.

***

In particolare la industria di produzione e distribuzione dell'energia elettrica, per lo più territorialmente delimitata entro confini stabiliti, è meno soggetta di altre industrie all'influenza dei fattori esterni; quindi lo studio dei mercati di consumo e dei metodi commerciali di penetrazione rimane per essa semplificato. Viceversa vi conservano tutta la propria importanza la preparazione e il controllo dell'esercizio e lo studio delle innovazioni che tendono a rendere i servizi sempre più perfetti ed economici.

Nell'ordinamento razionale delle grandi Società elettriche italiane è stato assegnato al servizio di statistica il posto che giustamente gli spetta (1); ma nella stampa elettrotecnica anche straniera il tema non ha avuto fin qui — per quanto ci risulta — una esauriente trattazione: nè la omissione sembra giustificata dal carattere ovviamente riservato (almeno in alcune parti) della materia.

Questo rilievo non va esteso alle statistiche generali dell'industria elettrica, le quali anzi sono dovunque oggetto di ricerche accurate da parte degli Stati, Enti ed Associazioni e di resoconti che, nonostante le lacune e le riserve di ordine pratico denunciate da qualche studioso nei riguardi di alcuni Paesi, hanno raggiunto oramai un notevole grado di perfezione (1). La superiorità dell'Italia in tale campo è incondizionatamente riconosciuta.

Si prende occasione da una statistica particolare eseguita, per riferire il procedimento e lo schema adottato. La presente nota — sostanzialmente limitata ad un sommario di titoli — riuscirà per necessità arida, ma ci assiste la fiducia che essa possa aprire l'adito a osservazioni d'ordine generale da parte di quanti si sono interessati all'importante argomento, e possa anche tornare utile a chi si accinge per la prima volta ad uno studio del genere, poichè il concetto direttivo del saggio speciale può adattarsi, con le debite varianti, anche in altri casi analoghi.

Se poi il dibattito portasse a definire uno schema di statistiche singole il quale sodisfacesse egualmente bene anche alle esigenze delle statistiche collettive — d'interesse tanto più rilevante dato il carattere pubblico del servizio — questo permetterebbe di realizzare nelle Aziende la unificazione del lavoro di preparazione dei dati, lavoro che la disformità dei questionari di diversa provenienza rende ora meno semplice.

Per prevenire una facile obiezione avvertiamo che il sistema che esporremo è bensì laborioso nella sua prima impostazione completa, ma d'altronde consente aggiornamenti successivi rapidissimi.

***

Proponendosi di studiare i fatti a carattere periodico permanente che interessano la vita dell'industria, la statistica delle Aziende elettriche deve:

determinare le caratteristiche globali della produzione e le densità dei consumi e metterle in rapporto con i dati geografici, demografici, di attività industriale e di congiuntura economica forniti dalle statistiche generali o da inchieste dirette, per stabilire tempestivamente i nuovi apprestamenti tecnici, il piano finanziario e il programma di esercizio (2). Queste previsioni

(1) ING. DOTT. S. R. TREVES: « L'organizzazione scientifica dei servizi nelle società elettriche e telefoniche ». In *Atti del III Congresso Internazionale di Organizz. Scientifica del lavoro*, pag. 469. Roma 1927.

(1) ING. C. REINDL: « Energiewirtschaft und Statistik ». In *Elektrotechnik und Maschinenbau*, Wien, 23 ottobre 1927, pag. 85. Elektrizitätswerk.

(2) Secondo N. B. HINSON: « Population as an index to electrical development ». In *Journal A.I.E.E., N. Y.* agosto 1929, pag. 593, il parametro che consente il massimo grado di approssimazione nella previsione degli sviluppi futuri dei carichi e dei consumi è la popolazione e non il tempo o il numero degli utenti, come comunemente si usa. Questo perchè, assumendo come ascissa la popolazione, le curve di andamento poco regolare che rappresentano le variabili in funzione degli altri parametri degenerano in rette, e permettono estrapolazioni più rigorose.

tendono ad impedire — nel limite del possibile — tanto gli eccessivi investimenti (negli impianti e nell'approvvigionamento dei nateriali di scorta e di magazzino) e la sovraproduzione, quanto la diminuzione di efficienza e le depressioni; ossia a conciliare i più vitali interessi patrimoniali con le responsabilità che gli esercenti hanno verso la propria clientela;

controllare sistematicamente e dettagliatamente:

a) i diagrammi di esercizio e lo sfruttamento degli impianti;

b) la diffusione delle utenze, i carichi e i consumi, totali e specifici, per ciascun tipo di applicazione;

c) il funzionamento dei servizi;

In questi elementi si raffigurano le particolarità tecniche della gestione;

calcolare i costi di produzione e i prezzi di vendita.

L'interdipendenza fra valore degli impianti, utilizzazione, costi, prezzi si palesa solo mediante questo ordine di investigazioni. Così, e non attraverso apprezzamenti empirici, la propaganda commerciale e i sistemi di vendita potranno essere orientati oltre che nel senso di promuovere i consumi esistenti e attrarne di nuovi, anche nel senso di compensarli, in guisa da ridurre al minimo i costi unitari dell'energia e le tariffe, migliorando il rendimento economico degli impianti. Il che significa poi consentire condizioni favorevoli di vita alle applicazioni meno redditizie dell'elettricità, la cui diffusione trova dei limiti nelle contrastanti necessità di vincere la concorrenza dell'energia di altra origine e di non accentuare la tendenza, provocata da altre cause economiche, alla diminuzione del margine degli utili della industria elettrica;

redigere la documentazione inerente alle spese di personale e ai problemi economici del lavoro;

fissare i capisaldi delle valutazioni patrimoniali e commerciali dell'Azienda e renderle interpretabili in modo uniforme e continuo.

Inteso il compito della statistica sotto questa forma complessa, essa si può suddividere organicamente nei seguenti capitoli:

I – *Produzione, distribuzione, erogazione:* contempla i dati tecnici e idrologici degli impianti generatori; i dati tecnici degli impianti distributori e delle erogazioni; i coefficienti tecnici di esercizio che caratterizzano il grado di utilizzazione e la regolarità di funzionamento dei mezzi a disposizione.

II – *Dettaglio della vendita e movimento servizi speciali:* analizza le particolarità degli impianti utilizzatori e dei consumi e stabilisce quelle relazioni che servono a dare un criterio generale sulle possibilità di sviluppo futuro; controlla l'andamento dei servizi inerenti alla clientela; la gestione dei magazzini, dei trasporti, ecc.

III – *Finanze e Patrimonio:* elabora i risultati della contabilità patrimoniale.

Oltre un rilievo sommario delle attività e passività e dei dati finanziari più salienti, conviene fare, col sussidio dei libri inventario, la ripartizione per servizi del valore degli immobili e dei materiali di dotazione e ragguagliare i costi d'impianto alle unità di potenza installata e di energia prodotta o venduta. Tali raggruppamenti hanno per sè stessi uno scopo non tanto critico quanto tecnico-commerciale, in primo luogo perchè servono — con opportune rettifiche per tener conto delle fluttuazioni dei prezzi — di riferimento per i preventivi (1); secondariamente perchè la parte che concerne gli impianti in esercizio entrerà nei calcoli per lo studio dei costi dell'energia; infine perchè le proporzioni sistematicamente e dettagliatamente stabilite fra le spese e il capitale investito, e fra le rendite e lo stesso capitale, assumono un significato di valori indici.

(1) P. O' MOORE: « Analyzing utility construction costs ». In *Electrical World*, N. Y. 25 luglio 1925, pag. 168.

Sul sistema di controllo delle spese d'impianto durante le costruzioni cfr.: O. W. GATCHELL: « Control of construction costs ». In *Electrical World*, 10 dicembre 1927, pag. 1193.

IV – *Spese consuntive degli esercizi; utili o perdite:* insieme ai due capitoli che seguono riflette la gestione economica, o meglio la gestione industriale e commerciale dell'Impresa, e si vale degli elementi tratti dai conti consuntivi degli esercizi. L'analisi delle spese anzitutto fornisce un criterio di giudizio per il funzionamento dei vari servizi (e qui soccorre il confronto sistematico col bilancio preventivo) e determina in cifra i rapporti fra i diversi fattori della produzione. Fa poi capo da una parte ai costi medi della energia resa dei diversi punti degli impianti e alle diverse classi di utenti; dall'altra parte a un *coefficiente economico* (supposto convenzionalmente eguale al rapporto fra le spese di carattere industriale e i prodotti) che si può assumere come *indice globale dei risultati dell'esercizio* (1).

A questo doppio sistema di indagini corrispondono due diverse classificazioni di spese: *per servizi* e *per categorie*. La prima classificazione merita speciale attenzione, poichè le modificazioni che inevitabilmente si introducono di anno in anno nei criteri di formazione dei bilanci vizierebbero i risultati se non si facessero le opportune rettifiche; mentre ogni eterogeneità è tanto meno ammissibile in quanto i costi medî del kW e del kWh per i vari usi, che discendono come corollario dalla medesima classificazione, dovranno essere messi a confronto con i prezzi medi, di cui diremo al successivo n. VI.

A rigore nella analisi dei costi non si può prescindere da altri elementi come: posizione topografica dell'utenza rispetto alle Centrali di produzione; caratteristiche dell'energia erogata (alta o bassa tensione, fattore di potenza); fattore di carico; periodicità della utilizzazione (continua, stagionale ecc.); orario d'uso (diurno, serale, notturno ecc.); frazionamento delle installazioni (grandi e piccoli consumatori) ecc. Ma tutto ciò invade un campo speciale dell'economia industriale, avente metodi e regole proprie, mentre la statistica deve limitarsi ad accertamenti di indole generale.

V – *Lavoro:* le prestazioni d'opera, le retribuzioni, le relative assicurazioni e gli altri carichi sociali e tributari meritano una discussione separata dai rimanenti capitoli di spese per la loro rilevante incidenza sui costi dell'energia e perchè — secondo i dettami delle moderne teorie e senza detrimento, ma anzi con elevazione del suo valore morale — anche il lavoro umano deve essere sottoposto a misure matematiche e il regolamento dei rapporti economici fra le due categorie produttrici presuppone uno studio accurato dell'efficienza e del costo del personale.

Facendo le proporzioni fra prestazioni e produzione, fra mercedi e prestazioni, fra mercedi e produzione e riducendo le mercedi nominali al loro valori reali secondo i numeri indici del

(1) Le spese di carattere industriale sono il totale delle spese consuntive di esercizio, meno le spese per ammortamenti, interessi e imposta R. M. sul reddito.

« In linguaggio meno tecnico il *coefficiente economico dell'esercizio* « è il numero di centesimi per lira incassata che deve essere pagata « per le spese di esercizio e manutenzione, prima che si possa prov- « vedere al servizio del capitale. È un indice abbastanza preciso della « prosperità finanziaria di un'azienda.

« Al diagramma del coefficiente economico si può conferire una « apparenza più rappresentativa dividendo la parte superiore del « foglio in cinque zone orizzontali mediante delle parallele alla linea « di base. La zona superiore, dove il coefficiente cade quando le spese « quasi pareggiano i prodotti, può essere intitolata: *indispensabile* « *aumentare i prezzi*. Le altre quattro zone possono essere ordinata- « mente intitolate: *pericolo*, *tranquillità*, *prosperità* e, infine, *indispen-* « *sabile diminuire i prezzi* ».

H. A. SNOW: « Management charts for central stations ». In *Electrical World*, 5 luglio 1924, pag. 12.

costo della vita, si ottiene appunto un complesso di medie che riflette nettamente il livello delle paghe e i rendimenti produttivi del personale, e che quindi non solo attesta il grado di benessere che l'industria procura ai propri dipendenti e il grado di evoluzione e di organizzazione da quella raggiunto, ma può anche servire di guida per la revisione sistematica degli organici per lo studio dei nuovi metodi di rimunerazione e delle altre condizioni di lavoro.

Quantunque tali problemi non abbiano per l'industria elettrica la medesima urgenza come per le altre industrie che richiedono più larghe prestazioni d'opera, tuttavia essi rimangono anche qui in prima linea poichè si tratta pur sempre di raggiungere, con la successiva semplificazione e col coordinamento dei quadri, la massima economia di uomini e di mezzi, mentre con le innovazioni ai patti di lavoro si mira a stimolare l'attività e nello stesso tempo ad accrescere la prosperità del personale. Posta adunque la grande importanza di queste riforme in cui si contemperano le opposte aspirazioni sindacali, è evidente l'utilità di possedere dati statistici di controllo completi e incontrovertibili per potersi tenere sempre a contatto con la realtà.

VI – *Redditi :* parte dal getto dei vari cespiti di entrata, che rappresenta in sintesi il movimento degli affari; combinando i diversi proventi con i rispettivi consumi ricava i prezzi medi di vendita; termina col riferimento di questi ai costi medi correlativi.

Non sfuggirà certamente l'importanza degli ultimi riferimenti, che pongono in termini genuini i rapporti che passano fra produttori e consumatori dell'energia e forniscono una norma sicura per lo studio teorico delle tariffe di vendita. Praticamente prevale spesso, come è noto, il principio di tenere conto nei prezzi singoli del valore che l'energia può avere per le varie categorie di utenti e delle possibilità economiche di questi, piuttosto che del costo di produzione; quindi ha molto peso l'esperienza. D'altra parte in determinati casi sussiste la convenienza per il produttore di collocare a basso prezzo dei residui non altrimenti impiegabili. Ma fuori di queste circostanze, non c'è dubbio che, separati con una ricerca speciale — come accennato al n. IV — i vari coefficienti che influiscono sui costi dei kWh destinati ai diversi usi, il confronto dei detti costi, ridotti in relazione ai fattori di simultaneità dei carichi, con i rispettivi prezzi potrà suggerire gli eventuali ritocchi alle tariffe generali, in modo da ottenere, se non nel dettaglio almeno nel complesso, una equa aderenza fra le medie ponderate globali del reddito e della spesa.

VII – *Equivalenze in lire-carta, lire-oro, lire-merce,* dei principali elementi patrimoniali ed economici.

Nelle statistiche poliennali questa appendice è imposta dalle vicende monetarie che condussero in Italia al provvedimento di stabilizzazione del dicembre 1927, poichè, per un esatto accertamento delle reali condizioni di fatto, le espressioni numeriche dei valori patrimoniali ed economici più significativi ottenuti nei capitoli precedenti devono essere rese confrontabili fra loro riducendole ad una unità omogenea.

Una siffatta correzione appare appropriata sopratutto nel caso dell'industria elettrica, che, per il suo carattere spiccatamente immobiliare e per i molteplici vincoli politici e giuridici cui è d'altra parte sottoposta, si sottrae, fino a un certo punto, al libero gioco delle forze economiche e incorre talvolta in stridenti sperequazioni.

La riduzione si fa di solito accettando qualche ipotesi semplificativa sulla base del potere d'acquisto della moneta rispetto alle merci; non sulla base del suo valore legale, stante la graduale diminuzione fino al 1925 e il lento movimento di ripresa successivo del potere d'acquisto dell'oro e la quasi stabilizzazione convenzionale della lira prima del 1919, con le brusche ripercussioni che seguirono nel 1920-21. È ben vero che anche le variazioni dei prezzi delle cose e delle prestazioni subirono delle limitazioni, e che l'indice dei materiali e servizi occorrenti all'industria elettrica non coincide con l'indice di variazione generale dei prezzi all'ingrosso; ma questa è una discussione che ci porterebbe troppo lontano dal tema assunto.

La parte più complessa del capitolo, per le Società che non l'abbiano eseguito in occasione della rivalutazione del proprio patrimonio, è l'apprezzamento nel loro effettivo valore intrinseco delle attività degli impianti. Invero qui non basta calcolare l'equivalenza pura e semplice dei valori di costo in base alle risultanze dei vari anni e alla annuale capacità d'acquisto della lira, ma secondo i medesimi numeri indici devono essere variati anche i fondi stanziati per ammortamento e riserva straordinaria, la reale valutazione monetaria degli impianti risultando dal saldo delle due cifre così rettificate Una stima di tutta la compagine patrimoniale richiederebbe poi analoghe revisioni di altre partite, così all'attivo come al passivo della situazione patrimoniale.

È forse anche possibile tentare una rilevazione di massima del valore commerciale di un'Azienda, da contrapporre alle figurazioni statistiche del capitale sociale e del valore patrimoniale. Le quotazioni del mercato di borsa, se pure esistono, non sembrano indici abbastanza sinceri, poichè le plusvalenze dei titoli singoli non scontano soltanto le previsioni circa l'assegnazione dei dividendi. Un più razionale fondamento di stima potrà essere dato adunque dai risultati annui di bilancio (dividendi distribuiti, più riserve ed eventuali riporti a nuovo saldo utili) ridotti secondo una medesima unità e capitalizzati a tassi convenzionali: questi tassi si possono far corrispondere alle medie retribuzioni generali dei capitali investiti nell'industria elettrica, desunte dalle pubblicazioni ufficiali.

Si sa tuttavia di non avere ottenuto con ciò una vera stima commerciale, ma soltanto un criterio di giudizio parziale, non potendo l'esame degli avanzi consuntivi essere separato dalla considerazione delle quote impostate per la conservazione del patrimonio (ammortamenti, svalutazioni), riserve e fondo quiescenza personale, nè sopratutto dalla considerazione di altri fattori meno facilmente ponderabili poichè risultano non dagli accertamenti del passato, ma dalla presunzione delle possibilità economiche future.

***

Il servizio statistica richiede la collaborazione di tutti gli altri servizi delle Aziende.

I dati greggi vengono comunicati dagli uffici competenti, centrali o distaccati, mediante rapporti giornalieri o mensili a seconda dei casi. Ricordiamo a questo proposito la dibattuta questione di importanza non trascurabile, della forma da dare a tali rapporti affinchè le notizie fornite rispondano ad uno scopo reale, siano esaurienti, tempestive e senza duplicazioni; non impongano d'altra parte un sovraccarico di lavoro eccessivo o un soverchio onere di personale, nè portino pregiudizio al lavoro normale. Non entriamo di proposito nell'argomento, ma ci limitiamo a constatare la necessità che nell'impostazione di alcuni servizi amministrativi (sopratutto per la parte relativa agli utenti) siano tenute presenti le esigenze della organizzazione statistica e che i tipi dei rapporti siano preventivamente ed accuratamente studiati, in modo da ottenere omogeneità di redazione e possibilità di confronti reciproci e di coordinazione dei dati raccolti, per ricavarne il massimo profitto.

Tuttavia nei riguardi della produzione e della erogazione dell'energia i rapporti degli uffici addetti a questi servizi non bastano, ma occorre — per la raccolta dei dati quotidiani — anche l'opera diretta dello stesso ufficio statistica, specie quando si tratti di organismi complessi.

Di fatto i kWh prodotti e le caratteristiche dei carichi si

rilevano giorno per giorno dalla lettura dei contatori e dai diagrammi ricavati dagli strumenti registratori installati nelle Centrali di produzione o nelle sottostazioni ricevitrici. Altrettanto si dica per l'energia distribuita e per i carichi sulla distribuzione.

Peraltro, quando non si disponga di apparecchi totalizzatori del carico a distanza, i diagrammi giornalieri totali si devono comporre sommando i singoli diagrammi wattmetrici. Il complesso dei diagrammi consente intanto alcuni controlli, come, per esempio, quello della ripartizione dei carichi fra le varie Centrali, note le portate dei fiumi (mansione che propriamente appartiene del resto al Ripartitore). Inoltre i più caratteristici diagrammi totali del mese vengono prescelti come diagrammi-tipo della produzione e della distribuzione per il mese stesso, ed in mancanza di mezzi diretti i secondi permettono di ricavare, con gli accorgimenti del caso, i diagrammi-tipo mensili di erogazione sulle reti ad alta e bassa tensione, a loro volta frazionabili secondo i diversi usi a cui l'energia è destinata.

I diagrammi-tipo mensili, preferibilmente ritagliati in tavolette per ottenere la evidenza solida del plastico, passano ad un archivio separato: con ciascuna serie di dodici si potranno comporre a fin d'anno i diagrammi-tipo stagionali o annui e i diagrammi di carico ordinati (1), calcolare le utilizzazioni degli impianti ecc.

Quanto ai kWh è noto che nessuna misura industriale, nonostante l'accuratezza delle tarature, va esente da errori: le differenze, nel caso di cui ci occupiamo, si eliminano conguagliando fra loro periodicamente (ad esempio ad ogni decade) più bilanci dell'energia — variamente istituiti fra i kWh prodotti o ricevuti, i kWh impiegati nei servizi interni o perduti nelle trasformazioni e nei trasporti primari, i kWh erogati, secondo le denuncie che si ricevono dai rispettivi centri di produzione o di erogazione primaria — facendoli quadrare sulla media dei totali, e rettificando proporzionalmente le cifre di partenza.

Del resto anche giorno per giorno, con lo stesso sistema delle medie fra le indicazioni dei diversi contatori locali e con facili eguaglianze, si possono ottenere delle compensazioni di errori; come pure un confronto sufficientemente approssimato può farsi fra i kWh prodotti ed acquistati risultanti dal calcolo diretto e l'integrale dei diagrammi totali.

Le perdite, per il complesso di ciascuna Centrale con le relative linee primarie e sottostazioni derivate, si ricavano immediatamente da diagrammi espressamente predisposti per ogni prevedibile condizione di carico e di funzionamento dei trasformatori e delle linee.

I kW massimi; i kWh prodotti; il fattore di carico ecc. sono riportati giornalmente su grafici. A fine mese, l'energia prodotta, perduta negli impianti primari ed immessa nelle reti di distribuzione vengono riepilogate e il ciclo si chiude fino ai consumatori, grazie ai dati provenienti dall'ufficio contabilità utenti, che permettono la suddivisione dell'energia immessa nella distribuzione in venduta e perduta.

I kW e i kWh venduti si possono poi classificare non solo secondo le loro principali destinazioni, ma anche secondo altri criteri che sono dettati da particolari esigenze statistiche (reti urbana e suburbana; ad alta o a bassa tensione ecc.). La classificazione generica per destinazioni richiede a propria volta distinzioni specifiche: così, ad esempio, per la illuminazione privata, la energia venduta a contatore deve essere separata da quella venduta a forfait (questa calcolata in base ad ipotesi pratiche di utilizzazione), e tanto l'una quanto l'altra devono essere ripartite secondo i diversi tipi delle tariffe di vendita e la classe delle utenze (abitazioni, negozi, amministrazioni pubbliche, usi speciali, forfait scale, forfait abitazioni ecc.); la energia venduta per usi industriali può essere divisa per categorie d'industria ecc.

(1) Prof. R. Schneider: « Analisi e sintesi dei diagrammi di carico ». In *L'Energia Elettrica*, giugno 1929, pag. 627.

Così pure le perdite in energia sulla distribuzione si ripartiscono nel modo migliore consentito dai contatori di cui si dispone nei centri di distribuzione secondari e dalla classificazione degli utenti nei partitari (perdite sulla rete ad alta tensione e trasformatori, perdite sulla rete a bassa tensione; eventuale divisione per zone delle stesse ecc.). Le corrispondenti perdite in potenza si devono apprezzare induttivamente.

***

Finora abbiamo parlato del mese come del periodo più adatto per le statistiche tecniche, economiche e commerciali delle Aziende elettriche: una sola eccezione sembra giustificata nel caso che le liquidazioni dei consumi degli utenti si facciano bimestralmente. Mensilmente però anche i dati consuntivi riguardanti le spese e le rendite non possono che essere sommariamente divisi secondo le voci principali di bilancio: tanto basta ad ogni modo per metterli a confronto, oltrechè con gli analoghi dell'esercizio precedente, anche con gli stanziamenti preventivi dell'esercizio in corso e per sorvegliare il getto complessivo delle vendite e l'andamento dei prezzi medi effettivi del kWh per i diversi usi.

A fine d'anno i risultati dei dodici mesi devono essere riepilogati e sistematicamente completati mediante i rimanenti dati economici e mediante i dati finanziari e patrimoniali, che, per la loro indole, possono essere meglio raccolti alla chiusura dei bilanci e dell'inventario. Comunque ottenuti, i risultati statistici devono essere numerici e conchiudersi con dei numeri indici per quanto possibile sintetici e significativi, senza necessità di leggende nè di commenti soggettivi o descrittivi, e devono inoltre permettere il confronto con i risultati analoghi dei periodi anteriori. Al più un rapporto introduttivo fisserà cronologicamente gli avvenimenti singolari che riguardano tanto l'impianto quanto l'esercizio, per le necessità delle ricerche future.

Il confronto dei dati dei diversi anni fra loro costituisce la migliore rassegna della evoluzione dell'impresa; la sua evidenza aumenta con il tempo a cui si riferisce, e perciò conviene risalire il più addietro possibile verso l'origine. Per questa parte una relazione illustrativa è indispensabile; ma lo studio si semplifica molto ricorrendo alla espressione grafica dei valori ottenuti.

La interpretazione di ciascuna serie di valori è inoltre facilitata se si calcolano gli incrementi percentuali di ciascun anno rispetto l'anno precedente (1), anche perchè i diagrammi dei detti incrementi possono trovare dei termini di confronto — a seconda dei casi — sia nella propria orizzontale di compenso (vale a dire nella orizzontale di ordinata eguale *al tasso medio di incremento composto*, come è stato chiamato per similitudine con il fenomeno dell'accumulazione di capitale (2)), e sia nella iperbole equilatera di equazione: $xy =$ costante, che rappresenta la legge di variazione degli incrementi percentuali per incrementi assoluti costanti. Queste due linee delimitano un'area che consente una prima classificazione di massima della attività a cui le linee stesse si riferiscono: infatti i punti contenuti in quella zona si possono far corrispondere ai valori medî (salvo a graduarli poi secondo la loro posizione rispetto l'una o l'altra linea di contorno), mentre i punti esterni corrispondono a valori sopra o sotto la media, secondo la regione che essi occupano rispetto l'area stessa.

Con analogo criterio il comportamento di ciascun diagramma-base si coglie più chiaramente inquadrandolo entro un'area delimitata dalla curva esponenziale: $y = a^x$, che esprime la legge di variazione del fenomeno nell'ipotesi di un incremento

(1) Evidentemente le medesime considerazioni fatte per gli incrementi annui si possono riferire a qualsivoglia altro periodo di tempo.

(2) Ing. G. Motta: « Tariffe e prezzi dell'e. e. ». In *L'Energia Elettrica*, luglio 1929, pag. 691.

percentuale annuo costante, e dalla retta: x/y = costante, che corrisponde a un incremento annuo assoluto costante. Questo riferimento può offrire una buona norma per le estrapolazioni.

Oltre le percentuali di incremento, altre percentuali di confronto statistico si ottengono paragondo variamente fra loro i diversi dati, con criteri che in parte si è già avuto occasione di accennare e che per il resto appariscono dal contesto.

***

È stato testè accennato alla espressione grafica, di cui molto si giova la statistica come ogni altra forma di attività umana. Questo mezzo notoriamente presenta rispetto le tavole numeriche — qualunque sia l'aspetto che si dà al tracciato per rendere più immediata l'imagine dei fatti rappresentati — una maggiore evidenza dei rapporti caratteristici interferenti fra le grandezze di ciascun gruppo o di più gruppi in esame, facilita l'eliminazione delle deformazioni accidentali, consente l'applicazione dei principi della geometria. Ne risultano agevolate le generalizzazioni (medie, interpolazioni, estrapolazioni) e il rilievo dei cambiamenti che avvengono nelle imprese. Si è affermato che i grafici statistici, riassumenti in forma sommaria gli eventi fondamentali delle società (*figure-chiave*), servono alla direzione come gli strumenti del quadro servono all'ingegnere di una Centrale elettrica.

A parte i diagrammi polari, i diagrammi circolari a settore, i diagrammi ad aree proporzionali ecc., che possono tornare utili in determinati casi, di solito il tracciamento grafico si fa col sistema delle coordinate cartesiane, su carta millimetrata. A questo sistema si riferiscono le formule citate precedentemente. Bene spesso però il procedimento riesce più spedito ed efficace sostituendo alla carta millimetrata, la carta logaritmica (in cui la scala delle ordinate è proporzionale ai logaritmi dei numeri segnati) (1).

Sta il fatto che il sistema delle coordinate cartesiane millimetriche riproduce con la massima evidenza le variazioni assolute dei dati. Ma quando interessi anche conoscere le variazioni relative, il tracciato logaritmico offre i seguenti vantaggi:

1° Il diagramma-base rappresenta, senza bisogno di ulteriori operazioni, anche il diagramma degli incrementi percentuali a meno di una costante (peraltro la chiarezza dei valori assoluti nel diagramma-base rimane evidentemente attenuata).

Per la lettura degli incrementi percentuali occorre creare praticamente due scale logaritmiche ausiliarie, da usare l'una per le diminuzioni (linee discendenti), l'altra per gli aumenti (linee ascendenti). Le due scale sono fra loro reciproche — perchè proporzionali in un caso a: $\log y_1 - \log y_2 = \log \frac{y_1}{y_2}$, nell'altro caso a $\log y_2 - y_1 = \log \frac{y_2}{y_1}$ — e si ottengono praticamente segnando su due striscie della stessa carta logaritmica rispettivamente i complementi a 100, di fronte ai numeri che esprimono i valori dei rapporti $\frac{y_1}{y_2} \times 100$ (essendo $\frac{y_1}{y_2} \leqq 1$), e i valori $\left(\frac{y_2}{y_1} - 1\right) \times 100$ di fronte ai numeri che esprimono i valori dei rapporti $\frac{y_2}{y_1}$, i quali possono variare senza limiti sopra l'unità.

2° Anche senza ricorrere ad alcuna scala, lo stesso diagramma rivela alla semplice ispezione la dinamica delle sue variazioni caratteristiche, poichè salendo o scendendo in modo proporzionalmente più o meno accentuato esso definisce l'andamento dei coefficienti incrementali delle ordinate: e ciò tanto se si confrontino fra loro diversi punti di una medesima linea, quanto se si confrontino due o più linee fra loro correlative.

Nel caso della statistica il grafico logaritmico, considerato come diagramma dei coefficienti incrementali delle ordinate, esprime in forma continua la variazione di questi in funzione del tempo preso come ascissa, e quindi permette il confronto immediato di ciascuna ordinata con qualsiasi altra, e non soltanto di ciascuna ordinata con la sua precedente, come avviene quando si stabilisce la successione delle differenze o dei rapporti delle ordinate due a due. Basta perciò assumere, caso per caso, come asse delle ascisse l'orizzontale passante per il particolare punto del diagramma cui si vuol fare riferimento.

3° Ciascun diagramma dei coefficienti incrementali riferito ad un determinato asse delle ascisse gode della proprietà delle linee derivate (ponendo: $Y = \log y - \log y_1$; è:

$$\frac{dY}{dy} = \frac{1}{y});$$

4° Operando graficamente sui logaritmi anzichè aritmeticamente sui numeri, le proprietà caratteristiche dei primi lasciano prevedere semplificazioni ed utili combinazioni quando debbansi rappresentare delle grandezze in funzione di due o più altre, tranne beninteso il caso di somme e sottrazioni.

Le curve esponenziali e le rette che nei tracciati millimetrici rappresentano i diagrammi ideali nelle due ipotesi della costanza, entro un determinato lasso di tempo, degli incrementi periodici percentuali oppure degli incrementi periodici assoluti e servono per il confronto con i diagrammi effettivi, diventano in questo sistema rispettivamente delle rette e delle linee logaritmiche.

Altri tipi di grafici, apprezzatissimi nella amministrazione, nella tecnica, nel commercio ogni qualvolta occorra prevedere, controllare, accertare dei risultati e come strumenti di direzione (grafici Gantt, grafici delle attribuzioni, ecc.), possono giovare agli scopi del nostro studio.

Il *Diagramma Gantt* (1) consta di colonne attraversate da linee orizzontali di lunghezza variabile. Ciascuna divisione dello spazio rappresenta insieme una quantità di tempo e un risultato che deve essere ottenuto in tale tempo. Le linee tracciate orizzontalmente attraverso il detto spazio indicano il rapporto dei risultati ottenuti nel medesimo tempo rispetto le previsioni.

Il *Grafico di attribuzione* (2) è più propriamente un mezzo di analisi del funzionamento di una Azienda, e come tale rende i suoi massimi servigi nei problemi di organizzazione; ma la stabilità del metodo e la invariabilità delle sue basi, che sono le caratteristiche distintive del sistema, lo rendono appropriato anche come mezzo di analisi statistica. Vi si potrà ricorrere, per esempio, nel capitolo che abbiamo intitolato « Lavoro », il quale raccoglie la materia attinente al personale e alle mercedi.

***

Una volta effettuata la raccolta dei dati mensili e la loro disposizione in adatti quadri, si prospetta agli enti industriali di speciale importanza l'altro problema, del metodo da seguire per ricavare dalla massa delle notizie le informazioni essenziali destinate alla Direzione e agli uffici esecutivi.

Sulla base di una lunga esperienza è autorevolmente consigliato, come il miglior mezzo per assicurare in pieno il beneficio

(1) HARTWIG MACHTS: «Betriebsstatistik in Maschinen fabriken»; Hrsg, vom VDMA, Charlottenburg. 1927.
H. HALBERSTAEDTER: «Das logarithmizche Diagramm in der Betriebsstatistik». In *Werkstattstechnik*, 1° Novembre 1928, pagina 600.

(1) WALLACE CLARK: « Il diagramma Gantt ». Traduzione dell'ing. F. Mauro, *Biblioteca dell'E.N.I.O.S.* Roma 1928.
(2) M. HYMANS: « Une nouvelle méthode d'organisation par les Graphiques de liaisons et d'attributions ». In *Bulletin du Comité National de l'Organisation Française*, Paris. Giugno 1929, pag. 1.

di un sistema di statistica per l'industria elettrica, di volgarizzarne le conclusioni possibilmente fra tutti i suoi addetti, per modeste che siano le loro mansioni. È molto importante che anche i più umili collaboratori siano messi in grado di giudicare, nel loro ristretto ambito, i risultati economici e pratici dell'opera prestata e ne siano tenuti responsabili, poichè questo li stimolerà ad adempiere ai propri incarichi nel modo più efficace e concorrerà alla loro educazione psicologica (1).

Secondo una relazione di una grande Azienda americana, che si riferisce più particolarmente alle spese di esercizio (2), le statistiche, non appena compilate, sono sottoposte alla investigazione dei rispettivi servizi: ciascun Capo-servizio le discute con i propri Capi-reparto in una riunione in cui può essere chiarita una parte degli argomenti e possono essere preparate le notizie da presentare ad una successiva riunione generale dei Capi-servizio. Tale seconda riunione non ha il carattere di puro rendiconto, ma deve esaurire ogni punto dubbio mediante una discussione a fondo.

Molti miglioramenti dei sistemi di esercizio e manutenzione hanno avuto la loro origine, diretta o indiretta, nelle dette riunioni, le quali chiudono la procedura della statistica mensile.

(1) H. P. Liversidge: « Budgeting central-station ». In *Electrical World*, 23 gennaio 1926, pag. 189.
(2) Lo stesso: « Records for central - station budgets ». In *Electrical World*, 30 gennaio 1926, pag. 243.

Questo peraltro, avverte il Relatore, non potrà dare frutti completi se alla organizzazione adatta non si accompagnerà anche il cordiale interessamento di tutti i Dirigenti.

Altri Autori infine (1) hanno studiato il modo di organizzare la sezione « Ricerche », alla quale ciascuna Azienda elettrica affida il compito di raccogliere la documentazione dei progressi mano mano realizzati in tutti i campi della pratica industriale e di promuoverne l'applicazione, ai fini di un costante perfezionamento della propria attrezzatura, del migliore disciplinamento e rendimento della gestione, dell'incremento della produzione. Detta sezione non deve essere separata dal servizio statistica, per quanto essa possa valersi caso per caso dell'assistenza di esperti tecnici e scientifici.

***

Dopo fatte queste premesse, compendiamo sinotticamente la materia del nostro nei sette specchi che seguono, secondo la suddivisione per capitoli avanti stabilita.

Ing. G. L. Cases.

(1) S. Fayard: « Comment organiser un service de documentation dans un grand établissement industriel ». In *La vie tecnique et industrielle*, Paris, gennaio 1924, pag. 221.

I. - PRODVZIONE - DISTRIBVZIONE - EROGAZIONE

Situazioni

1) Degli impianti primari:
   a) kW disponibili nelle Centrali
   b) Idem nelle sottostazioni
   c) Elettrodotti
2) Degli impianti di distribuzione e trasformazione
   a) Linee ad alta tensione
   b) Cabine di trasformazione
   c) Trasformatori (numero, potenza complessiva e media)
   d) Linee a bassa tensione
   e) Prese stradali
   f) Colonne montanti
   g) Derivazioni ecc.

Urbani	Illumin. pubblica
	Servizi privati
Rurali	Illumin. pubblica
	Servizi privati

Incrementi percentuali

Produzione e distribuzione

1) kW:
   a) Diagrammi-tipo mensili
   b) Diagrammi annui ordinati
   c) Diagrammi delle punte max.
2) kWh.

Prodotti nelle Centrali	Rapporti dei kW e dei kWh singoli ai complessivi
Immessi nelle reti	ad alta tensione
	a bassa tensione

Incrementi percentuali dei kW e dei kWh

Classificazione secondo la loro destinazione dei kW e dei kWh immessi nella rete ad alta tensione.

1) Venduti per servizi pubblici:
   a) Trazione
   b) Illuminazione pubblica
2) Venduti per servizi privati:
   a) Illuminazione privati
   b) Forza motrice
   c) Riscaldamento ecc.
3) Servizi interni e perdite:
   a) Impianti primari
   b) Rete ad alta tensione e trasformatori
   c) Distribuzione a bassa tensione

Incrementi percentuali dei kW e dei kWh.	Rapporti dei kW e dei kWh singoli ai complessivi.

Utilizzazioni medie annue delle potenze in ore

delle Centrali (singole e complessive)	delle sottostazioni primarie	Complessiva alla vendita		dei trasformatori secondari				ai morsetti dei contatori (complessivamente e per categorie di utenze)
		urbana	rurale	urbani		rurali		
				illum. pubbl.	servizi priv.	illum. pubbl.	servizi priv.	

Utilizzazioni dei bacini:	Portate giornaliere dei fiumi in mc.	Consumi complessivi e specifici:
1) dei bacini imbriferi in kWh/mq.	1) massime	1) dei combustibili
2) dei bacini di accumulazione in mc.-ora.	2) medie	2) dei lubrificanti
	3) medie ordinate	

Rendimenti in kW e in kWh

della produzione	della erogazione	della distribuzione			
		rete alta tensione		rete bassa tensione	
		urbana	rurale	urbana	rurale

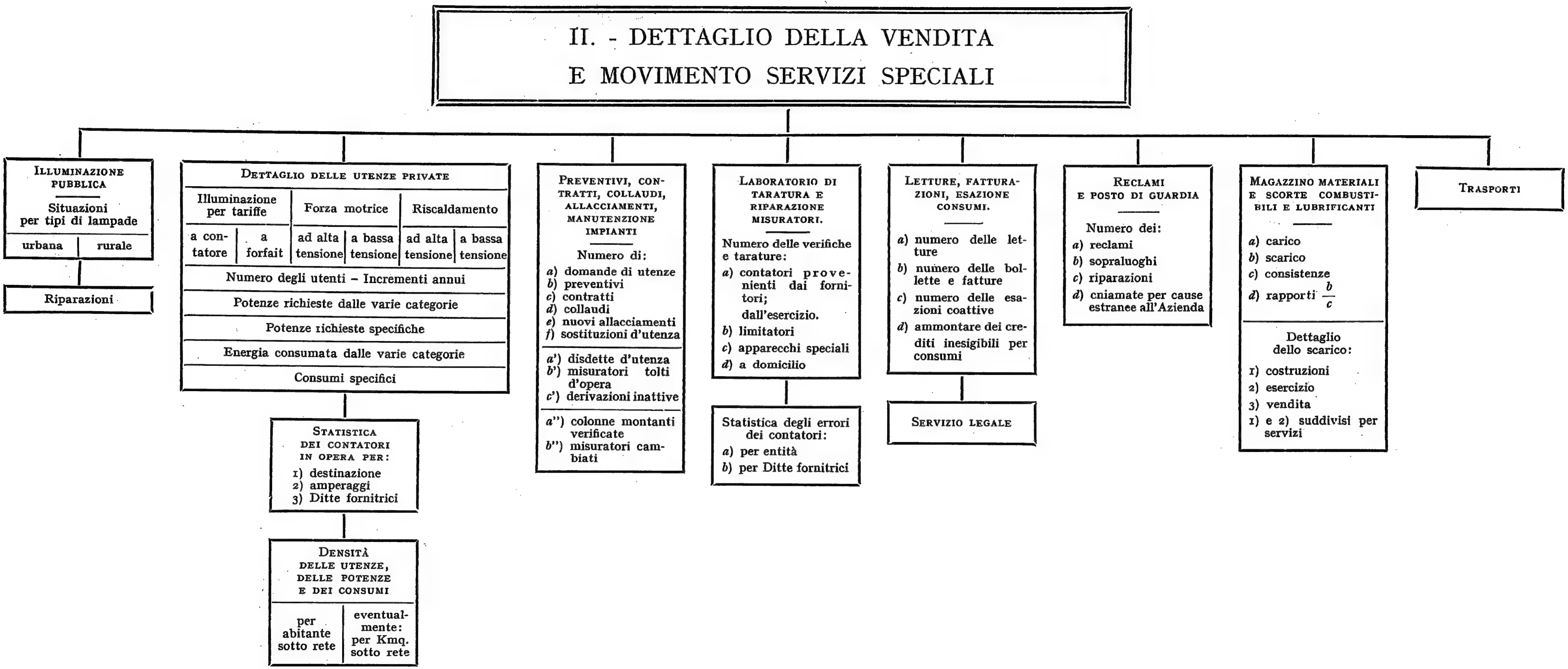
Riferimento alla zona servita dei kW max e dei kWh prodotti	
per abitante	per Kmq.

Densità della distribuzione

per ciascuna cabina di trasformazione	per ciascun trasformatore	per ciascun Km. di linea ad alta tensione		per ciascun Km. di linea a bassa tensione				per ciascuna presa stradale	per ciascuna colonna montante
				urbana		rurale			
		urbana	rurale	illum. pubbl.	servizi priv.	illum. pubbl.	servizi priv.		

Interruzioni del servizio dovute a gusti degli impianti (per numero e durata)	
impianti primari	reti di distribuzione

Riparazioni delle linee		
primarie	rete ad alta tensione	rete a bassa tensione


II. - DETTAGLIO DELLA VENDITA
E MOVIMENTO SERVIZI SPECIALI
ILLUMINAZIONE PUBBLICA
Situazioni per tipi di lampade
urbana
rurale
Riparazioni
DETTAGLIO DELLE UTENZE PRIVATE
Illuminazione per tariffe
a contatore
a forfait
Forza motrice
ad alta tensione
a bassa tensione
Riscaldamento
ad alta tensione
a bassa tensione
Numero degli utenti – Incrementi annui
Potenze richieste dalle varie categorie
Potenze richieste specifiche
Energia consumata dalle varie categorie
Consumi specifici
STATISTICA DEI CONTATORI IN OPERA PER:
1) destinazione
2) amperaggi
3) Ditte fornitrici
DENSITÀ DELLE UTENZE, DELLE POTENZE E DEI CONSUMI
per abitante sotto rete
eventualmente: per Kmq. sotto rete
PREVENTIVI, CONTRATTI, COLLAUDI, ALLACCIAMENTI, MANUTENZIONE IMPIANTI
Numero di:
a) domande di utenze
b) preventivi
c) contratti
d) collaudi
e) nuovi allacciamenti
f) sostituzioni d'utenza
a') disdette d'utenza
b') misuratori tolti d'opera
c') derivazioni inattive
a'') colonne montanti verificate
b'') misuratori cambiati
LABORATORIO DI TARATURA E RIPARAZIONE MISURATORI.
Numero delle verifiche e tarature:
a) contatori provenienti dai fornitori;
dall'esercizio.
b) limitatori
c) apparecchi speciali
d) a domicilio
Statistica degli errori dei contatori:
a) per entità
b) per Ditte fornitrici
LETTURE, FATTURAZIONI, ESAZIONE CONSUMI.
a) numero delle letture
b) numero delle bollette e fatture
c) numero delle esazioni coattive
d) ammontare dei crediti inesigibili per consumi
SERVIZIO LEGALE
RECLAMI E POSTO DI GUARDIA
Numero dei:
a) reclami
b) sopraluoghi
c) riparazioni
d) cniamate per cause estranee all'Azienda
MAGAZZINO MATERIALI E SCORTE COMBUSTIBILI E LUBRIFICANTI
a) carico
b) scarico
c) consistenze
d) rapporti b/c
Dettaglio dello scarico:
1) costruzioni
2) esercizio
3) vendita
1) e 2) suddivisi per servizi
TRASPORTI

III. - FINANZA E PATRIMONIO

Attivo

a) Capitali investiti (compresi magazzini e opere in costruzione)
b) Proprietà immobiliari
c) Disponibilità in cassa e presso banche o terzi
d) Cointeressenze e titoli di proprietà
e) Totali

Passivo

a) Capitale azionario
b) Riserve patrimoniali (compreso fondo ammortamenti)
c) Obbligazioni
d) Conti correnti passivi, depositi utenti per garanzia, fondo quiescenza personale, saldo debiti-crediti, ecc.
e) Totali

Corso di borsa delle azioni confrontato con i corrispondenti numeri indici delle quotazioni dei titoli elettrici.

Consistenze patrimoniali degli impianti in esercizio e dei magazzini, ripartite secondo i principali rami dei servizi (1)

a) Servizi generali
b) Produzione, trasporto e trasformazione primaria
c) Trasformazione e distribuzione sulle reti
d) Illuminazione pubblica
e) Vendita ai privati
f) Totali

Incrementi percentuali	Rapporti delle consistenze singole alle totali	Riduzione delle consistenze singole e totali ai loro valori unitari	
		per kW di max. carico	per kWh venduto

Componenti delle consistenze dei principali servizi

Produzione ecc.	Trasformazione e distribuzione sulle reti	Illuminazione pubblica	Vendita ai privati
a) Idrica *b*) Termica	1) Urbana: *a*) Linee A.T. *b*) Cabine trasf. *c*) Trasformatori *d*) Rete B.T. illuminazione pubblica *e*) Rete B.T. servizi privati 2) Rurale: idem.	1) Lampade in derivazione: *a*) intensive *b*) normali 2) Lampade in serie: idem.	*a*) Prese *b*) Colonne montanti *c*) Derivazioni *d*) Misuratori *e*) Laboratorio di taratura e riparazioni

Riduzione delle *consistenze* componenti ai loro valori unitari.
N.B. - A seconda dei casi si scelgono unità: di potenza, di energia, di lunghezza, di numero.

Riduzione degli *incrementi annui delle consistenze* componenti ai loro valori unitari

Risultanti delle consistenze unitarie degli impianti, fino alle utenze situate nei diversi punti di erogazione

per kW di massimo carico e per kWh venduto
(N. B. - Tenere conto delle perdite)

Erogazione nelle Centrali	Erogazione sulla rete urbana			Erogazione sulla rete rurale		
	ad alta tensione	a bassa tensione		ad alta tensione	a bassa tensione	
		illum. pubbl.	servizi priv.		illum. pubbl.	servizi priv.

Incrementi percentuali

(1) Per l'uso a cui questi dati sono destinati conviene che la classificazione per servizi degli investimenti patrimoniali corrisponda a quella delle spese degli esercizi, classificazione che a sua volta è in relazione con i capitoli della contabilità economica.

IV. - SPESE CONSVNTIVE DEGLI ESERCIZI E VTILI

Per categorie

1) Spese di carattere patrimoniale:
- *a*) Ammortamenti
- *b*) Interessi sui capitali investiti (si calcolano in base a un tasso da stabilire)
- *c*) Imposta R. M. sul reddito ecc.
- *d*) Totali

2) Spese di carattere industriale:
- *a*) Stipendi, salari e altri oneri per il personale
- *b*) Combustibili e lubrificanti
- *c*) Energia acquistata da terzi
- *d*) Materiali per manutenzione e riparazioni
- *e*) Materiali per esercizio
- *f*) Spese generali ecc.
- *g*) Totali

3) Utili o perdite nette (= utili o perdite di registro, diminuiti o aumentate rispettivamente degli interessi di cui alla lettera 1-*b*) comprensivi della parte da imputare a riserve.

Incrementi percentuali	Rapporti delle spese per categorie e per voci e degli utili			Riduzione delle spese per categoria e globali ai loro valori unitari	
	alle spese totali	alle consistenze degli impianti in esercizio	ai capitali versati	Per kW di max carico	Per kWh venduto

Coefficienti economici degli esercizi (ossia: rapporti delle spese di carattere industriale ai prodotti)

Per servizi

(Comprese le rispettive quote per ammortamenti e interessi)
- *a*) Servizi generali
- *b*) Produzione, trasporto e trasformazione primaria
- *c*) Trasformazione e distribuzione sulle reti
- *d*) Illuminazione pubblica
- *e*) Vendita ai privati
- *f*) Totali

Incrementi percentuali	Rapporti delle spese per servizi		Riduzione delle spese per servizi ai loro valori unitari	
	alle spese totali	alle consistenze dei rispettivi impianti in esercizio	Per kW di max carico	Per kWh venduto

Componenti delle spese per i principali servizi

Produzione ecc.	Trasform. e distrib. sulle reti	Illuminazione pubblica	Vendita ai privati
a) Idrica *b*) Termica *c*) Acquisto energia da terzi Costo dei carboni: *a*) all'acquisto *b*) medie dell'esistenza	*a*) Urbana *b*) Rurale	*a*) Urbana *b*) Rurale	*a*) Preventivi, contratti, collaudi *b*) Distribuzione negli impianti interni *c*) Laboratorio *d*) Letture, fatturazioni, esazioni consumi *e*) servizio di guardia

Riduzioni delle spese componenti ai loro valori unitari

N. B. - A seconda dei casi si scelgono unità di potenza, di energia, di numero.

Risultanti dei costi unitari medi dei servizi, per i diversi tipi di utenza

Per kW di massimo carico e per kWh venduto (N.B. - Tenere conto delle perdite)

erogazione nelle centrali	erogazione sulla rete urbana			erogazione sulla rete rurale		
	ad alta tensione	a bassa tensione		ad alta tensione	a bassa tensione	
		illumin. pubblica	servizi privati		illumin. pubblica	servizi privati

Incrementi percentuali	Loro rapporti alle rispettive consistenze unitarie degli impianti

V. - LAVORO

Numero degli impiegati e degli operai

Orari di lavoro

Feste e vacanze rimunerate annuali

Ore-persona effettive di presenza annuali:	Costi complessivi del personale	Costi orari medi del personale
a) Impiegati *b*) Operai *c*) Straordinari *d*) Totali	*a*) Stipendi *b*) Salari *c*) Straordinari *d*) Altri oneri relativi *e*) Totali	*a*) Impiegati *b*) Operai *c*) Straordinari *d*) Totali

Riduzione ai valori specifici: (1)
- *a*) delle ore-persona di presenza
- *b*) dei costi

Per 1000 kW di max carico	Per 1.000.000 kWh venduti

Riduzione dei costi nominali ai loro valori reali

Complessivi	Medi	Specifici

(1) In una statistica generale inglese il rapporto fra il valore dell'energia erogata meno il costo dei materiali usati, e il numero delle persone addette all'esercizio è stato assunto come numero indice dell'industria, per ciascun anno (*The Electrician*, Londra, 14 ottobre 1927, pag. 463).

VI. - REDDITI

Tariffe generali di vendita

Redditi complessivi per categorie di utenti e destinazione

1) Servizi pubblici:
   a) Trazione
   b) Illuminazione pubblica
2) Servizi privati:
   a) Illuminazione privati
   b) Forza motrice
   c) Riscaldamento ecc.
   d) Noli
3) Sovraprezzi
4) Totali

Incrementi percentuali	Rapporti dei redditi per categorie e destinazione ai redditi totali	Riduzione dei redditi per categorie e destinazione ai loro valori unitari	
		per kW max carico	per kWh venduto
		Rapporti dei prezzi unitari per categorie e destinazione alle consistenze unitarie dei rispettivi impianti in esercizio	

Componenti del reddito per alcuni servizi

Servizi privati	Illuminazione privati
a) Urbani b) Rurali	1) A contatore: a) Abitazioni b) Negozi c) Amministrazioni pubbliche ecc. 2) A forfait: a) Scale b) Abitazioni ecc. 3) Noli
Riduzione dei redditi componenti ai loro valori unitari	
per kW di max carico	per kWh venduto
Rapporti dei prezzi unitari ai rispettivi costi unitari medi	
Importi medi annui corrisposti da ciascuna classe di utenti	

Importi corrisposti per la tassa governativa e per il Dazio Comunale

VII. - EQVIVALENZE ESPRESSE IN LIRE-CARTA, LIRE-ORO, LIRE-MERCE, DEI PRINCIPALI ELEMENTI PATRIMONALI ED ECONOMICI

Indici
a) delle lire-oro
b) delle lire-merce

Consistenze complessive degli impianti in esercizio (a)	Consistenze complessive degli ammortamenti e riserve (b)	Rivalutazione patrimoniale ossia: saldo (a-b)
Incrementi percentuali		
Riduzione ai valori unitari		
per kW di max carico	per kWh venduto	

Spese complessive degli esercizi	Rendite complessive degli esercizi	Utili o perdite di registro (ossia: dividendi distribuiti più riserve ed eventuali riporti a nuovo saldo utili)	Capitalizzazione degli utili di registro in base a tassi convenzionali (base per una valutazione commerciale)
Incrementi percentuali			
Riduzione ai valori unitari			
per kW di max carico	per kWh venduto		

Costi globali medi della energia		Prezzi di vendita globali medi dell'energia	
per kW max carico	per kWh venduto	per kW max carico	per kWh venduto
Incrementi percentuali			

Attraversamenti stradali e condutture elettriche

Nel numero di febbraio della « Rivista delle Provincie », che si pubblica in Roma, abbiamo letto un articolo intitolato « Servitù di elettrodotto e demanio stradale », a firma P.G., scritto a confutazione del Memoriale che il Presidente della UNFIEL ha diretto a S. E. il Ministro dei Lavori Pubblici in data 15 novembre u. s., e che la nostra Rivisra ha integralmente riprodotto nel fascicolo XI (novembre 1929), a pag. 1164 e segg.

Una breve replica da parte nostra ci sembra opportuna.

Come i lettori ricorderanno, quel nostro Memoriale aveva per iscopo e per contenuto la difesa del regime costituito dalla legge del 7 giugno 1894 a favore della industria di produzione dell'energia elettrica e di sua trasmissione a distanza, contro le gravi e manifeste deformazioni e menomazioni di quel regime legale, che venivano poste in atto da taluni disciplinari che l'Azienda Autonoma Statale della Strada, basandosi sul R. D. L. 2 dicembre 1928, n. 3179, pretendeva di imporre alle aziende elettriche per gli attraversamenti stradali: carattere facoltativo e precario della concessione; assoggettamento della stessa ad oneri economici assolutamente eccessivi e ingiustificati.

Il Signor P.G. non è persuaso nè dell'intrinseco fondamento della nostra tesi di diritto, nè della ragionevolezza delle nostre preoccupazioni finanziarie.

Non è persuaso della tesi di diritto, per due considerazioni: perchè, anzitutto, sarebbe errata la premessa da cui noi partiamo, e cioè che il passaggio delle condutture elettriche costituisca materia di servitù legale anche a riguardo delle pubbliche strade, mentre, non solo sarebbe genericamente inesatto parlare di *servitù* là dove non si saprebbe vedere a vantaggio di quale *fondo dominante* essa esisterebbe, ma tanto più sarebbe inesatto parlarne specificatamente in rapporto a beni demaniali (come le strade; siano esse di demanio statale, o provinciale, e comunale), beni di loro natura inalienabili, come dispone l'art. 430 del Codice Civile, e quindi neppur suscettibili di formare oggetto di diritti a favore di terzi; in secondo luogo, perchè non c'è nulla di antigiuridico o anticostituzionale nel fatto che una nuova legge possa, per finalità di ordine generale, innovare un diritto preesistente, e così possa «una legge generale di polizia stradale modificare una legge speciale di elettrodotto stradale».

Non è persuaso, poi, che siano attendibili le nostre preoccupazioni d'indole finanziaria: sia perchè non sarebbe giusta la nostra osservazione che la indennità di passaggio vada ragguagliata alla diminuzione di valore del fondo che vi è assoggettato (diminuzione che, per le strade, è sostanzialmente nulla), mentre ben può ammettersi che la indennità si commisuri al beneficio che dal passaggio ritrae il beneficiario di esso; sia perchè, in ogni modo, contro le eventuali esorbitanze è sempre lecito l'invocare giustizia dalle « Autorità superiori, le quali dispongono in via definitiva ».

Rispondiamo brevemente sull'una questione e sull'altra.

a) Se il Signor P.G. ama di trattare l'argomento sotto il profilo della più corretta, o di quella che egli creda la più corretta terminologia giuridica, noi possiamo essere quanto mai condiscendenti verso di lui e verso gli scrupoli che lo angustiano. E così, per quanto a noi sembri che non abbiano male argomentato e deciso quegli autori e quelle sentenze che hanno ravvisato nell'elettrodotto gli estremi della *servitù* attribuendo la qualità di fondo dominante all'impianto di produzione e distribuzione dell'energia elettrica nel suo complesso, tuttavia siamo dispostissimi ad accogliere, per qualificare la natura giuridica dell'elettrodotto stesso, la formulazione più ampia (che alcuni scrittori preferiscono alla qualifica di servitù, anche per altre.... servitù) di *limitazione legale della proprietà*. Diremo dunque che la legge del 7 giugno 1894 ha imposto, non *la servitù* di passaggio delle condutture elettriche sulle proprietà private e pubbliche, ma una *limitazione della proprietà* dei beni privati e pubblici rappresentata dall'obbligo dei relativi proprietari di sopportare, sotto determinate condizioni, il passaggio di quelle condutture su quei beni.

Quello che importa stabilire, e che par difficile di porre in dubbio (e neppure il Signor P.G. lo pone in dubbio per quanto concerne i beni privati), è che la legge del 7 giugno 1894 ha costituito a favore degli esercenti *un diritto* e a carico dei proprietari, o meglio delle proprietà, *un obbligo* per il passaggio delle condutture elettriche: non si tratta, dunque, di un rapporto che possa nascere solo dall'accordo delle parti, ma che nasce, anche fuori di quell'accordo e anche contro il dissenso del proprietario, *ex lege*, quando sussistano *le condizioni obbiettive* di fatto volute a tale effetto dalla legge. E posto ciò, la questione di nomenclatura ci lascia del tutto indifferenti.

Non ci lascia indifferente, invece, l'altro assunto del Signor P.G.: e cioè che quella servitù — o limitazione di proprietà — non possa colpire i beni demaniali, per esser questi di lor natura inalienabili. Ma qui l'assunto è *sostanzialmente* errato.

Che i beni demaniali non possano formare oggetto di alienazione, e che su di essi non possano costituirsi convenzionalmente diritti reali a favore di terzi, sta bene. Ma questo non significa affatto che, per il semplice fatto di esser demaniale, un determinato bene debba sempre e necessariamente sfuggire a quelle imposizioni o limitazioni che *la legge* (la legge; non la libera pattuizione contrattuale) disponga con finalità di interesse generale. Vi sono delle esigenze di convivenza civile, di naturale necessità, di imperioso interesse pubblico, che inducono il legislatore a istituire rapporti obbligatori: quando il fine voluto non sia conseguibile se non con l'imposizione di tali rapporti anche a riguardo di beni demaniali, nulla si oppone a che *la legge* statuisca quella imposizione: con che non menoma affatto le *caratteristiche di demanialità* di quei beni, ma limita *la obbiettiva pienezza della proprietà* per conciliare con essa quelle finalità di generale e superiore interesse che la legge stessa persegue.

Così, allorquando il legislatore del 1894 ha creato l'istituto dell'elettrodotto, attribuendo ad esso carattere di limitazione *legale* della proprietà, ha inteso con ciò (e lo ha detto) di creare un vincolo obbligatorio per rendere possibile, contro ogni arbitraria resistenza, il trasporto e la distribuzione ovunque dell'energia elettrica, per un fine di vitale utilità pubblica. È egli mai concepibile che, in tal modo e per tal fine operando, la legge non abbia compreso nell'ambito di sua applicazione *le pubbliche strade*, il cui attraversamento è assolutamente e sempre *necessario*? Ve le ha comprese (e non ci indugiamo a ripetere quello che è universalmente risaputo e ammesso): e, comprendendovele, non ha creduto affatto di menomare, e non ha menomato, *la demanialità* di quei beni, ma ha semplicemente consacrato la norma che *anch'essi* dovessero andar gravati di quella.... che non chiameremo servitù, ma limitazione legale della proprietà, per ragioni di pubblico interesse.

Quanto poi all'altro rilievo dell'articolo a cui rispondiamo, e cioè che nulla impedisce ad una legge del 1928 di modificarne una del 1894, evidentemente esso non tollera obbiezioni. Ma la questione che la UNFIEL ha sollevato nel suo memoriale, era alquanto diversa. Essa, cioè, ha sostenuto, e sostiene, che il R. D. L. 2 dicembre 1928, nel disciplinare «*nell'interesse della pubblica incolumità le norme.... sulla polizia stradale, sulla circolazione nonchè quelle sui veicoli a trazione meccanica e sui relativi conducenti*», non intendeva certamente proporsi di mutare nella sua sostanza la legge del 7 giugno 1894; per questo si è detto, e si dice, che il R. D. L. 2 dicembre 1928 *non può aver modificato* quella legge; e per questo si è aggiunto, e si ripete, che se la lettera di quel Decreto Legge si presti a diversa interpretazione e applicazione, è necessario che esso venga o chiarito o rettificato.

b) Le preoccupazioni d'indole finanziaria delle Società Esercenti di fronte alle pretese dell'Azienda Stradale, e delle quali si è fatta interprete la UNFIEL nel suo Memoriale, sono pienamente giustificate. Se una riprova di ciò occorresse, sarebbe proprio data dalle osservazioni del Signor P.G.

Qui non si tratta di discutere della garanzia che possa offrire quel reclamo alle « Superiori Autorità » (quali?) che il Signor P.G. consente ad accordare alle Imprese elettriche contro le imposizioni eventualmente esorbitanti dell'Azienda Stradale, o delle Provincie, o dei Comuni. Si tratta di fissare la base giuridica delle relative pretese. Se il limite a tali pretese sta nel ragionevole arbitrio di quegli enti, ci potrà confortare la fede nella giustizia e nella discrezione degli enti stessi o delle « Superiori Autorità »; ma se il limite è dato *dalle legge*, ci si consenta di invocare da essa, e da chi è chiamato per l'ufficio proprio ad applicarla, la difesa di quello che è, *per legge*, un diritto.

E questo appunto noi fermamente crediamo. Se l'istituto dell'elettrodotto rappresenta per gli esercenti, che siano nella giuridica condizione di valersene, un diritto che nasce dalla legge, e per le proprietà che vi debbano andar soggette, siano esse pubbliche o private, un obbligo che nasce parimenti dalla legge, è ovvio che la indennità dovuta al proprietario dovrà sempre essere una indennità *legale*. E se è legale, non può dipendere dall'arbitrio di una parte, ma deve essere determinata in applicazione dei concetti direttivi della legge stessa: i quali si sostanziano, senza possibilità di equivoci, nel ragguagliare l'indennità, non al beneficio del titolare del diritto, ma al sacrificio di colui che è soggetto all'obbligo. L'applicazione di questo principio consentirà, a seconda della varietà dei casi, varietà di criteri concreti di valutazione: ma non consentirà mai di sostituire all'apprezzamento obbiettivo, e sindacabile, l'arbitrio subbiettivo: e non consentirà neppure di introdurre, là dove la legge vuole un semplice ristoro di danni, un criterio di imposizione sugli utili che verrebbe a creare, per indiretta via, un gravame tributario affatto inesistente in materia.

C. G.

FATTI E TESTIMONIANZE

LA RELAZIONE AL SENATO SULLE NORME PER LE STRADE

Riteniamo interessante riportare alcuni passi della Relazione stesa dall'Ufficio Centrale del Senato circa la conversione in legge delle « Norme per la tutela delle strade e della circolazione »; rilevando con soddisfazione che la Relazione, compilata dal Senatore De Vito, collima nella parte che interessa le linee elettriche con quanto la UNFIEL ed il suo Presidente hanno sostenuto.

. . . .

« Si debbono però considerare a parte quelli (usi) d'interesse « pubblico o per pubblici servizi. Tali usi non possono evidentemente sorgere senza un atto dell'autorità amministrativa, « ma ora hanno esistenza propria, con esclusiva finalità e quindi « direttamente derivano da una concessione per il suolo stradale, nella quale nascono e si esauriscono, *ora sono elementi « o mezzi per l'impianto e l'esercizio d'un'intrapresa o d'un « servizio che lo Stato concede od autorizza nel pubblico interesse.*

« Nel primo caso, come per gli usi privati, è logico che alla « concessione provveda l'ente stesso che gestisce la strada, « regolandone la durata e le condizioni. *Nel secondo caso invece non sembra ammissibile che l'uso del suolo stradale e la « concessione od autorizzazione del pubblico servizio o della intrapresa di pubblico interesse abbiano durata diversa, o si « svolgano in condizioni contrastanti. E, meno ancora, non si « può consentire che l'Ente cui è affidata la strada, imponga « norme ed oneri i quali tocchino comunque l'impianto e l'esercizio dell'uno o dell'altra, o ne rendano più gravosa l'utilizzazione, o ne compromettano la vitalità con danno della pubblica « economia.*

« In realtà la necessità od opportunità dell'uso del suolo « stradale qui nascono per il fatto stesso dell'impianto ed « esercizio del servizio o dell'intrapresa.

« Appare quindi logico che alla realtà del fatto corrisponda « una realtà giuridica e l'uso derivi dallo stesso atto di concessione o di autorizzazione del servizio o dell'intrapresa, imponendosi obbligatoriamente qualunque sia l'ente che gestisca « la strada. Naturalmente il risarcimento d'eventuali danni « e le spese maggiori cui si dia luogo debbono in ogni caso restare a carico dell'utente. E deve restare salva l'osservanza « delle prescrizioni necessarie, perchè l'uso si svolga in correlazione alle esigenze del traffico. Ma in nessun caso sembra « ammissibile che i giusti principî dell'indennizzo e del coordinamento si detorcano a fini di lucro od a pretese d'indebite « ingerenze, quasi che il suolo stradale possa essere considerato « come una proprietà sfruttabile dall'ente che la gestisce.

« Una tale concezione, rispondente a periodi storici sorpassati, non è più concepibile nell'odierno stadio di civiltà ».

. . . .

« Da tali principî e da tali norme che, se pure nella pratica « applicazione hanno avuto qualche volta deformazioni e « sviamenti, sono stati tuttavia considerati come fondamentali, « si allontana il decreto in esame rinverdendo l'antico concetto, « già da tempo legislativamente abbandonato, che *per la occupazione e gli attraversamenti di strade con ferrovie, tramvie e « cavi telefonici ed elettrici occorra una concessione degli enti cui « le strade appartengono.* E questa vale per un tempo determinato (non più di 29 anni), indipendentemente dalla durata « del servizio pubblico: è revocabile in qualunque momento a « giudizio insindacabile dell'autorità concedente, ed oltre al « risarcimento dei danni dà luogo a corresponsabilità di canoni « rivedibili, determinati in relazione alle soggezioni derivanti « alla strada, al valore economico della concessione ed al vantaggio che il concessionario ne ricava.

« Di qui la preoccupazione sorta che in tal guisa *la costituzione, l'esercizio e la sussistenza stessa di servizi pubblici « della massima importanza potrebbero in realtà dipendere dal « beneplacito di enti locali che i servizi stessi considerassero comodo cespite di entrata pei loro bilanci. Di qui il dubbio sulla « sorte stessa d'industrie le quali, pur essendo meritevoli della « maggiore considerazione nell'interesse nazionale, potrebbero essere minacciate non solo da iugulanti canoni, ma anche dalla « eventualità di revoche incontrollabili e insindacabili.*

« Evidentemente non può essere questo il pensiero e l'intendimento del Governo Fascista che con tanta sollecita cura « promuove ed eccita il progresso economico della Nazione. « Nè mai è venuta meno nel Governo la persuasione della « necessità nel proprio intervento in così gelosi rapporti.

« Il Governo invero ha continuato e continua ad interporre « la sua autorità, perchè accordi equi sieno amichevolmente « raggiunti. E nell'istesso decreto in esame all'art. 111 è riservata al Ministro delle comunicazioni una diretta ingerenza « nei riguardi del collocamento a raso di binari per le stesse « tramvie urbane, che effettivamente sono e debbono essere « stabilite per concessione del Comune.

« Il vostro Ufficio pertanto è di avviso che, ad evitare preoccupazioni e dubbi, *il Capo III possa essere modificato, come « chiede anche la Confederazione Generale Fascista delle Industrie Italiane.*

« Ed esprime il voto che, ove occorra tempo non breve per la « formazione del testo definitivo, sia intanto chiarita la portata « di tali disposizioni con provvedimento d'indole legislativa ».

ELETTRICITÀ E AGRICOLTURA

L'Ing. Studiati ci manda una cortesissima replica alla noticina apparsa nel nostro numero di Gennaio per esprimere in questa rubrica il nostro pensiero circa le proposte e le idee che egli aveva espresso in un precedente studio apparso sul *Giornale di Agricoltura della domenica*.

Dobbiamo subito dichiarare che salvo in qualche dettaglio siamo sostanzialmente d'accordo con tutto quanto il Sig. Studiati dice, tanto d'accordo che, tralasciando la parte polemica, siamo lieti di pubblicare la parte sostanziale del suo scritto.

« Dico subito, a costo di trovarmi in disaccordo con molti colleghi, che credo poco nella generale diffusione della lavorazione elettrica del terreno e cioè essenzialmente, nella elettro aratura. Nelle grandi pianure a vasti campi non alberati, con proprietà non troppo frazionata, come in alcune bonifiche e in alcune zone maremmane, o, magari, in certe zone nelle quali la risicultura crea speciali circostanze e speciali bisogni, l'elettro aratura potrà rendere grandi servizi. Ma nella maggior parte dei casi la trattrice, oggi perfezionata e semplificata mirabilmente, alimentata con nafta o petrolio agricolo, utilizzata sempre più anche pei rimorchi, per la trebbia ecc., sarà difficilmente detronizzata, tanto più che si moltiplicano i noleg-

giatori e imprenditori, i quali risolvono il problema della motoaratura pei piccoli e piccolissimi coltivatori.

« Del resto è noto che l'aratura presenta sempre una domanda di carico irregolare con punte marcatissime, onde necessità di motori proporzionalmente assai potenti, basso fattore di potenza, cattivo rendimento ecc.

« Anche riguardo agli impianti di bonifica non c'è da nutrire molte illusioni: specialmente oggi che i motori a olio pesante hanno reso possibile ciò che ieri non lo era. Ma non bisogna nemmeno, su questo argomento, essere assolutamente pessimisti. La tendenza odierna, dovuta appunto in gran parte agli sviluppi elettrotecnici, non è più per le grandissime centrali termiche prosciuganti immense aree ad altimetria non sempre uniforme; ma piuttosto per un razionale frazionamento o smistamento, nel senso per es. che una zona più depressa, nel seno di un polder, può utilmente essere estromessa dal piano generale di bonifica e prosciugata per suo conto mediante una modesta elettropompa indipendente. E queste zone più depresse si formano, non di rado, in bonifica, anche quando non si riscontravano inizialmente, per la diversa costipazione dei terreni più o meno torbosi ecc. La convenienza di non creare, quando è possibile, enormi e costosi canali ai quali consegue poi la necessità di grandi ponti ecc. consiglia essa pure, oggi di rivedere, con occhio sereno, la teoria delle grandissime centrali; e da ciò derivano possibilità di impiego di motori elettrici. Inutile aggiungere che i bonificatori sono o saranno, per le Società Elettriche, ottimi clienti se non come quantità almeno come qualità. Vero è che gli impianti idrovori lavorano in pieno soltanto pochi giorni e tengono spesso inoperosa una gran parte del macchinario installato; ma richiedono *sempre* l'energia nei periodi invernali facendone *sempre* a meno nei periodi di magra. Inoltre un impianto di bonifica include necessariamente in se stesso il concetto di un consumo annuo minimo garantito e di un massimo non superabile; poichè è ovvio che (prescindendo dai casi patologici degli argini non efficienti ecc.) nessun bonificatore può fare a meno di pompare quell'acqua piovana che da un anno all'altro varia di poco come non può fare il miracolo di pomparne molta di più: ciò che oltre tutto può facilitare in questo caso speciale l'adozione di quei forfaits che agli agricoltori sono generalmente graditissimi.

« Certo, restando nel campo delle bonifiche, e tenendo presente il fatto suaccennato del quasi nullo funzionamento idrovoro estivo, l'ideale sarebbe che l'utilizzazione idrovora della energia elettrica fosse integrata da altre utilizzazioni agricole che si svolgono appunto nei periodi di bel tempo, raggiungendosi così una maggiore uniformità di consumo.

« A ciò si può arrivare nelle grandi aziende o anche nelle piccole purchè consorziate: e su questo argomento molte cose potrebbero dirsi e prospettarsi, ma si andrebbe assai per le lunghe.

« Ancor più facile che negli impianti idrovori sarà l'uso della energia elettrica negli impianti di sollevamento per uso irriguo: e ciò perchè in questo campo il frazionamento è, quasi direi, lo sminuzzamento può dare resultati non solo buoni ma ottimi. L'Italia Settentrionale può forse costituire un'eccezione perchè essa gode in genere di grandi masse d'acqua convogliate consorzialmente mediante imponenti canali irrigatori: ma nell'Italia Centrale e più ancora nella Meridionale (nella quale la mancanza di acque superficiali è spesso compensata dalla esistenza di buone falde acquifere sotterranee) l'elettroirrigazione frazionata avrà larghi sviluppi. La California possiede oltre 30 mila impianti elettro-irrigui. Il nostro paese (ugualmente grande) raggiungerà difficilmente queste cifre; ma per es. la Puglia, dove l'Ing. Casini, attraverso la SEBI e la SME, compie un ardente e tenace apostolato, avrà tra breve almeno 2000 impianti. In questi casi, come osservò giustamente a Bologna l'ing. Rizzoli, l'alto costo della energia elettrica non è di grave impedimento perchè spesso spendendo uno si ha settanta: onde il prezzo di 0,20, 0,30 a mc. di acqua non resulta proibitivo.

« All'infuori degli impianti di bonifica e di irrigazione e della elettroaratura restano le applicazioni elettriche secondarie o indirette; Illuminazione dei fabbricati rurali, Trebbia, Pressatura, Pilatura, Frangitura, Macinazione, Sfibratura, Pigiatura e torchiatura, Scavezzatura canapa, Travasi, Segatura, Essiccamento frutta, Trattamento tronchi recisi, Pulizia bestiame con aspira polvere, Mungitura meccanica, Essiccamento bozzoli, Letti caldi, ecc. Sono molte, ma nella maggior parte dei casi, sono individualmente di non grande entità; appartengono cioè a quella categoria di utilizzazioni elettriche che sono strettamente connesse colla colonizzazione e coi perfezionamenti culturali (rivestendo così uno squisito carattere di utilità generale) ma che richiedono, proporzionalmente, larghissimi immobilizzi per le reti, a carattere di distribuzione estensiva anzichè intensiva.

« Su questa gravità degli immobilizzi per la distribuzione, spesso non compensati, almeno inizialmente, dalla corrispondente erogazione di energia, nessuno può dissentire: nè lo Stato rifiuterà di riesaminare la questione dei suoi concorsi e delle facilitazioni procedurali, nè i singoli agricoltori ricuseranno, come non hanno mai ricusato, di versare equi contributi.

« Sia lecito peraltro fare in proposito una osservazione generale; e la farò colle precise e incisive parole colle quali S. E. Acerbo l'ha formulata pochi giorni orsono a Verona: « Non sarà da trascurare un altro riflesso della questione: se le società idroelettriche, che usufruiscono di concessioni sessantennali sul demanio idraulico dello Stato, non possano regolarsi in modo da graduare entro il periodo suddetto l'onere delle spese d'impianto senza farle gravare totalmente sui pochi utenti iniziali, considerando tra l'altro che, mentre gli agricoltori sono sottoposti per i prezzi dei loro prodotti alle oscillazioni del mercato nazionale e internazionale, le tariffe dell'energia elettrica godono di una ben maggiore stabilità che le pone al riparo da pericolose alee ».

« Lo stesso Ministro Acerbo ha annunziato l'imminente nomina di una commissione di esperti che dovrà studiare la complessa questione. *L'Energia Elettrica* non vorrà qualificare di « visione francescana » la fiduciosa convinzione che ciò segnerà un'altra tappa sulla via di quella che è stata un po' barbaramente, chiamata la motorizzazione dell'agricoltura.

« È una via che anche in Italia, a costo di sacrifici e magari qualche volta di rinunzie... estetico-sentimentali bisogna percorrere.

« E bisogna accelerare il passo, perchè i tempi che corrono non sono propizi per chi resta indietro ».

ING. P. STUDIATI.

Dobbiamo fare un breve commento? Eccolo. Avevamo letto anche noi le parole pronunciate da S. E. Acerbo a Verona; ma contrariamente a ciò che ne pensa il collega Studiati, noi crediamo che anche la visione di S. E. Acerbo sia un poco teorica. In primo luogo non c'è nessun macchinario elettrico e nessuna linea di distribuzione che durino 60 anni. Per esempio i pali di legno sui quali sono appoggiate le linee rurali, più di 10 o 12 anni non possono durare. E chi si sentirebbe di dare ai trasformatori una durata maggiore di 10 o 15 anni? L'invecchiamento del materiale, poi, bisogna considerarlo non soltanto in funzione dell'età, ma in funzione del progresso. La centrale termica della Edison di Porta Volta è stata rifatta completamente tre volte in poco più di una trentina d'anni.

Gli impianti dei quadri si può dire che non vi durarono più di quattro o cinque anni.

E gli industriali elettricisti sanno che con l'aumentare della potenza richiesta da un utente, spessissimo occorre modificare tutto l'impianto di distribuzione che riguarda quell'utente. Ecco perchè il pensare ad un ammortizzo entro 60 anni, per quanto teoricamente possa essere seducente, è praticamente irrealizzabile. Se volessimo essere definitivi, vorremmo chiedere se ci sia qualcuno capace di garantire sul serio che per 60 anni rimarranno inalterate in un qualche angolo della terra le condizioni attuali della vita economica sociale e politica, cosicchè davvero l'aliquota di un sessantesimo accantonata in una cassa qualsiasi possa far ritrovare alla fine del sessantennio il capitale da essa rappresentato. E non parliamo degli eventuali cataclismi monetari. E non parliamo dell'eventuale insolvibilità della Cassa presso cui si farebbe il deposito; ecc. ecc.

Veda l'Eg. Ing. Studiati con quale complessità noi vediamo questi problemi. Una complessità che dipende dalla nostra esperienza e dalla nostra visione realistica delle cose. Del resto di immobilizzi che abbiano una durata di 60 anni, e che quindi si possano ammortizzare in un così lungo periodo di tempo, non conosciamo che alcune costruzioni edilizie,e non tutte.

Fatte queste considerazioni, per noi elementari, siamo lieti di ripetere all'Ing. Studiati che lo spirito che ci anima è in tutto e per tutto conforme al suo che cioè desideriamo noi pure facilitare le applicazioni agricole e infatti i progressi fatti negli ultimi anni sono stati cospicui.

DIRITTO E GIURISPRUDENZA

SOMMINISTRAZIONE DI ENERGIA ELETTRICA

Revisione dei prezzi - Appalto di illuminazione pubblica - Mancanza di riferimento a tariffe per una collettività di utenti.

MASSIMA

Non è un contratto che abbia riferimento a tariffe per una collettività di utenti, a sensi dell'art. 3 *del R. D. Legge* 22 *luglio* 1923, *n.* 1633 *e dell'art.* 3 *del R. D. Legge* 4 *marzo* 1926, *n.* 681, *l'appalto stipulato con un Comune per la illuminazione pubblica; inquantochè il Comune, nella sua qualità di persona giuridica ed ente di diritto pubblico, interviene in tale contratto come parte avente un diretto interesse proprio, anche se questo coincida con un interesse dei cittadini* (1).

Quindi, sotto il regime del R. Decreto-legge n. 1633 *del* 22 *luglio* 1923, *la revisione dei prezzi stabiliti dal contratto d'appalto per illuminazione pubblica era demandata al Collegio Arbitrale di cui all'art.* 4 *del decreto stesso.*

Cassazione del Regno, Sezioni Unite, 27 luglio 1929, Pres. D'Amelio, Est. Ferraro, P. M. Nucci (concl. conformi) - COMUNE DI CAPODIMONTE c. FRIGO.

FATTO

Angelo Frigo, assuntore dell'appalto della illuminazione elettrica del Comune di Capodimonte, chiese, a seguito del R. D. 22 luglio 1923, n. 1633, la revisione dei prezzi contrattuali di tale fornitura. Non essendosi raggiunto l'accordo, il Frigo dichiarò che intendeva provocare la decisione del Collegio Arbitrale a norma dell'art. 4 del cennato decreto e designò il proprio arbitro invitando il Comune a fare altrettanto. Non avendo il Comune corrisposto alla richiesta, il Frigo, con atto 15 settembre 1925, lo convenne dinanzi al Tribunale di Viterbo chiedendo che, riconosciuta l'applicabilità del decreto invocato, fosse nominato l'arbitro pel Comune rinviando le parti avanti il Collegio Arbitrale.

Il Comune si oppose sostenendo che, trattandosi di fornitura concernente l'interesse della collettività, l'assuntore avrebbe dovuto seguire la procedura fissata dall'art. 3 del detto decreto, rivolgendosi al Prefetto della Provincia e che ad ogni modo, essendo sopravvenuto il R. D. 4 marzo 1926, n. 681, abrogativo del precedente, la domanda doveva essere ugualmente respinta in base alle nuove norme sulla costituzione del Collegio Arbitrale. Il Tribunale accolse le eccezioni del Comune. Appellò il Frigo e la Corte d'Appello di Roma, con sentenza 23 agosto 1928 osservò che l'art. 3 R. D. 22 luglio 1923, n. 1633 riguardava i contratti aventi riferimento a tariffe per una collettività di utenti, intesa come pluralità indeterminata di soggetti, e tale non era il Comune, persona giuridica ed ente di diritto pubblico. La revisione quindi dei prezzi del contratto in questione era anche inizialmente d'immediata competenza del Collegio Arbitrale, a norma dell'art. 4 del decreto stesso. Attesa però la sopravvenienza del R. D. 4 marzo 1926, n. 681, in riforma della sentenza appellata dichiarò tenute le parti ad attenersi per la costituzione del Collegio Arbitrale alle norme del nuovo decreto e condannò il Comune alle spese di giudizio.

DIRITTO

Il Comune ricorrente riconosce che il D. L. del 1926, il quale abolì ogni particolarità di organi e di procedimento per la revisione dei prezzi di fornitura di energia elettrica in base ai contratti aventi riferimento a tariffe per una collettività di utenti, dovesse essere applicato anche per le revisioni in corso. La questione quindi, cui si riferisce il primo mezzo del ricorso, sarebbe accademica, se l'esame della legittimità o meno della resistenza opposta dal Comune alla domanda dell'attore non avesse un'influenza pratica circa la statuizione sulle spese, oggetto della censura contenuta nel secondo mezzo.

La Corte Suprema deve però riconoscere l'esattezza della soluzione data dalla sentenza impugnata.

La distinzione posta dal R. D. del 1923 e mantenuta, sia pure ai soli fini della rappresentanza degli utenti, dal successivo R. D. del 1926, è fra contratti di fornitura di energia elettrica con riferimento a tariffe per una collettività di utenti (art. 3) e contratti che non abbiano tale riferimento (art. 4); fra contratti, cioè, a prezzo determinato soltanto col richiamo ad una tariffa generale stabilita per una collettività di utenti e contratti che contengono una diretta e specifica determinazione del prezzo concordata dalle parti.

Poichè la revisione dei prezzi, in ordine ai primi, involge modificazione di una tariffa generale, si ritenne opportuno nei due decreti che la relativa richiesta ed opposizione non fossero lasciate al singolo utente ma al Comune, in rappresentanza della collettività degli interessati. Per gli altri contratti, invece, trattandosi di prezzi direttamente concordati fra venditore e compratore di energia, tale pluralità di interessati non esiste, e quindi manca ogni ragione dell'intervento del Comune quale ente rappresentante di una delle parti nel procedimento di revisione, come mancava ogni ragione giustificatrice del provvedimento del Prefetto, richiesto dal Decreto del 1923, ed abolito dal successivo Decreto del 1926.

Orbene, nel contratto di illuminazione pubblica di cui si tratta, era stabilito il prezzo della fornitura indipendentemente da qualsiasi riferimento ad una tariffa generale, cui fossero interessati altri utenti. Si era quindi assolutamente fuori della prima ipotesi, per la quale l'art. 3 del decreto del 1923 stabiliva la speciale competenza del Prefetto a provvedere.

Oppone il ricorrente che l'illuminazione pubblica interessa la generalità dei cittadini. Ciò è vero, ma tale interesse non è che quello generico ed indiretto che tutti i cittadini hanno ai pubblici servizi. Utente cioè, compratore dell'energia resta però sempre il Comune come persona giuridica, nè la distinzione fatta dai decreti suddetti si fonda sulla natura individuale o collettiva del compratore, ma sulla determinazione del prezzo, se, cioè, determinato nel contratto in modo diretto ovvero soltanto indirettamente col richiamo ad una tariffa stabilita per una collettività di utenti.

Esattamente quindi la Corte di merito giudicò che a torto il Comune si era rifiutato di procedere alla nomina dell'arbitro, invocando l'art. 3 del R. D. 22 luglio 1923, n. 1632.

NOTA

(1) La massima accolta dalla sentenza ora riportata non può dar luogo a dubbi di sorta. Basta a darne completa e sicura giustificazione il testo dell'art. 3 di entrambi i decreti citati, il quale non contempla genericamente ogni contratto che possa soddisfare, direttamente o indirettamente, gli interessi di una collettività, ma riguarda in modo specifico i contratti « che abbiano *riferimento a tariffe* per una collettività di utenti ». Non vi è quindi dubbio che queste disposizioni riguardino esclusivamente i contratti stipulati dal Comune nell'interesse dei privati utenti, per disciplinare *le tariffe*, cioè i limiti di prezzo da applicarsi nei confronti degli utenti medesimi. Nel contratto di appalto per il servizio d'illuminazione pubblica non vi è una collettività d'utenti per l'assorbente ragione che *il solo utente è il Comune*, al quale l'energia viene direttamente fornita, sia pure allo scopo di soddisfare un interesse generale.

Nè si potrebbe con esattezza parlare, in tal caso, di un riferimento a *tariffe;* poichè la tariffa non è che una disciplina preventiva dei prezzi applicabili in contratti di fornitura da stipularsi, mentre nel contratto d'appalto per l'illuminazione pubblica i prezzi risultano già determinati o comunque fra determinabili in base al contratto stesso nei rapporti diretti Comune e appaltatore.

RESPONSABILITÀ CIVILE

Cabina di trasformazione - Erroneo innesto del filo neutro - Morte per fulminazione - Responsabilità solidale della Società proprietaria dell'impianto e della Ditta esercente il servizio di distribuzione dell'energia.

MASSIMA

La perizia eseguita in sede di istruttoria penale per accertare le cause di un sinistro può offrire anche nel giudizio civile utili elementi per la determinazione delle singole responsabilità, se alle risultanze di essa non si oppongano contrari elementi di apprezzabile valore emersi nello stesso giudizio civile.

La responsabilità per l'infortunio occorso in conseguenza dell'essersi effettuato in modo erroneo l'innesto del filo neutro conduttore in una cabina di trasformazione, incombe solidalmente, tanto alla Società proprietaria degli impianti di produzione e della cabina, quanto alla ditta esercente il servizio di distribuzione dell'energia (1).

La responsabilità della Società proprietaria non deriva, come conseguenza obbiettiva ed incolpevole, dal fatto della utilità che la Società ricava dai propri impianti, bensì dall'inosservanza dell'obbligo che ad essa incombe di vigilare a che detti impianti vengano mantenuti a regola d'arte e senza pericolo per l'incolumità dei terzi (2).

Analogamente gli esercenti il servizio di distribuzione, in quanto la loro attività presuppone l'uso e la sorveglianza della cabina, sono vincolati dal medesimo obbligo, e quindi dalla medesima responsabilità verso i terzi, che rimangono vittime di infortunio causato da imperfetta installazione o manutenzione della cabina.

Essendo le due responsabilità concomitanti e concorrenti, non vi può esser luogo ad azione di garanzia degli esercenti verso la Società proprietaria, nè ad una valutazione comparativa delle singole colpe, agli effetti di una determinazione quantitativa proporzionale delle rispettive responsabilità.

Cassazione del Regno, III Sezione, 14 giugno 1929, Pres. Padiglione, Rel. Parrella, P. M. Assisi, Rogai, Turchi, Antonielli ed altri c. Società Elettrica del Valdarno.

Fatto

Nel 30 luglio 1920 in Perpignano di Terranova Bracciolini per effetto di paurosa fiammata sviluppatasi lungo i fili conduttori della luce elettrica pubblica e privata fra gli utenti che presero con essi contatto per interrompere la corrente si lamentò, insieme a varie ustioni, la morte fulminea dell'operaio Lazzarini Lorenzo che lasciò moglie e bambini.

Nel procedimento penale in primo tempo fu accertato che il fenomeno aveva avuto origine sin dalla uscita dei fili destinati a Perpignano dalla cabina di trasformazione sita in Malva e che questa cabina era stata lasciata sempre incustodita dalla Società esercente composta da Rogai Giuseppe direttore e da Pasquini Pier Francesco e Sostini Giuseppina. In un secondo tempo risultò da analoga perizia Testi che causa del fenomeno stesso era stato l'erroneo innesto nell'impianto della cabina del filo neutro conduttore della corrente trasformata per la distribuzione agli scaricatori dei conduttori dell'alta anzichè, come si sarebbe dovuto fare, a quelli della bassa tensione.

Rinviato a giudizio il solo Rogai per omessa verifica della regolarità dell'impianto e per deficiente sorveglianza del funzionamento della cabina contro le norme regolamentari in materia, il Tribunale penale di Arezzo ritenuta la figura dell'omicidio colposo dichiarava estinta l'azione per amnistia.

A seguito di che le parti lese Antonielli Emilia vedova Lazzarini per se e per i figli minori Adelmo ed Orlando nonchè Turchi Severino con atto 5-18 febbraio 1924 e 27 dicembre 1924, 10 gennaio 1925 convenivano in via civile innanzi allo stesso Tribunale insieme al Rogai ed ai soci Pasquini e Lottini anche la «Società Elettrica Mineraria del Valdarno, i primi come appaltatori dei servizi di illuminazione, la seconda come rilevataria della società Maglierini e Graziani e proprietaria all'epoca del sinistro degli impianti e come tale cointeressata in quel servizio per sentirli tutti solidamente condannare al ristoro dei danni. Integrato in prosieguo il giudizio con la chiamata di Lazzerini Ruggero tutore di un altro figlio di primo letto del defunto a nome Otello, il Tribunale con sentenza 31 maggio 21 giugno 1926 accoglieva la domanda nei soli confronti del Rogai e socii e la respingeva nei confronti della Società Esercizio Miniere ed Elettrica del Valdarno.

Appellata detta sentenza così dalla Antonielli e dal Turchi nei confronti della Valdarno come del Rogai e soci nei confronti dei detti Antonielli e Turchi e della stessa Valdarno già chiamata in garanzia in primo grado, la Corte con decisione 10-21 aprile 1928 in accoglimento del primo appello ed in reiezione del secondo condannava anche la Valdarno in solido con il Rogai e soci al risarcimento dei danni a favore delle cennate parti lese.

Osservava la Corte che, se non poteva esser posta in dubbio la responsabilità del Rogai e soci esercenti il servizio di illuminazione che derivava la energia elettrica dalla cennata cabina, per difetto di manutenzione e di vigilanza degli impianti, altrettanto doveva dirsi fuori discussione la responsabilità della Valdarno, dato che l'incidente luttuoso traeva origine da un difetto originario dell'impianto della cabina, impianto che, eseguito dalla Maglierini e Graziani, era stato nelle stesse condizioni rilevato da essa Valdarno; responsabilità dovuta a difetto di verifica e collaudo della sua regolare esecuzione.

Considerava la stessa Corte che ciò appariva pienamente dimostrato dai rilievi della perizia Testi che, sebbene redatta in sede di istruttoria penale, poteva costituire apprezzabile elemento di convinzione in quella parte contenente non opinabili nè equivocabili constatazioni obiettive avverso le quali non era stata opposta alcuna smentita. Che le perizie stragiudiziali prodotte dalla Valdarno accennavano ad altre cause concomitanti come la sopratensione sulla linea dell'alto potenziale e la maggiore resistenza opposta allo scarico della stazione, ma tali cause da sole non sarebbero state efficienti a produrre quel fenomeno senza il concorso della causa che aveva creata la condizione perchè esse potessero operare e cioè lo sbagliato attacco del neutro nell'impianto della cabina. Osservava inoltre la Corte che era da scartare la ipotesi che l'erroneo attacco potesse attribuirsi ad opera della Rogai ed addebitabile solo a costei: sia perchè l'impianto della cabina era rimasto nella disponibilità e nell'uso comune della Società fornitrice della corrente e di quella che la distribuiva al pubblico, sia perchè per patto espresso il Rogai non poteva portarvi senza il consenso della Valdarno e di suo arbitrio innovazioni, sia perchè nessun incidente risultava che si fosse verificato da giustificare una alterazione dello *stato quo* da parte di essa.

Considerava ancora che frustanea era poi la prova per testi dedotta in subordine dalla Valdarno diretta ad accertare che fino alla cessione di esercizio alla Rogai nella cabina il neutro era stato sempre attaccato alla terra dalla bassa tensione, se con detta prova non si osava dedurre di aver proceduto a quel collaudo che essa era tenuto a fare e non aveva fatto al momento del rilievo degli impianti. Osservava infine che neppure era il caso di invocare sia pure ai soli fini di una limitazione di responsabilità la imprudenza delle vittime del sinistro, la quale era umanamente spiegabile colla loro ignoranza tecnica e con la eccitazione del momento che aveva fatto ad essi smarrire la calma e la coscienza dei propri atti imprudenza che trovava sempre la sua determinazione nel fatto causale primigenio e cioè nel difetto d'impianto.

Rilevava poi quanto alla responsabilità dei Soci recedenti Pasquini e Lottini della collettiva Rogai e C. che, rivestendo essi tale qualità al momento del fatto, non potevano invocare il posteriore recesso e, quanto alla domanda in garanzia di essi verso la Valdarno, che questa era resistita dal concorso con la stessa Valdarno nello stesso evento dannoso.

Ricorre avverso questa decisione la Valdarno con due mezzi denunciando *a*) col primo mezzo la violazione degli art. 1151, 1152, 1153, 1154, 1156, 1312, 1577 C. C. 3 e 4 delle preleggi; I della legge 7 giugno 1894, n. 232 e 1-10-11 del reg.to relativo 25 ottobre 1895, n. 642 nonchè degli art. 360 n. 1, 361 n. 6 in relazione all'art. 517 n. 2, 3 e 6 C. P. C. *b*) col secondo mezzo la violazione dei precedenti articoli di legge oltre quella dell'art. 463, 64, 65, 195, 197, 198, 208, 211, 212, 213, 214, 217 e 218 C. P. C.

Ricorrono avverso la stessa decisione i Rogai, Pasquini e Lottini con quattro mezzi denunciando: *a*) col primo mezzo la violazione degli art. 1151, 1152, 1156, 1198, 1218, 1224, 1481 e seg. C. C. 49 e seg. C. Comm. e 360 n. 6, 361, 517 n. 2 C. P. C.; *b*) col secondo mezzo la violazione degli stessi articoli del codice civile in tema di colpa, dei principi in materia di compensazione di colpe, art. 3 delle preleggi e degli stessi articoli del Cod. di proc. civ.; *c*) col terzo mezzo la violazione degli art. 1481 e 1599 C. C. e degli stessi art. del C. P. C.; *d*) col quarto mezzo la violazione dell'art. 1198 in relazione al 1151 C. C. e gli stessi art. del C. P. C.

Preliminarmente costoro nelle loro memorie eccepiscono di inammissibilità il ricorso della Valdarno per essere stato loro notificato non al domicilio reale ma a quello eletto nel giudizio di appello.

Ha considerato in

DIRITTO

Sulla questione di rito la semplice rettifica della situazione di fatto su cui la ditta Rogai adagia la sua eccezione di inammissibilità basta ad attestarne la infondatezza. Risulta infatti che il ricorso mentre ai Pasquini, Lottini e Lazzerini fu notificato nel solo domicilio eletto nel giudizio di appello, al Rogai alla Antonelli ed ai Turchi fu notificato anche nel termlne di rito al loro domicilio reale.

Questa constatazione è valevole a far ritenere operativa la manifestazione della volontà di ricorrere se anche regolarmente comunicata solo a talune delle controparti essendo la integrazione del contraddittorio sufficiente a sanare la irregolarità formale della notifica la comparizione delle altre parti.

Sul merito brevi osservazioni convincono che il duplice ricorso sia privo di ogni attendibilità.

Quanto alle doglianze della Valdarno che investono la sentenza impugnata per aver essa attribuito valore assoluto di prova alla perizia sulla causa del sinistro eseguita in sede di istruttoria penale è facile opporre che la Corte di merito non rinnegò in proposito i concetti più volte espressi da questo Supremo Collegio sulla efficacia probatoria delle risultanze di quella istruttoria. Tali risultanze anche se non raccolte colla garanzia del contraddittorio, possono sempre per la fonte da cui promanano offrire utili elementi di giudizio sempre che a svalutarle non si oppongano seri ed apprezzabili elementi in contrario.

Ora nella specie, non solo le parti non avevano contraddetto in alcun modo le constatazioni del perito circa la causa del sinistro sulle quali la Corte aveva essenzialmente adagiato il suo convincimento, ma lo avevano accettato senza riserva, come ebbe a rilevare la Corte istessa nella sua motivazione. Le prodotte perizie stragiudiziali tentarono soltanto di combattere il rapporto causale tra quelle constatazioni ed il sinistro mettendo in evidenza il concorso di cause impreviste ed imprevedibili estranee senza le quali a loro dire il sinistro non si sarebbe verificato.

È pur vero che la Valdarno dedusse una prova testimoniale, ma non per contestare la sincerità di tali constatazioni ma solo per escludere che esse preesistessero al momento della cessione alla Rogai dell'uso della cabina e potessero riferirsi ad un vizio di origine ad essa addebitabile.

Quanto alle doglianze della stessa Valdarno che investono in pieno l'apprezzamento della Corte circa la colpa attribuitale in concorso con la Rogai, la molto abile difesa della ricorrente trae buon giuoco da una certa oscurità ed inesattezza apparente di talune parti della sentenza impugnata, la quale invece, esaminata nel suo pensiero animatore ed in quello che costituisce la vera ragione del decidere, risponde a retti criteri giuridici.

La Corte, se parlò sovente di un difetto di impianto e di una mancanza di collaudo non fu già per addebitare alla Valdarno una responsabilità obiettiva quale proprietaria della rete di adduzione della energia elettrica alla cabina e dalla cabina stessa di trasformazione di detta energia, ma lo fece sempre in relazione alla sua veste di utente esclusiva di quella rete e di utente in comune con la Rogai di quella cabina che attribuiva carattere di permanenza e di attualità alla sua negligenza originaria. Argomentazione centrale della Corte fu che la Valdarno, che aveva soltanto venduto alla Rogai una certa quantità di energia ad alta tensione destinata ad essere trasformata ed utilizzata ai fini della illuminazione e che aveva soltanto apprestato alla stessa Rogai il mezzo onde procedere a tale trasformazione, non si era per questo spossessata della linea di condotta della energia fino all'attacco del trasformatore; e poichè alla cabina di trasformazione facevano capo i fili della energia da trasformare e di quella trasformata, tale cabina era sempre rimasta nella sfera possessoria promiscua di cedente e cessionaria. Per cui non soltanto la Rogai, ma anche la Valdarno avrebbe potuto e dovuto esercitare per la parte che rifletteva la propria linea una costante vigilanza nell'interno di detta cabina.

E se una disavvedutezza vi era stata nell'attacco iniziale del neutro della corrente a basso potenziale con la condotta di scarico della corrente ad alta tensione, il non averla nè controllata in un primo tempo, nè avvertita e riparata successivamente, non poteva non formare materia di imputabilità per colpa a carico di entrambi gli utenti della doppia linea di corrente cui era innestato quel neutro. Giudicato alla stregua di questo concetto fondamentale ed assorbente che si evince dal complesso della motivazione della sentenza l'orientamento giuridico della Corte, evidentemente non le si può muovere rimprovero nè di aver violato le regole generali in tema di quasi-delitto per cui nel proprietario della cosa da cui derivi danno si intende di colpire la disponibilità di essa ed il mancato esercizio del relativo potere di sorveglianza, nè di aver pretermesso le norme particolari in tema di condotta elettrica che di quelle regole non sono che una più lata applicazione da doversi intendere estese a qualsiasi precario dispositore di quelle condotte.

Così inquadrata la *ratio decidendi* si comprende facilmente come e perchè la Corte non avesse attesa la deduzione di prova della Valdarno diretta a porre in essere che all'atto della cessione alla Rogai il difetto di attacco del neutro fosse insussistente.

La Corte dimostrò ampiamente la inverosimiglianza di tale assunto, ma nella stessa affermazione della Corte della promiscuità di uso della cabina anche posteriore a tale cessione e nel rilievo che incombeva pure alla Valdarno l'obbligo di vigilare anche in seguito lo stato della sua linea nell'ambito di quella cabina è facile ravvisare il motivo decisorio della inconcludenza di tale prova, se anche questo motivo più che da frasi isolate occorra rilevarlo da tutta la struttura organica della decisione.

Quanto alle doglianze dei Rogai e litisconsorti per replicare all'assunto principale dei ricorrenti che trattandosi di un difetto di impianto questo dovesse fare esclusivo carico alla Valdarno, basta richiamarsi alle precedenti argomentazioni dalle quali appare che se era obbligo della Valdarno di rimuoverla anche a cessione avvenuta, altrettanto avrebbe dovuto fare anche la Rogai, dato che l'attacco sbagliato incideva anche sulla linea della corrente trasformata sottoposta al di lei potere di disposizione e di vigilanza.

È pur vero che per contratto ad essa ditta era inibito di modificare di suo arbitrio le condizioni dell'impianto, circostanza che illumina ancora meglio la facoltà di controllo riservatasi dalla Valdarno sull'impianto della cabina; ma tale clausola contrattuale non poteva esimere la Rogai a scanso di responsabilità verso i terzi ed in omaggio ad una precisa norma regolamentare di segnalare l'inconveniente alla Valdarno e di sospendere anche l'esercizio finchè esso non fosse rimosso. Non è davvero lecito in una materia così delicata, in cui la vita di intera popolazione può essere compromessa dagli effetti micidiali di un lieve disordine, invocare dei diversivi morali e degli scambi di posizioni giuridiche.

Reclamarono i ricorrenti una compensazione di colpe o quanto meno una riduzione nella misura del risarcimento in vista del concorso della colpa degli stessi danneggiati. Ma la Corte esaurientemente obiettò che non poteva farsi carico a costoro se presi da spavento di fronte al terrificante fenomeno ed ignari del pericolo presero con essa contatto e ne rimasero vittime.

Tale argomento attinge la sua base giuridica al concetto che l'evento dannoso può essere il prodotto di una causa diretta e immediata e può risultare anche dal concorso di più cause concorrenti di cui la causa giuridica sia soltanto indiretta e mediata.

Ciò accade quando fra la causa giuridica e l'evento si interponga una causa concorrente fortuita.

Il fortuito non basta infatti per rompere il nesso causale fra la colpa iniziale ed il danno derivatone se anche al verificarsi di questo abbiano contribuito circostanze soltanto causali. Ciò può accadere anche allorchè s'interponga una causa inconsapevole assimilabile al fortuito. Identificata la umana attività in un mero meccanismo là dove difettino quei poteri di critica e di inibizione cui soltanto può corrispondere un concetto di imputabilità dell'evento come nel fortuito in omaggio alla teorica della immanenza della causalità giuridica risale e si connette al suo originario autore.

Si dolgono ancora gli stessi ricorrenti che la Corte non abbia motivato sulla domanda in garanzia da essi spiegata contro la Valdarno; ma una motivazione succinta in proposito nella sentenza esiste, se anche diretta al rigetto di tale domanda. La Corte infatti espresse un concetto che poteva essere anche sottinteso e cioè che affermata la responsabilità comune e solidale della stessa ditta Rogai insieme alla Valdarno per un proprio comportamento colposo, la garanzia non aveva alcuna ragione di essere.

Si dolgono infine che la Corte pur ritenendo la responsabilità solidale con la Valdarno di fronte ai terzi avrebbe dovuto decidere sul frazionamento di tale responsabilità dei rapporti interni, versandosi in circostanze connesse ed indivisibili quanto alle vittime del danno, ma valutabili separatamente per essere esse obiettivamente diverse e distinte nei confronti di ciascuna corresponsabile. Ma, se anche una discussione simile fosse ammissibile in questa sede su di una questione non proposta affatto al giudice di appello, la inattendibilità della doglianza sarebbe presto desunta dalla fallacia delle premesse, giacchè tutto il ragionamento della Corte mirò a porre su di un piede di eguaglianza la colpa imputabile alla Valdarno ed alla Rogai per avere quali utenti delle linee elettriche rispettive e della cabina di trasformazione comune omesso di rendersi conto dell'erroneo attacco del neutro; donde la parità anche sotto

l'aspetto quantitativo delle singole responsabilità. Da queste schematiche considerazioni discende che i due ricorsi devono essere respinti con ogni accessoria conseguenza di legge.

Quanto all'onorario di avvocato nei confronti delle parti resistenti stimasi in vista del valore della causa fissarlo in lire tremila da pagarsi in parti uguali fra le due parti ricorrenti e cioè fra la Valdarno ed il Rogai con i litisconsorti. Quanto alle spese nei confronti delle due parti ricorrenti in vista delle rispettive soccombenze stimasi dichiarare la compensazione.

P. Q. M.

Senza attendere alla eccezione di inammissibilità del ricorso dei Rogai e litis consorti rigetta i due ricorsi proposti dalla Società Valdarno e dei detti Rogai e litis consorti e condanna entrambe le parti ricorrenti alla perdita del deposito ed alle spese di questo grado (*omissis*).

NOTA

(1) Il concetto ispiratore di questa massima riposa sulla constatazione tecnica e di fatto, che la cabina di trasformazione costituisce un punto d'interferenza tra la sfera di attività del proprietario degli impianti, produttore dell'energia, e quella dell'esercente il servizio, che riceve l'energia stessa per distribuirla agli utenti. Tale concetto sembra assiomatico e non trova contrasti nella precedente giurisprudenza in argomento.

(2) È massima ormai costante nella nostra giurisprudenza, che il diritto positivo italiano non ammetta la cosidetta *responsabilità oggettiva* o *senza colpa*, fondata su un principio astratto e generale (accolto da alcune legislazioni straniere) secondo il quale chi utilizza una cosa, o comunque ne riceve sistematico vantaggio, dovrebbe perciò solo rispondere del danno che tale cosa, anche indipendentemente da sua colpa, può arrecare a terzi. A tale principio contrasta, nel nostro diritto, la disposizione dell'art. 1151 c. civ., il quale pone esplicitamente la « colpa » come requisito per la risarcibilità del danno.

Giustamente ha però osservato la sentenza surriferita, confermando ed illustrando in proposito la decisione della Corte di merito, che, nella fattispecie, non si trattava di attribuire alla Società proprietaria una responsabilità obbiettiva per il sinistro occorso, bensì veniva mosso addebito alla stessa di una *concreta negligenza* per aver usato, in concorso dell'esercente il servizio di distribuzione, un impianto di trasformazione non installato nè mantenuto in conformità delle elementari norme tecniche e di prudenza.

TASSE DI REGISTRO

Concessione del servizio di distribuzione di energia a privati da parte del Comune - Validità - Applicabilità della tassa di registro sulle concessioni - Aliquota del 0,20 % - Limiti della sua applicabilità.

A norma della legge 7 giugno 1894, n. 232 e del relativo regolamento è di competenza dell'Autorità Governativa il dare le necessarie autorizzazioni per l'imposizione della servitù pubblica di elettrodotto ; ma ciò non toglie che i Comuni possano validamente stipulare atti di concessione del servizio di fornitura d'energia elettrica a privati, semprechè tali atti non importino privilegi monopolistici a favore dei concessionari.

Qualora simili atti vengano stipulati, ad essi deve applicarsi la tassa di registro stabilita per gli atti di concessione relativi ad energia elettrica.

L'aliquota del 0,20% stabilita in materia dal R. D. Legge 1° luglio 1926, 1157 non è applicabile ai pagamenti eseguiti posteriormente alla pubblicazione del decreto stesso, se la tassa relativa sia stata liquidata in epoca anteriore a tale pubblicazione.

Cassazione del Regno, Sezione Prima, 5 dicembre 1929, Pres. Messa, Est. Marinucci, P. M. Pinto (concl. conformi) - FINANZE DELLO STATO c. SOCIETÀ ELETTRICA SARDA e SOC. EL. SARDA c. FINANZE STATO.

FATTO

Con rogito Salis del 1912 si stipulò fra il Comune di Cagliari e la Società Elettrica Sarda un contratto con cui tale Società si obbligò a provvedere per vent'anni all'illuminazione pubblica elettrica delle principali vie e piazze di Cagliari. Il Comune concesse per dieci anni per l'energia prodotta e venduta anche ai privati dalla Società esenzione da dazio o tassa comunale; inoltre per ogni questione riguardante l'istallazione delle linee elettriche si obbligò di dare tutto il suo appoggio alla Società per far cessare opposizioni di terzi e di accordare alla medesima permessi per appoggi di mensole o altro negli edifici comunali, pattuendosi che tali permessi e facilitazioni dovessero rimanere validi anche dopo un eventuale riscatto delle tramvie e della pubblica illuminazione; inoltre il Comune concesse alla Società l'uso gratuito dei locali per i trasformatori necessari al servizio pubblico o privato, purchè collocabili in luoghi di proprietà comunale e l'esenzione di ogni canone per casotti e chioschi che dovessero costruirsi per l'uso dei trasformatori. A suo volta, la Società si obbligò a fornire ai privati l'energia elettrica a non più di cent. 70 al KW per illuminazione e di cent. 35 o 15 per forza motrice. In corrispettivo dell'illuminazione pubblica il Comune si obbligò di pagare il canone annuo di L. 35.000 e di pagare a parte e a misura di contatore le somministrazioni di energia per l'illuminazione del bastione della passeggiata coperta e degli edifici comunali.

Tale convenzione fu registrata il 10 agosto dello stesso anno con tassa di L. 8.543,66, liquidata ai sensi dell'art. 50 della tariffa sulle venti annualità di L. 35.000 pattuite pel servizio di illuminazione pubblica.

Ma in seguito, accertati gli introiti lordi della Società fino al 31 dicembre 1922 e dedotte da essi le partite già sottoposte a tassa, il Procuratore del Registro di Cagliari liquidò altra tassa di L. 251.071 su L. 17.300.865 d'introiti.

A seguito di opposizione della Società, l'Intendente di Finanza, con decisione 21 febbraio 1925, ridusse la tassa a lire 116.092, e tale decisione nonostante ricorso della Società, venne confermata dal Ministero delle Finanze.

Ciò stante, la Società pagò la detta tassa, e indi convenne l'Amministrazione delle Finanze dinnazi al Tribunale per la restituzione almeno parziale della somma sborsata sostenendo che comunque la nuova tassa non poteva essere in ragione di L. 1,22 % ma doveva ridursi in ragione di L. 0,20 % ai sensi dell'art. 2 D. L. 2 aprile 1926, n. 1157. Tale istanza venne respinta dal Tribunale ma accolta, quanto alla tesi subordinata, dalla Corte d'Appello di Cagliari che condannò l'Amministrazione a restituire alla Società L. 97.061,60 con gli interessi legali dalla domanda giudiziale.

Tesi fondamentale della Società era stata quella della non tassabilità, in relazione al suddetto contratto, dei proventi per altre somministrazioni di energia elettrica non rientranti nell'appalto della pubblica illuminazione, perchè la legge 7 giugno 1894, n. 232 sulla trasmissione delle correnti elettriche e il relativo regolamento 25 ottobre 1895, n. 642 avevano devoluto ai Prefetti ogni facoltà di concessione e d'ingerenza nella distribuzione dell'energia elettrica e inefficace perciò era ogni concessione che, all'infuori dell'appalto dell'illuminazione pubblica, avesse il Comune stipulato. Notò al riguardo la Corte che, malgrado la competenza affidata al Prefetto, quella legge e quel regolamento avevano riconosciuto doversi nell'esecuzione della conduttura elettrica, osservare anche le prescrizioni delle autorità competenti, fra cui il Comune, per quanto riflettente impianti di attacchi nelle zone di proprietà comunale; che da ciò deriva non potersi senza consenso dell'autorità comunale, esercitar imprese di distribuzione di energia elettrica; che tale competenza del Comune trovava conferma nella legge 29 marzo 1903. Approvò perciò la Corte la sentenza del Tribunale in quanto ritenne bene applicata la tassa di registro, oltre che sul canone annuo di L. 35.000 concernente l'illuminazione pubblica, anche sui proventi dell'esercizio dell'illuminazione privata. Censurò però la detta sentenza in quanto ritenne giustamente applicata la vecchia misura di tassazione in ragione dell'1,22%, malgrado che al 4 dicembre 1926, giorno del pagamento della tassa complementare, fosse già in vigore il Decreto Legge 1° luglio 1926, che, con effetto retroattivo aveva fissato la minore aliquota del 0,20 %.

DIRITTO

Il ricorso della Società Sarda sostiene che i Comuni, dopo la legge 7 giugno 1894, n. 232 sulla trasmissione a distanza delle correnti elettriche e dopo il relativo Regolamento 15 ottobre 1895, n. 642, non abbiano più facoltà di dare concessioni per impianto ed esercizio di condutture elettriche a scopo di distribuzione a privati. Osserva che a nulla vale in contrario la legge sulle municipalizzazioni dei servizi pubblici 29 marzo 1903, n. 103 in quanto all'art. 1, n. 2 enunci fra i pubblici servizi municipalizzati anche quello dell'impianto e dell'esercizio della illuminazione non solo pubblica ma anche privata, essendo una cosa la facoltà di municipalizzazione ed altra il diritto di concessione e non avendo tolto quella legge che gli impianti per distribuzione di corrente elettrica sieno di mera concessione governativa. Aggiunge che un contratto, come quello in questione, con cui il Comune appalta il servizio della pubblica illu-

minazione, sebbene portasse anche qualche accenno relativo alla fornitura di energia elettrica ai privati, giacchè tale distribuzione è vendita, e come tale tassabile in conformità della legge 23 aprile 1911, n. 509 e comunque tale tassazione sarebbe un duplicato della tassa principale.

L'esame del ricorso importa anzitutto di accertare se in punto di fatto la denunziata sentenza abbia riconosciuto che col rogito Salis 1912 il Comune di Cagliari abbia fatto una concessione alla Società Sarda per la distribuzione della corrente elettrica ai privati. Ora è indubitato che la detta sentenza dichiarò che quel rogito, sebbene riguardasse la illuminazione pubblica, non si era limitato a concederne l'appalto, ma aveva voluto provvedere anche circa il servizio di distribuzione di corrente elettrica ai privati. Inoltre la sentenza richiamò nella sua motivazione varie agevolazioni concesse dal Comune anche in rapporto alla fornitura ai privati. Dato adunque che il contratto portava anche una concessione per la fornitura dell'energia elettrica ai privati, l'Ufficio del Registro doveva applicare al riguardo la relativa tassa.

Senonchè il ricorso della Società, richiamandosi all'art. 6 del T. U. del 1897, ha obbiettato che quell'applicazione non si sarebbe potuta fare, perchè le tasse di registro si applicano secondo l'intrinseca natura e gli effetti dell'atto, se anche non vi corrisponda il titolo o la forma apparente, e nel contratto in esame la fornitura ai privati era una pattuizione puramente nominale priva di efficacia giuridica.

L'obbiezione non regge. Questa Corte riconosce che per legge e per il regolamento su richiamati sulla trasmissione a distanza delle correnti elettriche sia di competenza dell'autorità governativa la concessione di impiantare, con costituzione di pubblica servitù, condutture elettriche e che prciò sia impedito ai Comuni di fare nell'ambito del rispettivo territorio concessioni esclusive in regime monopolistico per impianti di fornitura di corrente elettrica ai privati. Ma ciò non elimina la necessità di vedere se al riguardo sia rimasto ai Comuni impedito anche di fare concessioni non includenti esclusività e monopolio per il concessionario. La negativa, non contrastata da alcuna disposizione della legge e del regolamento suaccennato, trova esplicita dimostrazione nella legge 29 marzo 1903, n. 103 sulla municipalizzazione dei pubblici servizi. Essa comincia all'art. 1 col dare un elenco dei servizi pubblici municipalizzabili e fra questi pone all'art. 2 l'illuminazione pubblica e privata. Non subordina la municipalizzazione della privata alla simultaneità della municipalizzazione della pubblica nè in modo alcuno esclude la illuminazione elettrica. In base adunque a tale esplicita dichiarazione è certo che il legislatore ha voluto considerare servizio pubblico anche quello dell'illuminazione privata con qualsiasi sistema, compreso naturalmente quello elettrico. All'art. 27 poi la medesima legge ha disposto che « i Comuni, che intendano « concedere all'industria privata qualcuno dei servizi indicati « nell'art. 1 debbono sempre nel relativo contratto di concessione « riservarsi la facoltà di riscatto ». Da quest'altra disposizione si desume dunque testualmente che anche del servizio di illuminazione privata può dai Comuni farsi concessione all'industria privata.

E siccome la legge parla replicatamente di *concessione* e non di *cessione*, è manifesto che non si presuppone un'assunzione del servizio da parte del Comune.

Secondo il ricorso per altro all'art. 27 suddetto non potrebbe mai riferirsi all'illuminazione pubblica per i privati, perchè una concessione al riguardo sarebbe per il suaccennato motivo fondato sulla legge e sul regolamento concernenti la trasmissione delle correnti elettriche, cosa senza obbietto effettivo ed improduttivo di giuridica efficacia. L'art. 27 della legge dovrebbesi intendere riferibile a quei pubblici servizi per cui spetta effettivamente ai Comuni diritto di dare concessioni, come, ad es. acquedotto, fognatura, nettezza pubblica.

Ma così non è. Pur essendo indubitato che per lo stabilimento della servitù di elettrodotto spetti all'autorità governativa la facoltà di concedere autorizzazioni, che sia escluso ogni monopolio al riguardo e che di conseguenza una concessione da parte di un Comune ad un industriale privato del servizio di distribuzione della corrente elettrica ai privati nell'ambito del Comune non potrebbe portare una costituzione di privilegio di esclusività pel concessionario, tuttavia non è vero che una tale concessione resti senza obbietto reale e improduttiva di giuridici effetti. La concessione all'industria privata, fatta da un Comune per l'illuminazione privata, non potrà certamente essere in regime di monopolio, perchè neanche il Comune gode di tale privilegio, onde essa non impedirà ad altri di chiedere all'autorità governativa l'autorizzazione a fare nel medesimo Comune altri impianti in concorrenza al concessionario comunale. Ma ciò non esclude che la concessione costituisca pur sempre, nei rapporti fra Comune e concessionario, una pattuizione, in forza della quale il Comune concedente si precluda in favore del concessionario il diritto, per tutto il tempo di durata della concessione, a poter esso esercitare, in concorrenza col concessionario, il servizio di fornitura di energia elettrica ai privati. Resta bensì salvo al Comune il diritto al riscatto dell'impianto fatto dal concessionario, ma l'esercizio del riscatto porta l'obbligo di adeguato indennizzo.

Pertanto, non potendosi contestare che effettivamente sia stata compresa nel contratto 21 luglio 1912 una concessione di appalto per somministrazione di energia elettrica ai privati, tale concessione non può sfuggire a tassazione agli effetti del Registro. Non regge l'obbiezione del ricorso che in tal modo si venga a costituire un duplicato di tassazione per essere le vendite dell'energia elettrica fatte dalla Società ai privati di Cagliari sottoposte anch'esse a tassa di registro. La duplicazione non esiste perchè differenti sono gli obbietti della tassazione del contratto di cui ora trattasi, intercedente fra il Comune e la Società, e dei singoli contratti di forniture stipulati dalla Società coi privati; l'oggetto tassato nel primo è la concessione fatta dal Comune, mentre è oggetto tassato nei singoli contratti sono le varie vendite di energia ai privati.

(*Omissis*). Da tutto ciò consegue il pieno rigetto del ricorso della Società Elettrica Sarda.

Il ricorso dell'Amministrazione delle Finanze lamenta che la denunciata sentenza pur avendo riconosciuta la tassabilità della concessione anzidetta, ne abbia erroneamente ridotta la misura col ritenere applicabile al caso in esame l'alleviamento di aliquota per gli atti di concessione concernenti energia elettrica apportato dal D. L. 1 luglio 1926, n. 1157.

La censura è fondata. Stabilisce l'art. 2 di quel R. Decreto che la nuova e più mite aliquota di tassa di registro è appllicabile anche agli atti registrati anteriormente alla pubblicazione del decreto, solamente in quanto essi diano luogo ad ulteriore pagamento di tassa. La Corte di Cagliari ha inteso tale articolo nel senso che basti che il pagamento sia stato eseguito posteriormente alla pubblicazione del detto decreto perchè si debba applicare la minore aliquota (0,20 %). Siffatta interpretazione è contraria allo spirito ed anche alla lettera della legge. Essa, dappoichè si esprime dicendo: « solamente in quanto essi « — cioè i contratti — diano luogo ad ulteriore pagamento « della tassa », non si riferisce al fatto del contribuente, cioè al pagamento, ma si riporta all'evento derivante dal contratto di dar luogo ad ulteriore pagamento di tassa. Tale evento è maturato quando la nuova tassa è liquidata, poichè da allora si apre l'adito al pagamento, cioè, come dice la legge, si fa luogo al pagamento. Tale interpretazione è logica e giusta, giacchè, se l'applicazione della più mite aliquota potesse riferirsi all'atto del pagamento, essa dipenderebbe dal fatto e magari dalla morosità del contribuente.

NOTA

Le massime sancite da questa decisione della Suprema Corte sono altrettanto gravi nelle loro conseguenze pratiche a carico di aziende elettriche esercenti servizi di distribuzione a privati, quanto dubbie e discutibili nel loro fondamento giuridico. Ci riserviamo quindi di ritornare più ampiamente sull'argomento in uno dei prossimi numeri.

TASSA DI NEGOZIAZIONE

Rivalsa a carico di debitore non più azionista.

MASSIMA

La tassa di negoziazione è sempre a carico dell'azionista. La società ha diritto di esserne rimborsata da colui che possedeva le aioni durante il tempo per il quale la tassa è stata pagata, anche se il debitore non è più azionista al momento in cui la società esercita l'azione di regresso.

Cassazione del Regno. Sentenza 16 dicembre 1929 - 29 gennaio 1930 in causa SOCIETÀ DAU c. CASU e DAU.

Il Supremo Collegio rileva che la tassa di negoziazione colpisce non il fatto del trasferimento, ma la quota di partecipazione e che l'azione di rimborso da parte della Società ha carattere reale e deve proporsi contro colui, che nel tempo in cui l'azione

si intenta, si trova al possesso della quota di partecipazione sul quale la tassa ha gravato.

« Dalle.... disposizioni delle varie leggi surrogatrici del bollo e del registro.... risulta che la tassa è dovuta in surrogazione di quella di trasferimento per la negoziazione di cui il titolo è suscettibile, cioè per una attitudine del titolo, della quale il possessore di esso gode fino a che ne conserva la proprietà. Attitudine che, nel conferire al possessore il vantaggio di negoziare il titolo, lo assoggetta a corrispondere la relativa tassa. Questa viene pagata, in sua vece, dall'ente che ha emesso il titolo, ma ricade sempre su di lui, giacchè l'ente che ha soddisfatto per lui, ha diritto ad esserne rimborsato da lui. Egli, infatti, in relazione al tempo pel quale la tassa è stata pagata dall'ente, ha ricavato dalla surriferita attitudine quella utilità in considerazione della quale la tassa è stata imposta e pagata. Di qui segue che contro di lui, e non contro qualsiasi altro di coloro che abbiano avuto la proprietà del titolo durante il termine di prescrizione dell'azione di regresso, può esercitare questa azione l'ente che ha pagato la tassa.

Non è di ostacolo che egli si sia spogliato della proprietà del titolo per cederlo ad altri: tale cessione non può trasferire al cessionario un debito inerente all'anteriore possesso. Che la tassa deve gravare colui che possedeva il titolo durante il tempo pel quale la tassa è stata pagata, viene confermato dal fatto che il legislatore, col concedere l'azione di regresso, consente che la tassa non resti a carico dell'azionista per il bilancio dell'esercizio, nel quale il pagamento della tassa è avvenuto ».

Cassa Sentenza Tribunale Sassari, 20 aprile 1929.

NOTA

L'esauriente motivazione della sentenza, nella quale conveniamo, ci dispensa da qualsiasi commento.

Necrologio

A soli 56 anni, lunga ed insidiosa malattia trasse alla tomba il *Cav. Uff. Dott. Eugenio Petrone*, consigliere di Corte d'Appello e Presidente di Sezione Civile al Tribunale di Milano. Magistrato colto ed operoso, accomunava alla serenità del giudice la dottrina del giurista e il senso pratico dell'applicazione del diritto. La particolare giurisprudenza che riguarda l'elettricità aveva trovato in Lui uno studioso. Come tale fu per alcuni mesi, prima che la malattia lo togliesse al lavoro, assiduo e apprezzato collaboratore di questa nostra rubrica. Al compianto dei congiunti e dei colleghi aggiungiamo il nostro per così immatura perdita.

PRASSI AMMINISTRATIVA

Nella presente rubrica vengono riassunti principii, che hanno carattere generale, ma che vengono affermati dalla giurisprudenza o dalla stessa Pubblica Amministrazione in occasione di specifici provvedimenti amministrativi in materia attinente a derivazioni di acque pubbliche a scopo di produzione di energia elettrica o di provvedimenti relativi a servitù di elettrodotto, concessioni di sussidi a impianti e linee elettriche, laghi e serbatoi artificiali etc. La massima viene desunta dal testo di sentenza o decisione o dal decreto, e dal relativo parere del Consiglio dei ll. pp. la ricerca del provvedimento testuale è resa possibile ai lettori colle indicazioni della decisione o sentenza — che vengono indicati per ciascuna massima — o della data del decreto — e annesso disciplinare che sono pubblicati nel *Bollettino del Ministero dei Lavori Pubblici* — colla data e numero del relativo parere del Consiglio dei ll. pp. In ogni modo la Direzione della Rivista è a disposizione degli interessati per ogni altra ricerca, richiesta di copie e simili.

Ogni massima ha un numero progressivo che sarà richiamato nell'apposito indice annuale.

57 – *Riserve ferroviarie - Liceità e validità giuridiche di clausole assolutamente discrezionali facoltative indeterminate per il tempo.*

La riserva di destinazione dell'energia idroelettrica per le Ferrovie di Stato può essere sottoposta, per volontà del concessionario, all'impegno « di accettare quello che sarà per essere la decisione del Consiglio Superiore dei LL. PP. in merito al periodo in cui la succitata riserva dell'energia elettrica prodotta in favore delle Ferrovie potrà essere invocata coll'obbligo del concessionario di dichiararsi altresì disposto a firmare un eventuale disciplinare suppletivo, sempre per quanto riguarda il periodo di durata della suddetta riserva, anche nel caso che dovesse essere fissata a tempo indeterminato.

D. R. 5 settembre 1929. Concessione Soc. Idroelettrica del Littorio dal Sesia e Affluenti in Comune di Riva Valdobbia e Alagna (Vercelli). Parere Cons. Sup. LL. PP. N. 2094 del 29 settembre 1923 e 1519 del 29 maggio 1924. (*Bollettino LL. PP.* 1930, pag. 12).

58 – *Lunga distanza di tempo di originaria presentazione di domanda di concessione idroelettrica - Irrilevanza nel caso di giustificato ritardo negli atti di procedura.*

In casi determinati (Torrente S. Pietro in Comune di Muro Lucano, Prov. di Potenza) non è ostacolo alla concessione il fatto che l'istanza relativa fu presentata in tempo lontano nella specie 1911) dalla data del rilascio (1930), per lunga sospensione dell'istruttoria e ciò quando il ritardo è giustificato da impedimenti di forza maggiore (mancata tenuta del serbatoio), in seguito superati.

D. R. 12 settembre 1929. Concessione alla Soc. Lucana per Imprese Idro-elettriche. Pareri N. 1708 e 2085 del 15 luglio 1927 e 29 luglio 1928. (*Boll. Min. LL. PP.*, 1930, pag. 35 e 39).

59 – *Servitù di transito pubblico sulla diga e sulla relativa stradella di accesso - Facoltà di imposizione.*

L'amministrazione concedente può, nel disciplinare, riservarsi la facoltà di richiedere al concessionario di un impianto idroelettrico a serbatoio, l'imposizione diretta a rendere pubblico ed esente da qualsiasi pedaggio il passaggio sulla diga nonchè sulla stradella di accesso alla medesima e su quella di servizio del Bacino.

Ivi, come al precedente N. 59. (*Boll. Min. LL. PP.* 1930, p. 60).

60 – *Varianti nel progetto esecutivo di impianto idroelettrico - Spostamento dei punti di presa e di resa - Irrilevanza ai fini dell'istruttoria ove si tratti di progetti di notevole importanza.*

Ove, in sede di progetto esecutivo, si proponga di spostare i termini di presa e di resa, con inerente modificazione di energia producibile, può farsi luogo, in casi speciali, e pei progetti di notevole importanza, alla facoltà di omettere le formalità per una nuova istruttoria, a sensi dell'art. 36 terzo comma del R. D. 9 ottobre 1919, n. 2161, tanto più, quando, nella specie, le varianti non arrecano pregiudizio a terzi, e la quantità d'acqua concessa resta la stessa, pure variando il salto utile.

D. R. 3 ottobre 1920. Concessione Torlonia dal Fucino in Comune di Civitella Roveto (Aquila). Parere Cons. Sup. LL. PP. n. 1302 del 29 maggio 1928. (*Boll. Min. LL. PP.* 1930, pag. 86).

61 – *Utenza eccedente quella di legittima concessione - Sanatoria - Decorrenza a datare dalla originaria concessione legittima.*

Ove il titolare di una concessione idroelettrica superi i limiti di quantità dell'acqua concessa col legittimo titolo, può, in seguito, chiedere la sanatoria per l'eccedenza, previa regolare istruttoria. In questo caso però, la decorrenza di efficacia del decreto di sanatoria per l'eccedenza risale alla data stessa della prima concessione legittima, e, in fatto violata, coll'eccedenza per cui accordasi la sanatoria.

D. R. 23 agosto 1929. Concessione Soc. De Angelis-Frua del Torrente Strona, Comune di Luzzogno (Novara). Parere Cons. Sup. LL. PP. n. 3352 del 15 dicembre 1929. (*Boll. Min. LL. PP.* 1929, p. 3298).

62 – *Disciplinare di concessione idroelettrica - Possibilità di inclusione di clausole generiche di oneri e responsabilità legali.*

In un disciplinare di concessione idroelettrica possono essere introdotte clausole che addossino al concessionario oneri e responsabilità genericamente riferite a tutta una serie di leggi generali dello Stato, in aggiunta a quelle strettamente riferibili alla materia idroelettrica o determinate in concreto dal disciplinare di concessione.

Così, per esempio, fra tali clausole può essere rilevata la seguente:

« La Ditta concessionaria dovrà usare tutte le cautele necessarie « perchè la derivazione non abbia ad apportare nocumento alcuno « alle private proprietà nè pregiudicare in modo qualsiasi le opere « pubbliche, arrecando pericolo alle cose o alle persone, ritenendosi « per tutto ciò responsabile la Società Concessionaria delle con- « seguenze che potesse apportare la *trascuranza* o la infrazione « delle leggi e dei regolamenti in vigore. In particolar modo quelle « che riguardano la fluitazione, la piscicoltura, l'igiene, la sicu- « rezza pubblica ed *eventuali altre industrie* ».

D. R. 2 agosto 1928. Concessione alla Società Idroelettrica dell'Ozola. Derivazione dei torrenti Ozola, Re e Rossendola, in Comune di Libonchio (Reggio Emilia). Parere Cons. Sup. LL. PP. N. 2124, 2491 e 3028 del 15 settembre 1927, 15 ottobre 1927 e 15 aprile 1928 (*Boll. Min. LL. PP.* 1929, pag. 3273, art. 8 del disciplinare).

63 – *Misura dell'acqua di utenza di una concessione idroelettrica - Corrispondenza al canone demaniale - Tempo delle misure di controllo - Limiti fino al decennio dopo la concessione.*

Le modificazioni nella misura del canone demaniale per una concessione idroelettrica sono determinate in via definitiva nel tempo successivo alla concessione e durante l'esercizio effettivo delle opere di derivazione.

Il tempo utile per tale controllo può nel disciplinare di concessione essere fissato nel decennio successivo all'inizio di esercizio dell'impianto, mediante sistematiche misure di portata da eseguirsi dall'Ufficio competente del Genio Civile, a spese del concessionario e mediante gli apparecchi di misura da questi forniti a richiesta dall'ufficio suddetto.

Ivi, come al precedente n. 62. (*Boll. Min. LL. PP.* 1929, p. 3283, art. 12 del disciplinare).

64 – *Concessioni idroelettriche - Istituzione di riserve facoltative eventuali per irrigazione - Limiti di tempo per l'esercizio di tali riserve.*

In virtù del disposto della circolare n. 117, div. XIV del 6 genaio 1928, VI, del Ministero dei LL. PP. il disciplinare di una concessione idroelettrica può contenere apposita disposizione che addossi al concessionario l'obbligo di riservare per un determinato periodo di tempo annuale irrigatorio (nella specie dal 15 maggio al 15 settembre) una determinata quantità d'acqua (nella specie 100 litri al secondo sopra moduli 45 di concessione) da servire *per eventuali nuovi progetti di irrigazione.*

La facoltà di imporre tale onore è sottoposta a un termine (nella specie a un quadriennio dalla data del decreto di concessione) entro il quale termine i terzi interessati, tanto isolatamente quanto riuniti in consorzio, potranno richiedere l'utilizzazione dell'acqua riservata per l'agricoltura nella quantità fissata dal disciplinare.

D. R. 26 luglio 1929. Concessione della Società Idroelettrica Venaschese di derivazione del Torrente Varaita in Comune di Venasca (Cuneo). Parere Cons. Sup. LL. PP. n. 3045 del 15 novembre 1928.

65 – *Concessione idroelettrica precaria in aggiunta ad altra preesistente - Eventuale assorbimento da altre maggiori utilizzazioni per cui esistesse precedente domanda.*

Una concessione idroelettrica aggiuntiva di altra preesistente può essere accordata in via precaria e colla clausola che il titolare della concessione aggiuntiva non possa accampare pretese di compensi di qualsiasi genere o somministrazione di energia per la quantità di forza ricavata in conseguenza della concessione supplementare precaria, qualora la derivazione corrispondente a quest'ultima fosse assorbita da una maggiore utilizzazione da assentire in conseguenza di precedente domanda.

D. R. 9 agosto 1929. Concessione alla Soc. Elettrica del Biferno dal Fiume Biferno in Comune di Ripamolisano (Campobasso). Parere Cons. Sup. LL. PP., n. 3403 del 15 dicembre 1928. (*Boll. Min. LL. PP.*, pag. 3287, art. 16 del disciplinare).

Atti Ufficiali

Unione Nazionale Fascista Industrie Elettriche (UNFIEL)

Le commissioni permanenti della Sezione Tecnologica

Già nell'ultima seduta del Congresso di Trento-Bolzano il Presidente della Sezione Tecnologica della UNFIEL, Ing. Taccani, comunicava ai Soci di questa la sua intenzione di sperimentare la istituzione di varie Commissioni permanenti composte di Soci specializzati nei diversi oggetti, al fine di meglio ordinare il lavoro della Sezione, utilizzando nel migliore modo le particolari competenze.

L'esperimento fu iniziato nello scorso autunno, con felice esito. Le Commissioni create finora sono le seguenti:

Commissione per lo studio della tariffìcazione dell'energia reattiva.
Presidente: Ing. ALDO RIGHI.

Commissione per lo studio della messa a terra del neutro.
Presidente: Ing. ULISSE DEL BUONO.

Commissione per le Applicazioni Agricole.
Presidente: Ing. PIERO SIMONCINI.

Commissione per le Applicazioni Domestiche.
Presidente: Ing. MAURIZIO VITALE.

Commissione per la Vendita e la Propaganda.
Presidente: Ing. ENRICO BANFI.

Commissione Linee.
Presidente: Ing. AGOSTINO DALLA VERDE.

Commissione Centrali e Sottostazioni.
Presidente: Ing. CARLO PALESTRINO.

Commissione per l'Esercizio.
Presidente: Ing. GIUSEPPE LOCATELLI.

Commissione per gli Impianti Idraulici.
Presidente: Prof. Ing. ANGELO FORTI.

Tutte hanno iniziato il loro lavoro ed alcune stanno già esaurendo i primi argomenti.

A queste Commissioni devono aggiungersi quella per le Assicurazioni (Presidente Ing. Alessandro Taccani) e quella per lo studio delle Norme per gli Impianti Interni e per la « Marca di qualità » sui materiali (Presidente Ing. Ettore Cesàri) che erano già in funzione da qualche tempo; la seconda di queste Commissioni ha già quasi completamente esaurito il compito a lei affidato.

Infine va aggiunta la Commissione per lo studio delle questioni amministrative, fiscali e legali che non ha ancora iniziato i suoi lavori.

Le Commissioni hanno carattere *permanente*: cioè non sono state create per studiare determinati argomenti, per poi sciogliersi, ma per trattare man mano ognuna nel proprio ambito tutti i problemi di propria competenza che si andranno presentando in avvenire.

A tal fine le Commissioni sono *aperte*, cioè possono esservi aggregati nuovi Membri quando per problemi speciali possono occorrere particolari competenze.

I componenti le Commissioni sono scelti con criterio eclettico fra i Dirigenti ed i Funzionari dei principali Aggruppamenti e Società Elettriche che fanno parte della UNFIEL.

I – COMMISSIONE PER LO STUDIO DELLE TARIFFE CHE TENGONO CONTO DEL FATTORE DI POTENZA.

1ª *Adunanza* - 19 *ottobre* 1929 - Presidente *Ing. Righi* (*Soc. Bolognese*).

Il Presidente propose alla Commissione una serie di quesiti da servir di base alla discussione. Stabilita la necessità di fatturare un compenso per l'energia reattiva, si discusse se, agli effetti tariffari, si debba stabilire un valore normale del cos φ unico per tutti gli utenti o diverso per le varie classi: fu stabilito di approfondire l'indagine prima di prendere una decisione.

Venne poi in discussione il quesito relativo all'adozione o meno dei cosidetti « tassametri » ossia di apparecchi che segnano promiscuamente energia attiva e reattiva. Fu deciso di adottare il principio consigliato dall'On. Motta al Congresso di Trento-Bolzano, che debba sempre essere misurata l'*energia reale*, preferendo alla modificazione della *misura* la modificazione del *prezzo* agli effetti della fatturazione del compenso per l'energia reattiva.

Si passò quindi ad esaminare i diversi metodi di valutazione dell'energia reattiva; infine si decise di proporre le divisioni delle utenze in *piccole* (fino a 5 kW), *medie* (da 5,1 a 20 kW) *grandi* (da 20,1 a 100), *grandissime* (oltre 100 kW).

2ª *Adunanza* - 17 *dicembre* 1929 - Pres. *Ing. Righi* (*Soc. Bolognese*).

Il Presidente comunicò i dati raccolti dai vari Membri, che servirono a completare la discussione dell'Adunanza precedente. Si stabilì che il valore *contrattuale* del cos φ sia 0,8 per le grandi utenze: non si raggiunse l'accordo per le altri classi. Venne deferito ai Membri Ing. Lombroso (Sip) e Ing. Fracanzani (Adriatica) l'incarico di presentare un *Ordine del giorno* in proposito.

Per ciò che riguarda le tariffe Hopkinson prevalse il principio di applicare l'aumento per l'energia reattiva tanto alla quota fissa che al consumo in kWh.

Fu infine deciso di non fare alcuna proposta per ciò che riguarda l'adozione del premio nei casi ove il cos φ medio riesca superiore al valore contrattuale.

3ª *Adunanza* - 5 *marzo* 1930 - Pres. *Ing. Righi* (*Soc. Bolognese*).

Venne discusso e modificato l'Ordine del giorno dell'Ing. Lombroso, approvato nella seduta precedente, e vennero letti i riassunti delle risposte de' Membri della Commissione ai quesiti 2°, 3°, 4° e 5°. A conclusione di quanto risposto al 5° si stabilì di consigliare alle Società di non ammettere la fornitura di energia reattiva da parte dell'Utente, non dando nessun preciso consiglio per i casi nei quali l'Utente migliora il fattore di potenza al disopra del valore contrattuale.

Per ciò che riguarda le forniture con minimo di consumo si consigliò di aggiungere all'addebito del minimo quello per basso fattore di potenza, nei casi in cui il consumo effettivo non superi il minimo. Non si ritenne di dover dare alcuna indicazione per ciò che concerne il controllo dello squilibrio de' carichi e sulla opportunità di comprendere nella concezione del prezzo anche gli effetti dello squilibrio, della non sinusoidalità della corrente ecc. ecc.

Si decise infine di consigliare che sia tenuto conto del fattore di potenza anche nei contratti per Enti pubblici e di associare per questo l'azione della Commissione a quella della consorella « Vendita e Propaganda ».

II – COMMISSIONE PER LO STUDIO DELLA MESSA A TERRA DEL NEUTRO.

1ª *Adunanza* - 20 *ottobre* 1929 - Presidente *Ing. U. Del Buono*.

Venne esaminato lo stato attuale del problema del neutro a terra, che è riassunto nella Relazione presentata ai « Grands Réseaux » dal Presidente, che è fra i V. Presidenti di questa organizzazione. La relazione fu distribuita ai Commissari. Fu

quindi discusso il programma da seguire, che si basa sui seguenti caposaldi:

a) *Economia e sicurezza di primo impianto ;*

b) *Sicurezza e continuità di esercizio ;*

c) *Influenza della messa a terra sulle linee di telecomunicazione ;*

d) *Danni alle persone.*

I presenti, approvate tali premesse, si accordarono per raccogliere e portare ad una prossima seduta gli elementi statistici e sperimentali in loro possesso sull'argomento, tenendo presente che la questione ha due aspetti interamente diversi per l'alta e la bassa tensione e che entrambi i casi devono essere studiati. Venne anche dato incarico alla Segreteria di raccogliere dati bibliografici.

2ª *Adunanza* - 17 *dicembre* 1929 - Presidente *Ing. U. Del Buono.*

Molti Membri portarono i dati statistici e sperimentali promessi, e questi furono ampiamente discussi. Non si potè venire a conclusioni definitive, emergendo però dalla discussione che:

a) *L'economia di primo impianto* ottenibile colla messa a terra del neutro è variabile e di poca importanza di fronte alla questione della sicurezza;

b) *Per la continuità e sicurezza del servizio* prevale il concetto che la messa a terra sia vantaggiosa, ma l'esperienza non è ancora sufficiente a decidere nettamente la questione;

c) Che sebbene *l'influenza sulle linee di telecomunicazione* sia indiscutibile, essa non è tale da giustificare le misure draconiane adottate in Italia per evitarla dalle Amministrazioni statali;

d) Che per la *sicurezza per le persone,* limitando l'esame alle reti a b. t., si sono avuti risultati soddisfacenti tanto col neutro a terra che isolato.

I Commissari furono incaricati di preparare un riassunto scritto coi dati di fatto a propria conoscenza e il proprio parere in argomento.

Il Presidente promise di tener conto di tali riassunti e dei risultati ottenuti dalla Commissione nel compilare la sua Relazione per il Congresso di Bruxelles dell'« Unipède »: Relazione che sottoporrà al giudizio della Commissione in una nuova Seduta.

3ª *Adunanza* - 7 *marzo* 1930 - Presidente *Ing. U. Del Buono.*

Il Presidente presentò un riassunto delle singole relazioni pervenutegli dai Commissari, esponendo le conclusioni che egli ne ha tratte. Su di esse si impegnò un'animata discussione, che condusse a modificare in alcuni punti i risultati della seduta precedente; si arrivò alle seguenti conclusioni principali:

a) Col neutro a terra si può ottenere una piccola economia nella spesa d'impianto, ma conviene sacrificarla alla maggior sicurezza, isolando il sistema come per neutro isolato.

b) Nei riguardi della sicurezza e continuità di esercizio si manifestarono due correnti ugualmente forti, una favorevole al neutro isolato, una al neutro a terra.

c) Vennero riconosciute esagerate le apprensioni delle Amministrazioni statali circa l'impossibilità di funzionamento delle telecomunicazioni in prossimità di linee con neutro a terra.

d) Per l'insufficienza di dati statistici e indipendentemente dalle condizioni teoriche non risultò possibile decidere se la messa a terra del neutro nelle reti a bassa tensione diminuisca o no il pericolo per le persone.

Queste conclusioni ed altre secondarie dovranno essere presentate al Congresso di Bruxelles come esprimenti il parere della UNFIEL.

Venne affidato ad alcuni Commissari un lavoro d'indagine e di esperienza diretto a preparare materiale statistico e di studio per lo svolgimento degli ulteriori lavori della Commissione.

III – Commissione per le applicazioni agricole.

1ª *Adunanza* - 21 *ottobre* 1929 - Presidente *Ing. Simoncini* (*Soc. Brioschi*).

Furono esaminate e discusse particolarmente le varie applicazioni dell'energia elettrica all'Agricoltura. Sull'*aratura* si concluse come non sia da scartare lo studio dell'applicazione della corrente continua, con conversione in luogo; come i dati di consumo siano discordanti fra Regione e Regione e pei diversi sistemi.

Sulla *trebbiatura*, si rilevò la grande diffusione da essa presa per i particolari vantaggi che presenta: si accennò ai *forni da pane* con riscaldamento elettrico, adatti più al servizio delle grandi città e dei centri rurali, che alle applicazioni sparse in campagna. Sull'*irrigazione* fu pure constatato il suo rapido incremento, tanto pel sistema a scorrimento che a pioggia, riconoscendo che codesti due diversi sistemi sono, ciascuno, appropriati a diverse culture e circostanze locali; fu deciso di creare una « Carta dei pozzi » da esporre alla Fiera di Verona, indicante lo sviluppo preso dai sollevamenti d'acqua mediante l'energia elettrica.

Sull'*elettrificazione delle fattorie* si fecero analoghe constatazioni di progresso.

Si trattò anche della *propaganda,* rinviando le decisioni alla seduta successiva.

2ª *Adunanza* - 18 *dicembre* 1929 - Presidente *Ing. Simoncini* (*Soc. Brioschi*).

Commemorato il compianto Ing. Nelli, Membro della Commissione, furono esposti i risultati del Concorso della « Fattoria elettrificata » indetto con ottimo successo dal Sindacato Ingegneri di Milano. Si rimisero in discussione alcuni degli argomenti trattati nella precedente Adunanza: si trattò pure dell'*illuminazione dei pollai* e del *riscaldamento di semenzai da riso.*

Fu stabilito di porsi a contatto delle cattedre ambulanti ed eventualmente dei Sindacati e Federazioni di Agricoltori per l'assunzione di dati e per la propaganda: si concluse col voto che la UNFIEL cerchi di favorire l'istituzione di campi sperimentali per le applicazioni elettro-agricole, il primo dei quali sta per inaugurarsi a Verona, in occasione della Fiera.

IV – Commissione per le applicazioni domestiche.

1ª *Adunanza* - 21 *ottobre* 1929, - Presidente *Ing. Vitale* (*Soc. Piemonte Orientale*).

Su invito del Presidente ognuno dei Membri intervenuti espose lo stato delle applicazioni domestiche nella sua zona d'azione, concludendo unanimememte colla distinzione fra le applicazioni a piccolo consumo, quasi continuo o notturno e quelle a forti carichi momentanei. Fu fatto cenno anche delle relative tariffe. Fu raccomandata l'istituzione della « Marca di qualità » anche per gli apparecchi domestici, rilevando che il maggior ostacolo alla loro diffusione è la loro cattiva qualità.

Si raccomandò pure la propaganda fra i costruttori edili, tendente a persuaderli della necessità di adottare, nella costruzione delle case, i provvedimenti atti a diffondere l'impiego dell'energia. Si decise che ogni Membro avrebbe presentato un rapporto riassuntivo su quanto è stato fatto, in materia di applicazioni domestiche.

2ª *Adunanza* - 18 *dicembre* 1929, - Presidente *Ing. Vitale* (*Soc. Piemonte Orientale*).

Il presidente comunicò i rapporti presentati dai Membri. Ne riassunse anche le conclusioni nei punti seguenti:

a) sembra eccessivo il timore esposto da molti che le cucine, anche non ad accumulo, abbiano una seria influenza sull'incremento delle punte;

b) s'impone la formazione di Società collaterali alle distributrici, per la propaganda e la vendita degli apparecchi;

c) l'apparecchio che merita maggiore diffusione è lo scaldaacqua ad accumulo;

d) va propugnata la vendita a rate degli apparecchi.

Venne pure rilevato il grave inciampo che i Regolamenti fiscali creano alla diffusione degli apparecchi domestici in Italia; furono discussi i vantaggi dell'applicazione dell'energia elettrica ai forni da pane; e infine vennero incaricati quattro Membri di raccogliere dati sui diversi apparecchi e precisamente:

Ing. Pittaluga (Spes) per apparecchi ad accumulo di calore.
Ing. Civita (Selt) per quelli a riscaldamento diretto.
Ing. Pozzi (Meridionale) per apparecchi con motore di notevole potenza.
Ing. Zanetti (Brioschi) per apparecchi con piccoli motori.

V – Commissione per la vendita e la propaganda.

1ª *Adunanza* - 22 *ottobre* 1929 - Presidente *Ing. Banfi* (*Soc. Banfi*).

Rilevata la stretta connessione fra la *vendita,* le *tariffe* ed i contratti di *fornitura d'energia,* vennero nominate due Sottocommissioni, una pei *contratti* ed una per le *tariffe,* con l'incarico di raccogliere dati e studiare proposte.

Il Presidente riassunse quanto finora fu fatto dalle singole imprese nei vari campi della propaganda: ed anche per questo argomento venne incaricata di riferire una Sottocommissione.

2ª *Adunanza* - 19 *dicembre* 1929 - Pres. *Ing. Banfi* (*Soc. Banfi*).

All'adunanza vennero invitati diversi Ingegneri e Dirigenti non facenti parte della Commissione, per avere il maggior contributo possibile di informazioni.

Fu posto in discussione l'argomento: « Contratti di fornitura ad Enti pubblici ».

Constatati gli inconvenienti ai quali hanno dato luogo alcuni tipi di contratto usati finora, si decise di fare una raccolta di tutte le clausole che hanno dato luogo agli inconvenienti stessi. Si stabilì pure il principio che debba abbandonarsi il sistema, finora da molti seguito, di considerare gli Enti pubblici come Utenti diversi dagli altri ordinari, ciò non essendo giustificato da ragione alcuna. Nei casi ove si debba compensare a qualche Ente pubblico qualche sua prestazione o favore, sarà preferibile liquidarla a parte, senza mescolare compenso e fornitura in un solo contratto. Così saranno da preferire pei casi di feste, spettacoli di beneficenza, forniture ad opere pie e simili, oblazioni in denaro alla prestazione gratuita o con ribasso dell'energia elettrica.

Sottocommissioni. Si radunarono il 19 ed il 20, iniziando il loro lavoro.

3ª *Adunanza* - 6 *marzo* 1930 - Presidente *Ing. Banfi* (*Soc. Banfi*).

Il Presidente riassunse l'opera delle Sottocommissioni e pose in particolare rilievo il lavoro eseguito dalla Sottocommissione Contratti. Dopo qualche accenno alla attività della Sottocommissione Tariffe, la discussione si svolse sull'inchiesta fatta dalla detta Sottocommissione e sui suoi risultati.

Si riprese quindi lo studio delle clausole de' contratti. L'Ing. Piccinini lesse la relazione accompagnante i moduli di contratto studiati dalla Sottocommissione, mettendo in evidenza le clausole sulle quali va attirata l'attenzione delle Imprese esercenti e dando spiegazioni sulle proposte relative. Alcune osservazioni furono fatte sul limite di potenza de' motori in corto circuito, sulla clausola del fattore di potenza e su altri punti. Mancando ancora lo studio sui contratti per fornitura ad Enti militari, il Presidente invitò la Sottocommissione a preparare proposte da sottoporre alla Commissione.

VI – Commissione Centrali e sottostazioni.

1ª *Adunanza* - 3 *febbraio* 1920 - Presidente *Ing. Palestrino* (*S.I.P.*).

Furono definiti i limiti dell'attività della Commissione, che copre un campo molto vasto della tecnica, così che venne riconosciuta la necessità di ripartire il lavoro fra parecchie Sottocommissioni. A qualcuna di queste Sottocommissioni venne affidato l'incarico di collaborare alla preparazione del prossimo Congresso di Roma della UNFIEL, raccogliendo ed elaborando i dati, sopratutto economici, sugli impianti idraulici e termici italiani. I riassunti di questi dati dovranno essere comunicati ai singoli relatori in argomento.

Le Sottocommissioni nominate sono le seguenti:

Sottocommissione Centrali Termiche - Presidente In. Ferrerio;
» Motori Diesel - Presidente Ing. Cesàri;
» Dati di costo degli impianti idroelettrici - Presidente Ing. Gasparoni;
» Norme turbine e macchinario idraulico - Presidente Ing. Ferrerio;
» Norme macchinario termico e combustibili - Presidente Ing. Mainardis;
» Norme macchinario elettrico - Presidente Ing. Dalla Verde;
» Norme Interruttori - Presidente Ing. Palestrino;
» Norme cavi - Presidente Ing. Locatelli;
» Norme oli - da nominare.

Si riconobbe anche la necessità che il lavoro per il Congresso dovesse avere la precedenza.

VII – Commissione Linee.

1ª *Adunanza* - 3 *febbraio* 1930 - Presidente *Ing. Dalla Verde* (*S.I.P.*).

Insediata la Commissione, si riconobbe l'opportunità di ripartire il lavoro da svolgere fra parecchie Sottocommissioni specializzate, sistema che diede già buoni frutti in altre Commissioni Vennero subito nominate le Sottocommissioni seguenti:

Sottocommissione Regolamentazione linee e servitù elettrodotto - Presidente Ing. Pedroli;
» Tensioni normali e norme isolatori - Presidente Ing. Dalla Verde;
» Palificazioni e telecomunicazioni - Presidente Ing. Semenza E
» Calcolo elettrico delle linee - Presidente Ing Palestrino;
» Cavi di distribuzione (annessa alla S. Commissione cavi della Commissione Centrali e Sottostazioni).

Le Sottocommissioni dovranno lavorare in collaborazione fra loro per mezzo dei loro Presidenti e attraverso alla UNFIEL.

VIII – Commissione Esercizio.

1ª *Adunanza* - 4 *febbraio* 1930 - Presidente *Ing. Locatelli* (*Soc. Edison*).

Tracciando il programma dei lavori, venne stabilito che la Commissione si dovesse occupare prima di tutto, per la parte di sua competenza, del lavoro di preparazione al Congresso di Roma della UNFIEL. Enunciati i temi del Congresso, risultò che la Commissione doveva attribuirsi anzitutto il compito di raccogliere dati sui costi d'esercizio di impianti idroelettrici di vari tipi, così da poter comunicare indicazioni sufficienti al Relatore in argomento al Congresso. La raccolta dei dati venne affidata ad una Sottocommissione, pure presieduta dall'Ing. Locatelli.

Si accennò anche ad altri argomenti di studio della Commissione, rimandandone però lo svolgimento al futuro.

IX – Commissione per gli impianti idraulici.

1ª *Adunanza* - 8 *febbraio* 1929 - Presidente *Prof. Forti* (*Sicilia*) (sostituito per forzata assenza dall'*Ing. Taccani*).

Venne definito il programma da svolgersi anche attraverso speciali Sottocommissioni nella forma seguente:

a) *Questioni di carattere eminentemente idraulico :*

1) Indagini e ricerche sperimentali sul funzionamento dei pozzi piezometrici.
2) Ricerche sperimentali sulle perdite di carico localizzate nelle condotte d'acqua per impianti idroelettrici.
3) Determinazione dei sistemi di misura delle portate da adottarsi negli impianti idroelettrici a seconda delle esigenze delle determinazioni che si vogliono fare.

b) *Questioni di carattere prevalentemente costruttivo :*

1) Indagine sul comportamento (statico) e i risultati d'esercizio delle principali parti costruttive delle moderne condotte forzate metalliche.
2) Problemi costruttivi inerenti alle gallerie forzate.
3) Problemi inerenti alla costruzione delle dighe di ritenuta.
4) Indagine sull'azione degli scarichi delle turbine e degli scaricatori sincroni sulle platee dei relativi canali.

c) *Argomenti di carattere economico :*

1) Raccolta sistematica dei prezzi delle principali opere idrauliche (con particolare riguardo alle dighe di ritenuta).
2) Raccolta e classificazione delle diverse forme di contratto d'appalto in uso.

Stante l'assenza del Presidente vennero rinviate ad altra seduta le nomine delle Sottocommissioni.

NOTE E RIASSUNTI

LA TRASMISSIONE DI FORZA MOTRICE A GRANDE DISTANZA CON CORRENTE CONTINUA AD ALTA TENSIONE

Bulletin A.S.E., 1° marzo 1930 – RENÉ THURY.

Il *Bulletin* dell'A.S.E. pubblica sui sistemi di trasmissione a c. c. ad alta tensione una conferenza di René Thury, autore del sistema universalmente noto che porta il suo nome. L'importanza di tale conferenza ci consiglia a darne un riassunto più largo del solito.

L'A. premette un cenno storico sullo sviluppo della trasmissione d'energia elettrica con la corrente continua, accennando anche ai primi impianti ad alta tensione da lui stesso studiati. Passa quindi a considerare come si possa produrre e trasformare la corrente continua ad alta tensione necessaria per i trasporti a grande distanza, esaminando il problema sotto il punto di vista tecnico, economico e della sicurezza d'esercizio.

Coi mezzi di cui dispone la tecnica moderna per la produzione della c. c. ad alta tensione, è necessario mettere in serie più apparecchi trasformatori o generatori, giacchè uno solo non è capace di sopportare la tensione richiesta perchè il trasporto dell'energia risulti economicamente possibile; fortunatamente la messa in serie è applicabile ai vari sistemi oggi in uso, e cioè conversione dalla corrente trifase per mezzo di trasformatori e raddrizzatori a vapore di mercurio; commutatrici; « transverter » e produzione diretta con dinamo ad alta tensione.

A proposito del primo sistema, il Thury ricorda alcune esperienze fatte in epoca già lontana, dalle quali risulterebbe non esservi alcuna difficoltà alla messa in serie, dal lato della corrente continua, di un certo numero di raddrizzatori a vapori di mercurio. Si era allora constatato che ogni raddrizzatore doveva venire alimentato da un trasformatore apposito, il cui secondario doveva essere fortemente isolato, come se dovesse fornire la tensione totale continua prevista; i raddrizzatori dovevano poi essere isolati da terra, cosa che non presentava nessuna difficoltà speciale. All'epoca in cui furono fatte le esperienze, la tensione ottenibile con un raddrizzatore era però molto bassa, così che occorreva mettere in serie un forte numero di unità per raggiungere la tensione voluta e il costo dell'installazione risultava proibitivo.

Coi progressi oggi raggiunti, il costo della conversione è certo notevolmente diminuito; nondimeno il sistema non è scevro da forti oneri economici. Volendo fare un confronto del sistema con quello di produzione diretta della c. c. ad alta tensione, si può dire che sopprimendo la stazione di conversione si risparmia un capitale superiore al maggior costo delle dinamo ad alta tensione per rispetto agli alternatori; senza contare che col sistema di produzione diretta si evitano anche le perdite di conversione e che l'impianto, più semplice, richiede minori spese di esercizio.

Anche il secondo sistema, e cioè con commutatrici, offre teoricamente la possibilità di accoppiamento di molte commutatrici in serie dal lato corrente continua, alimentando ciascuna di esse con un trasformatore indipendente. Poichè però la tensione di queste macchine non è mai molto forte, per la produzione di tensioni dell'ordine voluto l'impianto risulterebbe assai complesso, e pertanto anche costoso; di più, la regolazione esatta dell'intensità a tensione variabile presenta gravi difficoltà.

Il « transverter » di Highfield offre possibilità interessanti per la soluzione del problema proposto, sopratutto per l'alto rendimento e perchè permette di considerare l'adozione del sistema a tensione costante, come per le correnti alternate. Il punto più difficile resta quello della commutazione, essendo necessario che il collettore fisso funzioni in modo perfetto con intensità dell'ordine di parecchie centinaia d'Ampère e a tensioni di oltre 10.000 Volt. Ora, se è facile costruire collettori fissi che funzionino in modo soddisfacente anche ad alte tensioni quando la corrente sia debole, all'aumentare di questa si presenta il pericolo di « flashing ».

Il sistema più semplice, e il solo finora usato in pratica per la trasmissione della c. c. ad alta tensione, è quello della produzione diretta. Una Centrale a c. c. con macchine collegate in serie funziona in modo abbastanza analogo a una Centrale a c. a.; tanto in un caso che nell'altro, il numero delle macchine in servizio dipenderà dalla potenza richiesta, con la differenza che nel primo caso tale numero sarà proporzionato alla tensione totale richiesta e nel secondo caso all'amperaggio totale, ossia si fa la regolazione rispettivamente a corrente costante e a tensione costante.

L'A. si occupa quindi di ribattere le obiezioni principali che vengon fatte alla produzione diretta della c. c. ad alta tensione.

Innanzi tutto non ritiene vero che una Centrale a c. c. in serie presenti un servizio più complesso di una a c. a., poichè normalmente non si ha che un solo circuito da regolare e la regolazione è automatica; il quadro si riduce a pochi strumenti di misura, senza comandi di apparecchi. Il servizio delle dinamo è un poco più pesante di quello degli alternatori, per il maggior numero di collettori, e anche la pulizia è più lunga, ma le manovre sono semplicissime e la messa in marcia delle macchine è rapida.

Altra obiezione che vien fatta alla c. c. è che le unità generatrici son di potenza limitata e pertanto ne occorre un numero troppo grande. L'A. ricorda a questo proposito che le macchine più potenti installate finora a tale scopo sono quelle della Centrale di Rozière, da 3500 kW caduna, potenza certo troppo debole, se si considera che il trasporto a grande distanza è conveniente solo quando sono in giuoco potenze di parecchie decine di migliaia di kW. Ma se la tensione delle unità a c. c. è limitata da quella ammissibile per un collettore, nessuna ragione tecnica si oppone per contro all'aumento dell'amperaggio, e a dimostrare la possibilità di applicazioni in questo campo, il Thury abbozza un calcolo di una trasmissione a c. c. per potenze considerevoli.

Supponendo di dover trasportare 60.000 kW a 1.000 Km., dal calcolo risulta che si deve ammettere una tensione di almeno 300 kV con neutro a terra o di 150 kV, utilizzando la terra come filo di ritorno. Con la corrente continua le macchine dovranno pertanto essere stabilite per una corrente di 400 A.; supponendo di adottare gruppi a 2 collettori da 10 kV e 400 A., e cioè da 8.000 kW, il numero di essi occorrente è dato da $\frac{180\ \text{kV}}{20\ \text{kV}} = 9$ per il pieno carico, con che si è ammessa una caduta di tensione in linea abbastanza forte (ca 20 %).

Adottando per ogni turbina due gruppi di dinamo in tandem, isolati uno dall'altro (come si è già fatto in pratica), occorreranno 5 unità da 16.000 kW più una di riserva. Il costo della linea di trasmissione non è eccessivo, grazie all'utilizzazione della terra come filo di ritorno, per cui si avrebbe, con la perdita ammessa, un peso di rame di 38 kg. per ogni kW trasportato a 1000 km.

Come costruzione, la linea potrebbe risultare assai semplicemente di 2 conduttori, ognuno con sezione metà della totale occorrente, e disposti uno per parte sui sostegni; il servizio potrebbe così essere mantenuto in parte anche in caso di rottura di un filo. Quanto alle perdite corona, l'A. crede che sarebbero trascurabili, sopratutto impiegando alluminio.

Quando poi occorra aumentare la potenza installata, basta aumentare in proporzione il numero delle macchine; ove non si voglia aumentare la tensione si può raddoppiare la corrente, e quindi la potenza, collegando in parallelo i due indotti di ogni macchina, o adottando macchine avvolte per il nuovo amperaggio: nel caso citato, 800 A. I due gruppi in tandem su una sola turbina raggiungerebbero allora 32.000 kW.

Il ragionamento esposto dal Thury si basa sulla possibilità di ammettere da 10 a 12.000 V per collettore. Con le macchine di tipo normale, come sono costruite da molte Case, questo risulterebbe impossibile, ma si può benissimo costruire tipi adeguati. Il tipo studiato dal Thury (fig. 1) ha pochi poli (4 o 6), con grande passo polare, ciò che porterebbe a una forte induzione trasversale: sui poli dello statore si colloca pertanto un avvolgimento compensatore, che annulla il campo trasversale;

di più, si aggiungono poli ausiliari a forte intraferro. Le espansioni polari sono molto ampie. La statore è eccitato da un'eccitatrice, che a sua volta è ad eccitazione separata e munita di un avvolgimento in senso inverso, in serie con la generatrice, che ha la funzione principale come regolatore d'intensità; le

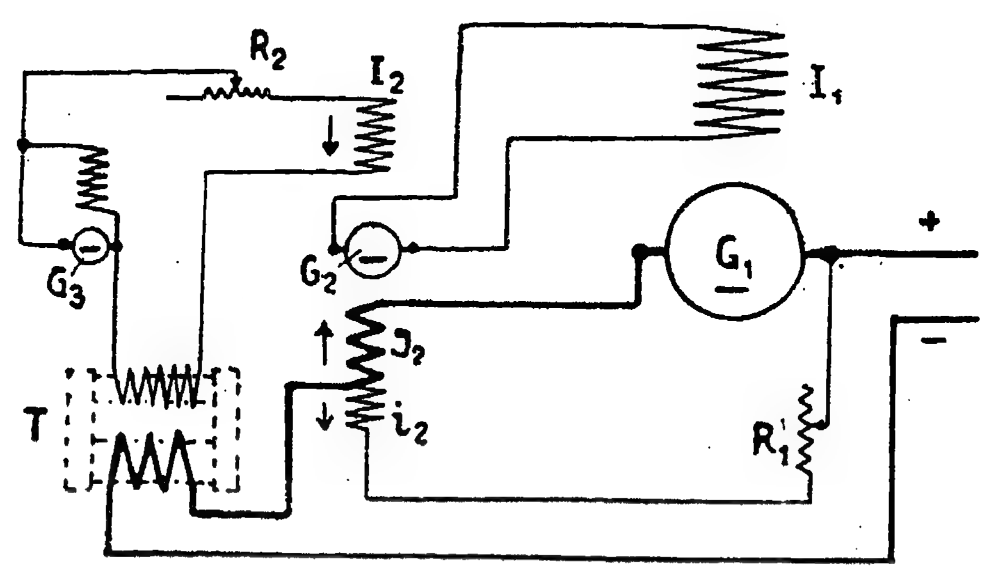


Fig. 1. - Schema per l'eccitazione della dinamo ad alta tensione sistema Thury.

G_1 = generatrice a corrente continua,
I_1 = eccitazione di G_1,
G_2 = eccitatrice di G_1,
G_3 = eccitatrice di G_2,
I_2 = avvolgimento in serie } alimentati da G_1,
i_2 = avvolgimento in derivazione }
T = trasformatore di compensazione,
R_1 R_2 = resistenze di regolazione.

variazioni della corrente si correggono così in gran parte da sole. Le inversioni di polarità sono evitate grazie all'eccitatrice primaria, che è specialmente studiata a questo scopo; l'induzione mutua dei due avvolgimenti dello statore dell'eccitatrice è compensata esteriormente da un trasformatore, allo scopo di facilitare la rapida diseccitazione dei gruppi in caso di corti circuiti in linea.

Tali macchine con eccitazione separata per effetto dell'esatta compensazione del flusso rotorico e della soppressione dell'avvolgimento induttore in serie, hanno una debole resistenza induttiva, e pertanto, contrariamente alle macchine normali con eccitazione in serie, si prestano assai bene in vista della possibilità che si producano sovratensioni in caso di una forte e brusca variazione di energia nel circuito.

Oltre che con la soluzione studiata dal Thury, la produzione della c. c. ad alta tensione si fa (ed è anzi questo il sistema più comune), con macchine generatrici in serie a velocità costante; la regolazione si fa spostando più o meno le spazzole. L'induttore è semplicemente considerato e calcolato come se fosse formato soltanto da poli ausiliari, ossia si tratta di macchine di tipo ordinario, nelle quali si son soppressi i poli principali e sviluppati corrispondentemente quelli ausiliari. Adottando un proporzionamento opportuno e intraferri relativamente grandi, si arriva a risultati pratici eccellenti, sopratutto dal punto di vista della regolazione della velocità se si tratta di motori e della regolazione dell'intensità per i generatori.

Per macchine con potenze di 800 kW e più si rende necessario ovviare a un difetto che ha minor importanza per piccole macchine, e cioè alla distorsione del campo induttore per reazione d'indotto.

Nelle macchine potenti a piccolo numero di poli l'induzione in vicinanza di un'espansione polare raggiunge un valore così elevato che ne risultano parecchi inconvenienti; soprassaturazione nei denti del rotore, correnti parassite, tensione localizzata troppo forte fra le sezioni del collettore (aumentando il pericolo di « flash »), riscaldamento anormale del ferro e dei conduttori, e inoltre maggior difficoltà di ottenere una commutazione perfetta con qualunque carico. Si è trovato un rimedio collocando l'avvolgimento induttore in una serie di scanalature disposte come negli statori dei motori polifasi, utilizzando la saturazione dei denti dello statore per limitare l'induzione a un valore ragionevole, stabilito in precedenza (sistema Belli). Il sistema dà risultati eccellenti, venendo eliminato lo scintillio, ed è usato per es. per macchine in servizio con tensioni di 7800 V per collettore e potrebbe essere esteso anche al caso di 10.000 V ca. per collettore.

Tuttavia il Thury ritiene ancora preferibile il sistema ad eccitazione separata descritto più sopra. Questo offre anche la possibilità di costruire macchine a tensione più elevata; poichè l'avvolgimento compensatore in serie evita completamente la distorsione del campo induttore, è possibile senza inconvenienti costruire macchine di diametro relativamente forte, con piccolo numero di poli e a bassa frequenza, che ben si adattano all'alta tensione continua; aumenta bensì allora il peso per kW ma, ritiene l'A., in modo non proibitivo.

Continuando nel suo esame delle obiezioni opposte comunemente al sistema a c. c. il Thury passa ad esaminare la questione dei collettori. Questi costituiscono realmente organi costosi e di manutenzione onerosa, ma non possono portare serî inconvenienti se si osservano le opportune prescrizioni, e cioè: la commutazione occorre sia buona; la tensione media non deve oltrepassare 30÷35 V fra i segmenti, e non deve superare 75÷100 V per cm.; il campo deve restare omogeneo lungo tutto l'intraferro polare; la costruzione deve essere solida, evitando le deformazioni per forza centrifuga o altre cause; la velocità periferica va mantenuta intorno ai 35÷40 m/1'', non superando in ogni caso i 50 m/1'' (almeno finchè non si potrà disporre di spazzole migliori di quelle attualmente in commercio); l'isolamento delle varie sezioni di 1,2÷1,8 mm. va tenuto molto regolare. Oltre a queste regole, già note ai buoni costruttori, il Thury consiglia di provvedere a una buona ventilazione assiale che spinga fuori, lontano dal rotore, la polvere del collettore e gli archi che potrebbero accidentalmente prodursi.

***

Per quanto riguarda il trasporto puro e semplice, la corrente continua offre grandi vantaggi: oltre a permettere di utilizzare la terra come conduttore di ritorno, le perdite in linea si riducono in pratica a quella ohmica, e non esiste nei conduttori lo skin-effect. Inoltre per le grandi distanze non occorrono trasformazioni successive per aumentare e per diminuire la tensione; tutte ragioni per le quali il costo del trasporto di un kW, per grandi distanze, costa meno con la corrente continua che con la corrente alternata. Le località dove son poste le eventuali stazioni convertitrici (a raddrizzatori, a commutatrici o con «transverters») non ha poi alcun effetto sul funzionamento degli apparecchi trasformatori, poichè in un circuito in serie la corrente è la stessa in tutte le parti.

Ma la c. c. non si presta alla distribuzione comune, che è generalmente con sistema trifase, e occorre quindi trasformarla in tale corrente. Il raddrizzatore a vapori di mercurio e la commutatrice non servono allo scopo; col « transverter » la conversione è possibile, ma esige che la corrente continua sia a tensione costante. L'A. si occupa di quest'ultimo sistema solo come di una possibilità interessante.

Fino ad oggi la trasformazione della corrente da continua in alternata si fa in genere con gruppi motori-generatori, nei quali il motore e il generatore sono esattamente dello stesso tipo e dimensioni, ed isolati da terra per la tensione totale. Si usa di solito uno strato d'asfalto dello spessore di 5 cm. ricoperto con piastrelle isolanti o con *linoleum*.

Ogni gruppo convertitore è munito di un regolatore di velocità, molto preciso e analogo ai regolatori delle turbine, che agisce sullo spostamento delle spazzole. Non è necessario alcun reostato; la messa in marcia si fa a mano e la messa in fase a mano o col regolatore, ed è molto rapida. Ad ogni gruppo corrisponde un interruttore per l'inserzione e la disinserzione del motore, con dispositivo di sicurezza in caso di eccesso di velocità o di inversione di marcia; un voltmetro permette di verificare la potenza fornita dal motore. Gli interruttori del tipo in olio hanno la cassa messa a terra e sono disposti in modo che la carica statica che vengono ad assumere le macchine entrando in contatto con la rete non sia istantanea ma graduata, ciò che si ottiene facendola passare automaticamente attraverso una forte resistenza. I coltelli sezionatori non permettono di interrompere il circuito generale, che è sempre chiuso ad anello.

La necessità di mettere in serie più unità ad alta tensione ha consigliato di adottare le seguenti disposizioni: isolamento perfetto delle carcasse delle macchine rispetto alla terra e isolamento superficiale del suolo intorno alle macchine; collegamento della carcassa di ogni gruppo con un neutro artificiale, ciò che si ottiene derivando ai morsetti della macchina una resistenza dell'ordine del megaohm e collegando il punto di mezzo di questa alla carcassa; isolamento fortissimo, in mica pura, fra l'albero e i pacchi di lamiere di ogni indotto, di modo che la tensione sviluppata da un indotto non possa creare una sovratensione sugli isolamenti di uno o più altri indotti montati sulla stessa base; in fine creazione di un neutro su ogni indotto e collegamento diretto di esso al pacco di lamiere. Grazie a tutte queste disposizioni si può impiegare nella costruzione delle macchine l'isolamento di tipo normale, senza preoccuparsi della tensione totale ottenuta con l'impiego di più macchine in serie.

Per l'isolamento della carcassa dal pavimento si impiega, come si è già accennato, asfalto o bitume; l'isolamento verso la turbina è ottenuto con un manicotto tipo Raffard e ad ogni modo una barriera mobile impedisce al personale di entrare contemporaneamente in contatto con la dinamo e con la turbina. Quanto agli strumenti di misura, se il punto neutro o

un polo è messo a terra alla Centrale, gli strumenti sono ivi inseriti e restano al potenziale della terra; altrimenti il pannello degli strumenti è isolato da terra come le macchine.

Anche altre precauzioni sono prese per quanto riguarda l'isolamento. Nelle macchine moderne tutte le parti sotto alta tensione sono sottratte al contatto delle persone, restando accessibili solo il collettore e le spazzole; i due poli sono del resto sempre molto distanti fra loro, così che riesce difficile toccarli simultaneamente, e il contatto di un polo solo non è pericoloso. Per evitare il pericolo che potrebbe venire da un contatto con le catene di comando delle gru scorrevoli delle Centrali, i comandi sono fatti a mezzo di corde. In complesso si può ottenere una buona sicurezza, con la sola condizione che lo spazio intorno alle macchine sia sufficiente, così da evitare che possa accidentalmente formarsi un collegamento fra la terra e il materiale in tensione attraverso l'individuo.

Quanto all'utilizzazione della terra come conduttore effettivo, che può ridurre a metà le perdite della linea e il consumo di materiale, l'A. ritiene che i divieti amministrativi in questo senso siano assolutamente ingiustificati, e cita a questo proposito il servizio di luce, forza e trazione di Losanna che per più di un anno è stato assicurato con un solo conduttore aereo lungo 50 Km., a 22.000 V. e ritorno per la terra. Lo schema di un impianto di trasporto di corrente continua ad alta tensione utilizzante la terra come conduttore è rappresentato in fig. 2.

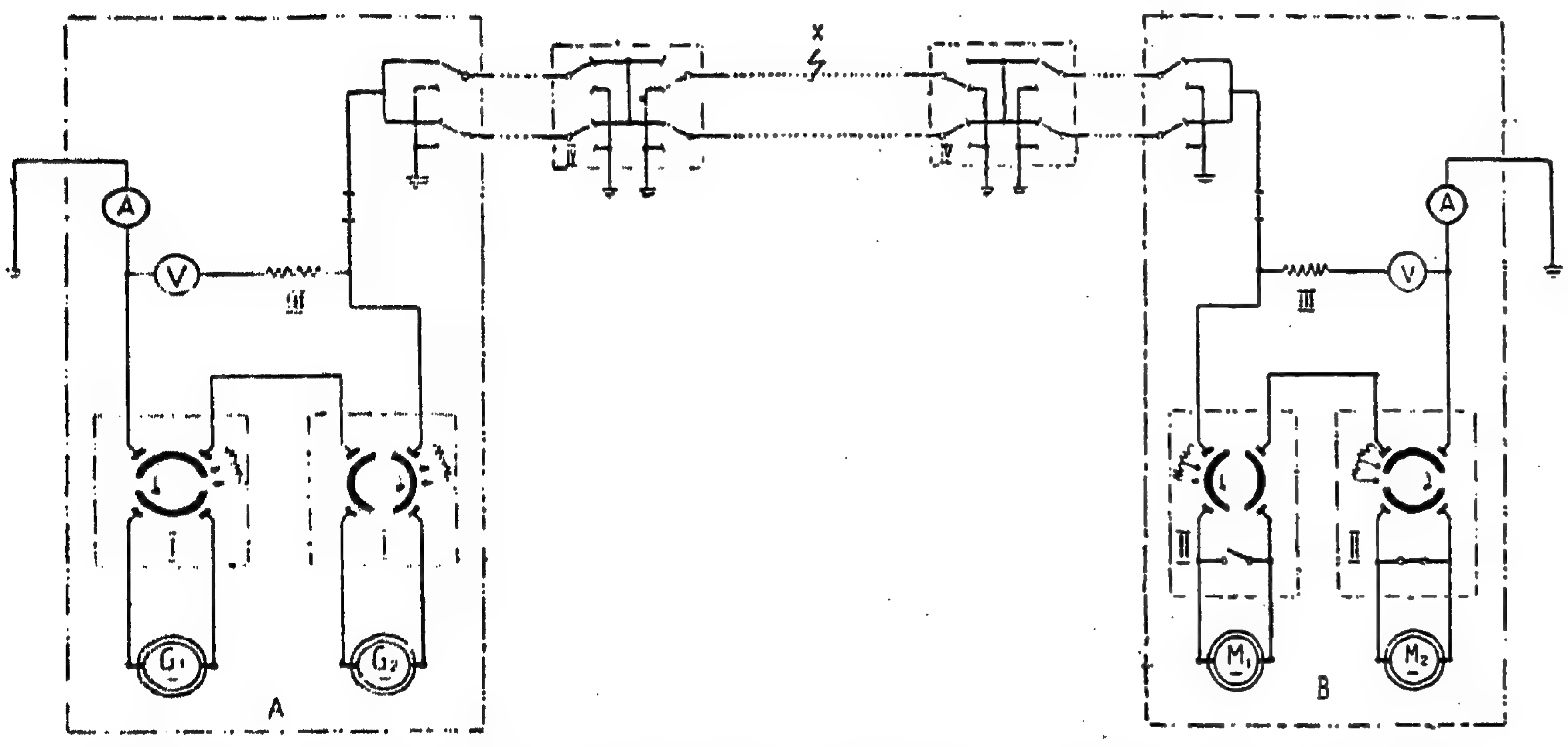


Fig. 2. - Schema generale di un impianto per trasporto di energia con c. c. ad alta tensione che utilizza la terra come conduttore.

A = Centrale di produzione,
B = Stazione ricevitrice,
I = Interruttori,
II = Interruttori con dispositivo di sicurezza,
III = Resistenza in serie col voltmetro (dal lato opposto alla terra),
IV = Posto di sezionamento.

L'A. conclude il suo studio rilevando come siano dimostrate le possibilità offerte dalla corrente continua per i trasporti a grande distanza e augurando che l'avvenire porti a un perfezionamento del sistema, e per conseguenza a un suo maggiore sviluppo.

m. a.

LE APPLICAZIONI ELETTRODOMESTICHE E LE CENTRALI ELETTRICHE

Siemens Jahrbuch, 1929 – JULIUS LAUFER.

L'uomo che ha saputo assoggettare le forze della natura e servirsene per rendere migliore la sua vita, evitando ogni lavoro disagevole, deve mettere le stesse forze a disposizione della donna perchè anche la vita di costei sia resa più facile e più utile. La donna è un essere più debole e va aiutata; questo aiuto le permetterà di compiere il suo lavoro in un tempo minore e di potersi dedicare ad altre occupazioni e sopratutto di occuparsi dell'educazione de' suoi figli.

Con questa premessa l'A. inizia le sue considerazioni sulle applicazioni elettrodomestiche e sui vantaggi che esse presentano per la casa e mette poi in relazione il loro funzionamento con quello delle Centrali elettriche.

Vantaggi nella casa. – Un primo vantaggio che si ottiene ricorrendo all'elettricità è un guadagno di tempo e di forze: ciò è stato verificato con una serie di prove comparative, su cui ritorneremo in seguito, le quali hanno dimostrato la grande superiorità del lavoro eseguito con apparecchi elettrici su quello manuale. Naturalmente l'elettrificazione di una casa richiede una spesa d'impianto e questa è piuttosto elevata; inoltre, la prosperità che godono attualmente i popoli europei non è tale da consentire una facile elettrificazione. Ma giustamente osserva l'A., ogni popolo civile non si accontenta più per l'esistenza dello stretto necessario e quello che una volta era superfluo oggi è quasi indispensabile. Così tante applicazioni elettriche per la casa si svilupperanno in pochi anni e, favorite e migliorate dal continuo progresso della tecnica, si renderanno sempre più utili ed un giorno anche indispensabili.

Una inchiesta fatta in Germania presso diverse famiglie agiate ha portato a questa conclusione: molte di queste famiglie non erano fornite di certi apparecchi elettrici perchè nella maggior parte, circa il 50%, non conoscevano i detti apparecchi e i vantaggi che offrivano.

Si ritiene inoltre che la spesa per l'acquisto e quella per il funzionamento degli apparecchi sia molto elevata, mentre vi sono apparecchi utili, comodi e di poco costo, che anche con energia alla tariffa più alta, quella per luce, sono ancora da raccomandarsi.

Per rendere comune l'impiego dell'energia elettrica nella casa, bisogna quindi spiegare come funzionano gli apparecchi elettrici, quanto costano e quanta energia consumano; molti non lo sanno e per questo solo fatto non comperano e non adoperano apparecchi elettrici. Per es., la cucina interamente elettrica, che è nel desiderio di tanti e di cui si è parlato molto negli ultimi anni, è un problema risolto, perchè si possono preparare de' pasti completi con un consumo di energia giornaliero per persona non superiore a 400 Wh. Le Società distributrici tendono poi a stabilire tariffe con quota fissa che facilitano l'impiego dell'energia; chi sa limitare la richiesta di potenza e utilizza con buoni accorgimenti l'energia per diverse ore del giorno, è molto favorito dalla tariffa suddetta. Aggiungasi che molte Società accordano speciali tariffe per l'energia consumata di notte e se ne conclude che, con tutte queste facilitazioni e con i vantaggi che l'energia elettrica offre, un grande avvenire si affaccia per le applicazioni elettrodomestiche che, usate regolarmente nelle case, permetteranno l'utilizzazione di notevoli quantità di energia, che miglioreranno le condizioni di esercizio delle Centrali.

Influenza della utilizzazione della energia elettrica sulle Centrali. - Quando si costruirono le prime Centrali l'energia era utilizzata soltanto per luce, poi lo fu anche per forza motrice; oggi, allo scopo di avere una maggiore utilizzazione del carico nelle Centrali e delle linee di trasporto e di distribuzione, le Società distributrici cercano di favorire l'uso dell'energia anche per applicazioni domestiche. Per queste si praticano tariffe più basse di quelle applicate per la luce. Possono interessare alle Società distributrici le forniture per usi domestici, fatte a ta-

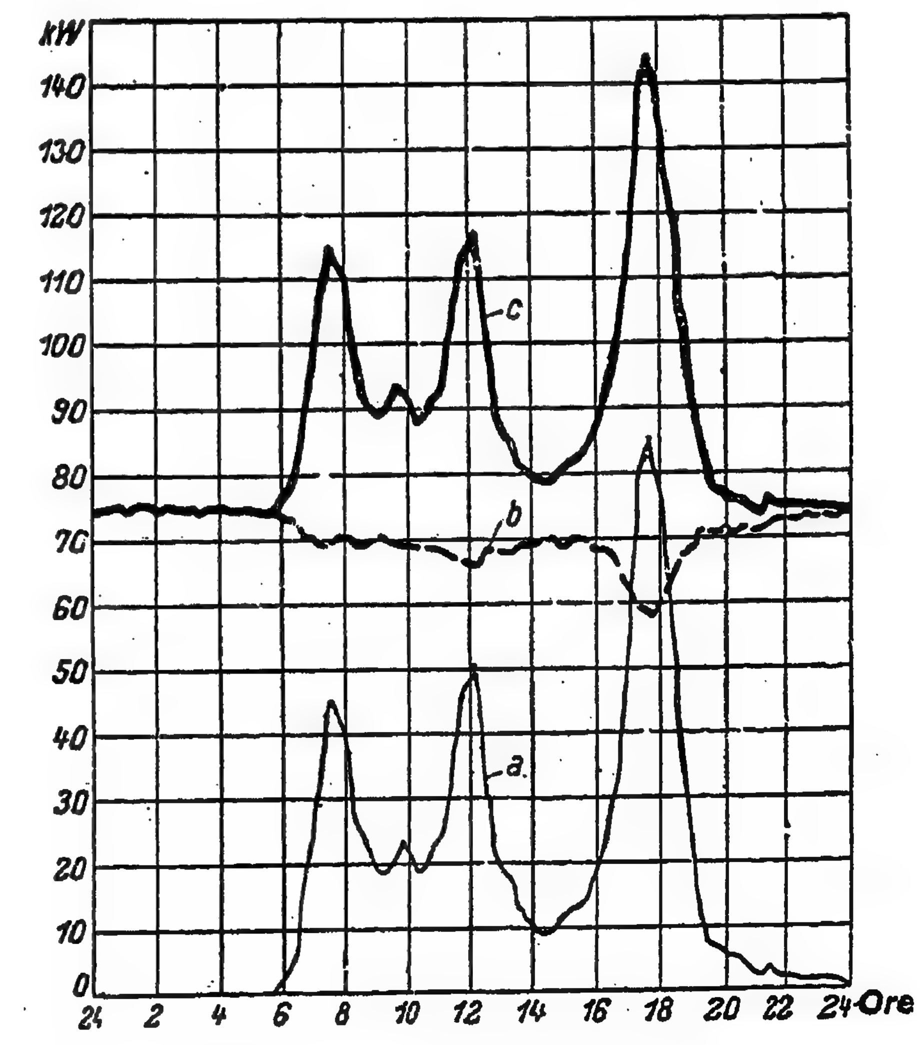


Fig. 1. - Diagrammi di carico per 100 famiglie allacciate ad una rete urbana (Spokane S. U. A.) e fornite tutte di cucina elettrica e scalda-acqua elettrico ad accumulazione.

Potenza media installata per cucina kW 7,140
» » » » scalda-acqua » 0,814

a = Diagramma di carico delle 100 cucine,
b = » » » dei 100 scalda-acqua (commutazione parziale con le cucine),
c = » » » totale.

riffe basse? A questa domanda si può rispondere, tenendo conto dell'influenza che l'elettrificazione delle case può avere sulle spese di produzione di una Centrale elettrica. E l'A. cita a questo punto alcune conclusioni riportate in una relazione della « Domestic Cooking and Water Heating Committee » della N.E.L.A., che, pur non essendo applicabili completamente alle nostre condizioni, possono avere un certo interesse in quanto

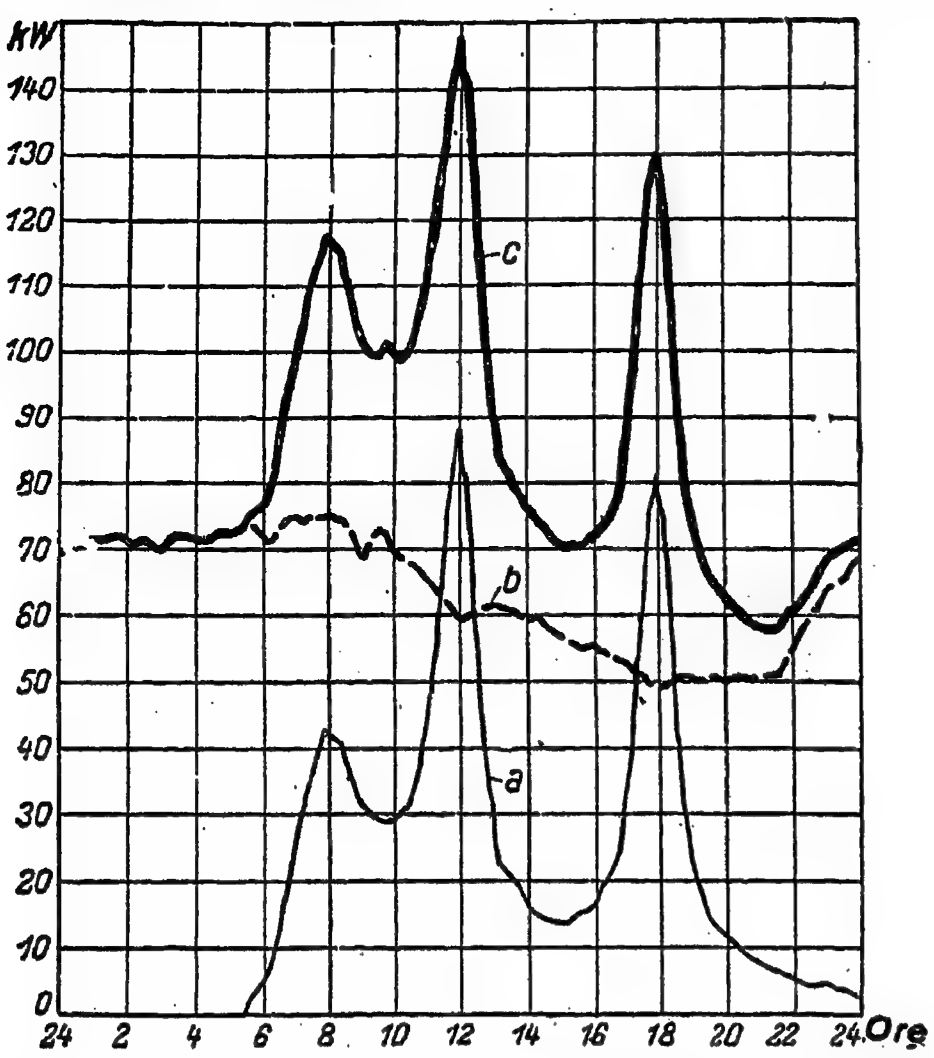


Fig. 2. - Diagrammi di carico per 100 famiglie allacciate ad una rete rurale (Payette S. U. A.) e fornite tutte di cucina elettrica e scalda-acqua elettrico ad accumulazione.

Potenza media installata per cucina kW 5,740
» » » » scalda-acqua » 0,970.

a = Diagramma di carico delle 100 cucine,
b = » » » dei 100 scalda-acqua (commutazione parziale con le cucine),
c = » » » totale,

si discute. Le conclusioni americane dicono che l'allacciamento di cucine elettriche è favorevole per le Società distributrici quando queste riescono in un modo qualsiasi a renderne l'uso quasi generale: gli incassi, riferiti a' capitali investiti, sono allora maggiori di quelli di ogni altra categoria di consumi, compresa quella della luce. Questa conclusione è interessante, ma i diagrammi delle figg. 1 e 2 della ricordata relazione, mostrano anche che alla sera, almeno in parte, alla punta di carico luce si sovrappone quella delle cucine. Si osserva però che questa sovrapposizione non può portare a dire che le cucine non sono più favorevoli per le Società elettriche, bisogna vedere in quanta parte le cucine entrano a formare la punta di carico della sera. A questo riguardo la relazione della N.E.L.A. dice che per le cucine elettriche si ha quasi sempre una grande compensazione di carico: in una zona in cui la potenza media installata delle cucine era di kW 7,14, la partecipazione alla potenza massima delle singole cucine non superava i kW 3,61 e la partecipazione media di ogni cucina alla formazione della punta di carico delle cucine variava col numero delle cucine installate nel modo seguente:

1	kW	per	40	cucine allacciate
0,8	»	»	250	» »
0,79	»	»	500	» »
0,70	»	»	5000	» »

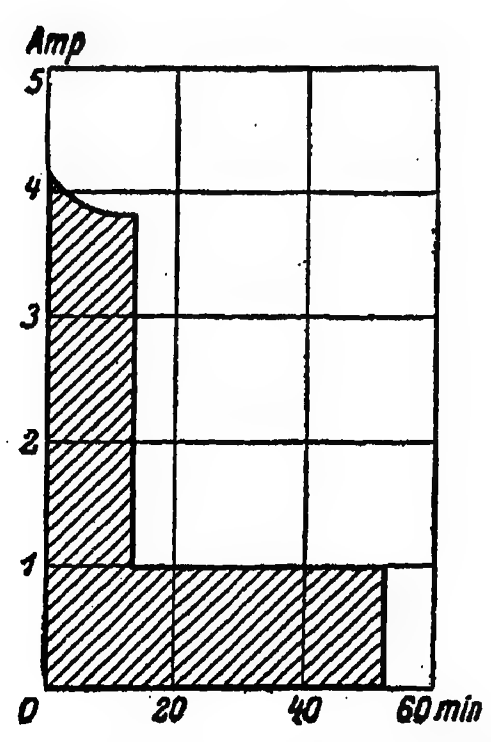


Fig. 3. - Diagramma della corrente assorbita per la preparazione di riso al latte (secondo il Prof. Ing. Dettmar).

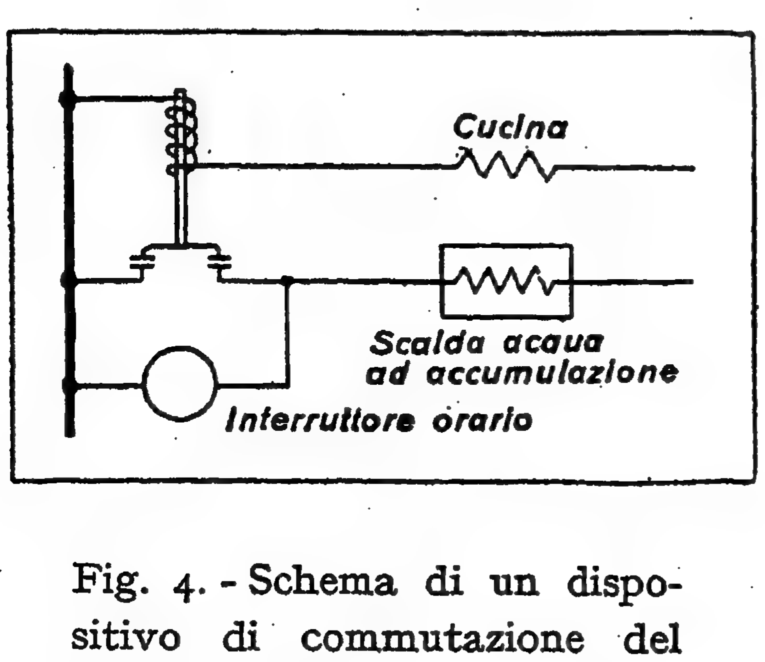


Fig. 4. - Schema di un dispositivo di commutazione del circuito dello scalda-acqua agente in funzione della corrente richiesta dalla cucina. (1 interruttore orario basta per almeno 5 utenti).

Quanto detto porta alla conclusione che quando il numero di cucine allacciate è molto grande, la partecipazione media di ogni cucina alla formazione della punta del carico delle stesse cucine, si riduce a circa il 10 % della potenza installata e a circa il 20 % della potenza media richiesta (essendo risultato che la potenza richiesta non supera il 50 % della installata).

Nelle indagini eseguite in Norvegia, su 217 cucine, dove però la potenza media installata per cucina era soltanto di kW 2,97, la partecipazione alla formazione della punta è risultata del 24 % della potenza installata in ogni cucina. Nonostante questa differenza, del resto facilmente giustificata, i risultati americani e norvegesi dicono che nel funzionamento delle cucine si ha una grande compensazione di carico. Ed è facile rendersi conto di ciò pensando che i pasti avvengono nelle case a ore diverse e tenendo presenti i diagrammi di carico per la preparazione di un dato cibo (fig. 3). I valori (0,7÷0,8) kW trovati in America e poi in Norvegia come partecipazione di

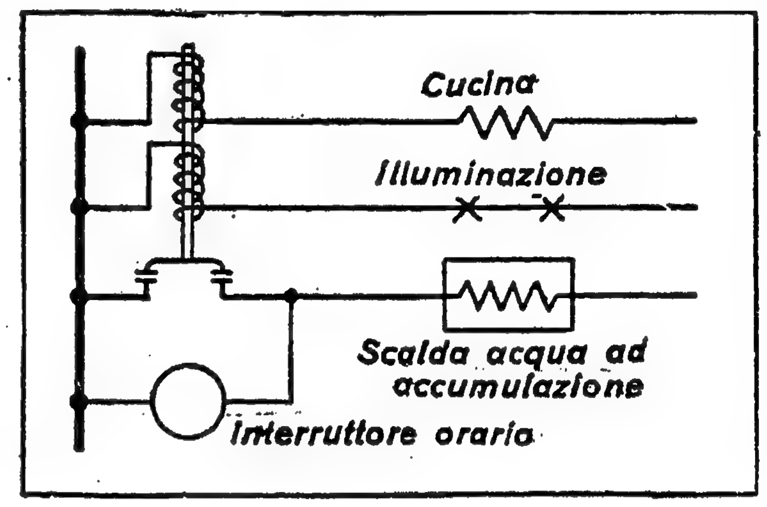


Fig. 5. - Schema di un dispositivo di commutazione del circuito dello scalda-acqua agente in funzione delle correnti richieste dalla cucina e dall'illuminazione.
(1 interruttore orario basta per almeno 5 utenti).

ogni cucina alla formazione della punta, sono stati confermati da analoghe indagini eseguite nella Svizzera; detti valori servono a stabilire o a prevedere la potenza necessaria per eseguire la fornitura di energia a un certo numero di cucine e a dedurre dalla potenza le dimensioni delle linee e delle cabine. A questo riguardo l'A. richiama alcuni dati del Signor F. Marti-Langental, che sono da tenere presenti nella costruzione di impianti di allacciamento per apparecchi domestici: 1) commisurare tutte le parti dell'impianto interno (nella casa) al 100 % della potenza installata; 2) i trasformatori e le linee di distribuzione al (30÷50)% della potenza totale allacciata, secondo il numero degli utenti; 3) la potenza della Centrale a (0,7÷0,6 kW) per cucina, dove queste sono in gran numero.

Una buona ripartizione del carico si può avere presso gli utenti che oltre alla cucina hanno uno scalda-acqua ad accumulazione, ricorrendo ad un dispositivo che impedisce l'inserzione contemporanea della cucina e dello scalda-acqua (v. schema fig. 4); lo stesso dispositivo, leggermente modificato (v. fig. 5), può servire a interrompere il circuito dello scalda-acqua quando

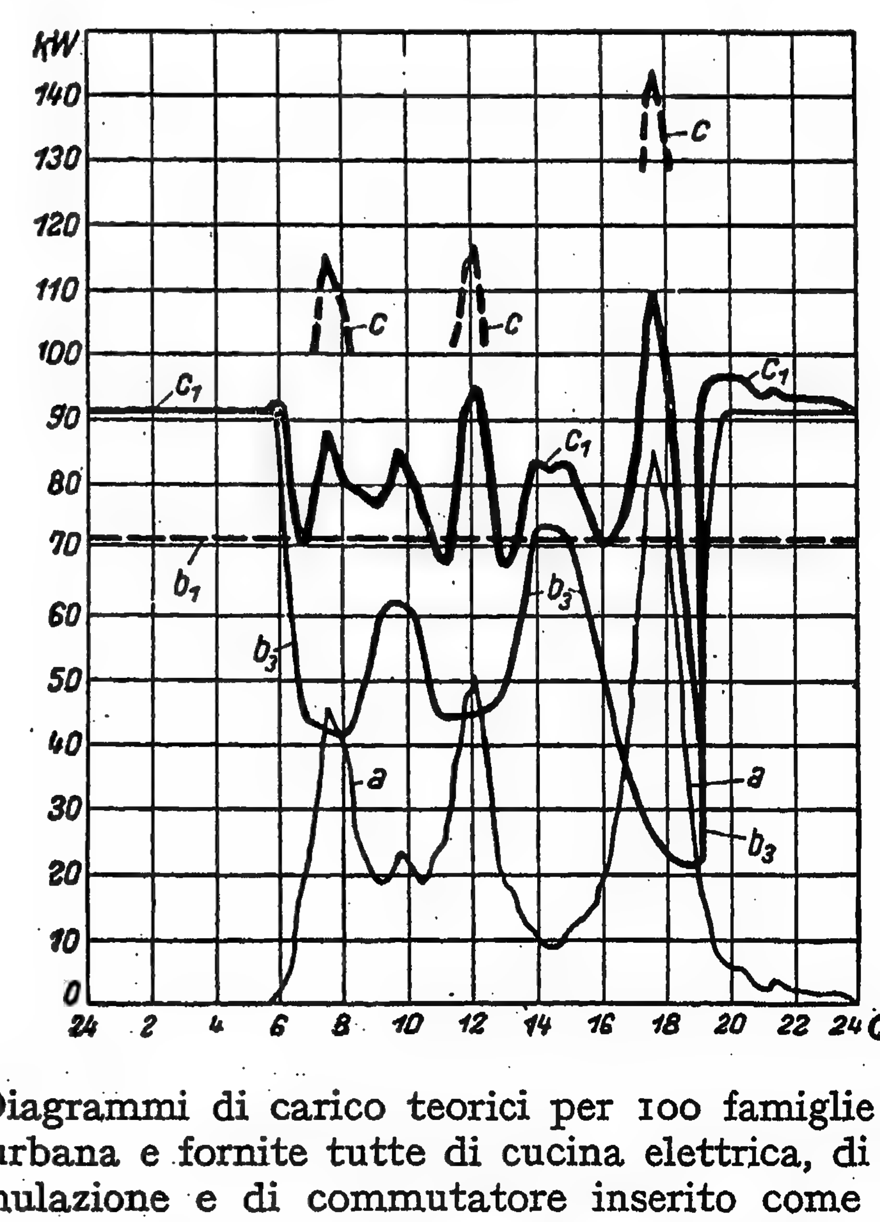


Fig. 6. - Diagrammi di carico teorici per 100 famiglie allacciate ad una rete urbana e fornite tutte di cucina elettrica, di scalda-acqua accumulazione e di commutatore inserito come in fig. 5.

a = diagramma di carico cucine; b_1 = curva teorica di carico per 100 scalda-acqua senza commutatore; b_3 = idem con commutatore; c = andamento delle punte senza commutatore; c_1 = diagramma totale quando funziona il commutatore.

sono inserite, anche parzialmente, la cucina e l'illuminazione, e ciò soltanto nelle ore di maggior carico. La fig. 6 mette chiaramente in evidenza l'effetto di questa commutazione sul diagramma di carico della fig. 1; analoga trasformazione si potrebbe eseguire sul diagramma di carico della fig. 2 e si concluderebbe anche qui (fig. 7) che con l'uso di un dispositivo automatico di commutazione si può rendere uniforme nel miglior modo il carico delle Centrali e delle reti.

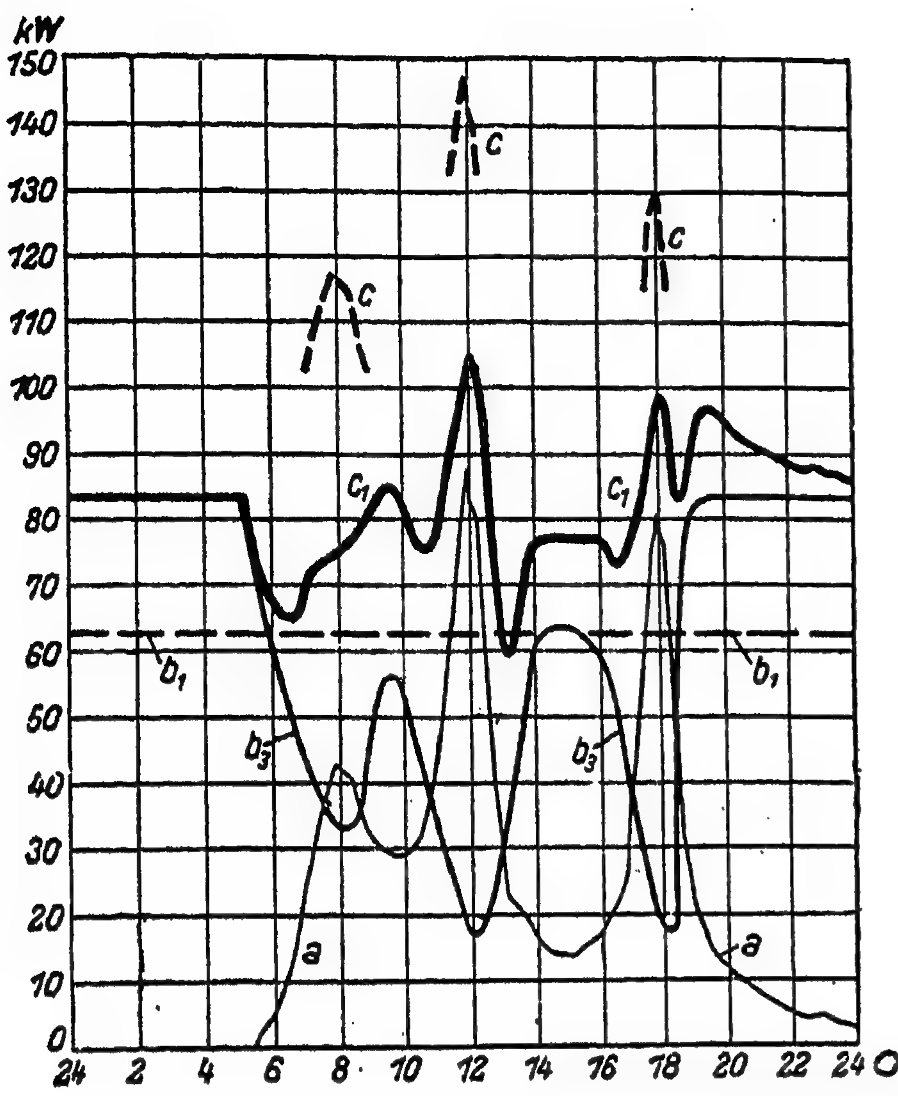


Fig. 7. - Diagrammi di carico teorici per 100 famiglie allacciate ad una rete rurale, provviste di cucina, scalda-acqua e commutatore.
a = diagramma di carico cucine; b_1 = curva teorica di carico per 100 scalda-acqua senza commutatore; b_2 = idem con commutatore; c = andamento delle punte senza commutatore; c_1 = diagramma totale quando funziona il commutatore.

L'A. accenna poi a' risultati di ricerche fatte da M. A. Schönberg in un quartiere operaio nelle vicinanze della Centrale di Schweinfurt (Baviera): i diagrammi della fig. 8 si riferiscono a 12 famiglie di 5 persone ciascuna e danno un'idea anche dei consumi; mostrano in particolare che i consumi invernali sono inferiori a quelli estivi, perchè d'inverno si ricorre al carbone per la cucina. I consumi sono precisamente di 11.000 kWh d'estate e di 7000 kWh d'inverno e, riferendosi alla punta di 8 kW dell'estate, si ha una utilizzazione di 2250 ore; in effetti la punta che si è verificata d'estate non ha importanza, e poca ne avrebbe anche quella d'inverno, perchè non si sovrappone a quella luce; ma pur riferendo i consumi ad una richiesta massima di 5 kW, si ha un'utilizzazione di 3600 ore. Una utilizzazione ancora maggiore si avrebbe se d'inverno non si utilizzasse il carbone per la cucina. Queste considerazioni portano alla conclusione che dappertutto, anche nelle case operaie, le cucine elettriche possono essere vantaggiosamente utilizzate, e le

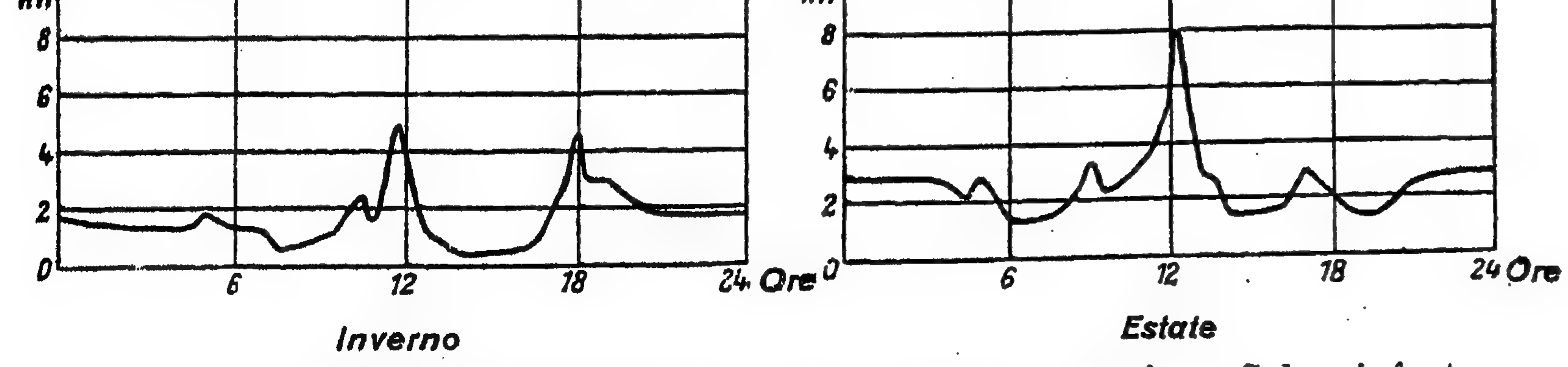


Fig. 8. - Diagrammi di carico in una frazione operaia a Schweinfurt (12 famiglie di 5 persone ciascuna).

Società distributrici, allacciandole, oltre ad aumentare la loro vendita di energia, possono migliorare l'utilizzazione delle Centrali e delle reti e il reddito de' propri capitali. E questo dicasi sopratutto per gli utenti che sono alla periferia delle città, per le ville isolate, per le fattorie e per i piccoli centri di campagna; l'esercizio delle reti che allacciano questi utenti, che non è lucrativo finchè la fornitura è limitata ad energia per luce, può diventare attivo quando si introduce, con una tariffa speciale, l'uso della cucina elettrica e dello scalda-acqua elettrico ad accumulazione, nei modi che sono stati finora descritti. Ottimi risultati non possono naturalmente aversi subito, ma si avranno certamente nel seguito e in un tempo relativamente breve.

Nello studiare le tariffe le Società terranno conto del costo dell'energia che possono vendere per ogni applicazione e daranno alla tariffa una forma che la rende accettabile all'utente, permettendo inoltre a questi di trovare interesse e vantaggio nell'applicazione dell'elettricità. Se si volesse fare uno studio per tutte le applicazioni, bisognerebbe applicare a ciascuna una tariffa, il che non è pratico: si stabilirà invece la stessa tariffa per applicazioni simili e si terrà conto separato dei loro consumi soltanto per vedere quale offre più interesse al distributore e quale merita perciò la maggiore diffusione e propaganda. La diversità delle regole generali che le Società giustificatamente applicano nell'elaborazione delle tariffe, porta a differenze talvolta notevoli da una Società all'altra.

L'A. non può dire qual'è il sistema di tariffa più appropriato per l'introduzione dell'energia elettrica nella casa, ma si limita a considerare alcune tariffe in vigore e ad indicare per ciascuna i vantaggi che esse presentano per l'utente e per il distributore; indica inoltre gli apparecchi di misura che, secondo il tipo di tariffa, sono da impiegarsi per ogni caso. Prima però espone nell'appendice I i vantaggi delle più importanti macchine elettriche per la casa e nell'appendice II raccoglie alcuni dati di consumo.

APPENDICE I – *Studio sui tempi e sui consumi di energia de' motori da cucina, delle macchine da lavare e di quelle per stirare.* – L'A. fa osservare anzitutto che i vantaggi che si hanno nella sostituzione del lavoro manuale con quello di apparecchi mossi da motori elettrici non vengono limitati alla sola economia di tempo: egli ritiene che sia da tener conto anche dell'energia consumata e questa, nel lavoro manuale, deve comprendere tutto il lavoro inutile che è conseguenza della posizione svantaggiosa in cui viene a trovarsi sempre il corpo di chi compie il lavoro.

Ciò si comprende facilmente per la macchina per tritare, che costringe tutto il corpo a muoversi, per la lucidatura dei pavimenti e per la lavatura della biancheria, che costringono a stare per molto tempo con la schiena curvata, ecc. L'economia di sforzi che le macchine elettriche possono dare, unicamente rendendo più comode le posizioni delle persone che sono addette ai lavori accennati, non è stata misurata con un metodo scientifico, cioè questo grande vantaggio delle macchine elettriche, che pur si ritiene di grande importanza, non è stato tradotto in numeri: ciò nonostante non è da trascurarsi, come non è da trascurare l'altro vantaggio, che il personale può dedicare tutta la sua attenzione al lavoro.

Nelle diverse prove comparative eseguite si sono avuti i seguenti risultati:

1) Macchina da tritare azionata dal motore da cucina, 10 minuti per le operazioni accessorie all'inizio e alla fine; macchina azionata a mano, 43 minuti; i tempi impiegati per tritare sono nel primo caso di più di un terzo inferiori a quelli del secondo caso e tra gli altri vantaggi dell'azionamento con motore ci sono la velocità costante, quindi produzione maggiore e costante, e la massima libertà nel movimento delle mani, che possono introdurre la materia da tritare senza che la macchina abbia a fermarsi. Il consumo di energia per 10 minuti di funzionamento del motore non raggiunge 1/30 di kWh.

2) Lavatura di biancheria eseguita con macchina azionata da motore elettrico e provvista di centrifuga essiccatrice: tempo impiegato per le diverse lavorazioni fatte colla macchina e in parte a mano, per 5 kg di biancheria minuti 45, per 10 kg di biancheria minuti 90; lavatura fatta a mano da una lavandaia, tempo necessario per 10 kg di biancheria, minuti 175. Si ha quindi una durata di lavoro notevole per la lavatura a mano in confronto di quella con la macchina. Altro vantaggio derivante dall'uso della macchina per lavare e per centrifugare la biancheria, è che la quantità d'acqua che rimane nella biancheria è meno della metà di quella che resta nella biancheria lavata e torta a mano, e di conseguenza per questa il tempo richiesto per l'asciugatura è maggiore. Il consumo di energia elettrica non supera 1/4 di kWh per ogni 5 kg di biancheria da lavare, inoltre la macchina elettrica permette di lavare a temperature di 70° e più, mentre la lavandaia non può superare i 40°.

3) Macchina elettrica per stirare: questa macchina non può servire per tutti i lavori, sopratutto se si tratta di piccoli capi di biancheria, di tela fine e ricamati; per questi va meglio e richiede minor tempo il ferro comune da stiro. Ma per capi di grandi dimensioni, lenzuola, coperte, asciugamani, camicie normali, ecc., la superiorità della macchina è incontestabile; si risparmia dal 47 % all'84 % del tempo richiesto dalla stiratura a mano con ferro elettrico da kg 3 e, potendo stare seduti, si lavora più comodamente. La potenza del motorino della macchina è di 160 W e il suo consumo è di circa 1 kWh dopo 6 ore di lavoro.

Appendice II – *La cucina economica.* – In questa appendice l'A. richiama i risultati di prove eseguite con un forno elettrico, utilizzandolo non soltanto per arrostire ed infornare, ma anche per cucinare. La Sig.ra Dr. Edvige Heyl, espertissima nell'arte culinaria, aveva ottenuto successi straordinari col forno elettrico per fare della cucina dietetica; risultati buoni dovevano aspettarsi anche per la cucina di pasti normali. Questa applicazione del forno ci ricorda quella dell'Elettroeconomo, che non gli differisce gran che nel funzionamento e nei consumi. Riportiamo qui soltanto i risultati delle prove fatte durante una settimana, rimandando il lettore curioso al testo originale, ricco di particolari sulla preparazione delle pietanze. Il forno aveva anche una camera di riscaldamento, che venne usata durante la prova, e la cucina era completata da un bollitore per acqua da 2 litri e da un piccolo fornello: il forno richiedeva 660 W.

Il consumo di energia per la preparazione di 4 pasti per 5 persone e di 3 pasti per 6 persone è ammontato a kWh 10,9, quindi si è avuto un consumo medio per persona e per pasto di kWh 0,282.

Consumi di energia per i principali apparecchi elettrodomestici. L'A. fa poi seguire delle tabelle nelle quali dà il costo per apparecchio installato, il consumo orario di energia e il costo dell'energia. Riporteremo soltanto i consumi di energia, dai quali ognuno, applicando una qualunque tariffa, può dedurre anche il costo di esercizio. In un primo elenco *A*) sono gli apparecchi a consumo generalmente piccolo e che vengono di solito inseriti per poco tempo, ai quali può applicarsi anche la tariffa ordinaria luce; in un secondo elenco *B*) si hanno gli apparecchi che, o sono di piccola potenza e sono inseriti per molte ore del giorno, o pur essendo inseriti per poco tempo consumano molta energia, e per questi occorre applicare una tariffa speciale.

A)	*Consumo orario in Wh*
Scaldapiedi	40
Tappeto scaldapiedi	80
Termoforo	40
Asciugacapelli	525
Tosatrice capelli	70
Ventilatore da tavolo	25
Aspiratore di polvere	150
Macchina da lavare	650
Macchina per lavare e centrifugare	350+650
Motore per macchina da cucire	100
Motore per cucina (adattabile a 20 servizi)	180
Lucidatrice pavimenti	210
Ferro da stirare	300÷400
Caffettiera da litri 1,25	400
Teiera	600
Bollitore da litri 2	600
Radiatore parabolico	500
Forno per arrostire e per cuocere	660

B)	*Consumo orario in Wh*
Macchina da stirare (compreso il motore elettrico)	3160
Armadio frigorifero	300
Macchina grande per lavare (capac. 100 litri)	1.100
Scalda-acqua ad accumulazione da:	
10 litri	220
20 »	440
50 »	660
80 »	1.200
100 »	1.200
200 »	2.400
400 »	5.400

Appendice III – *Tariffe per applicazioni elettro-domestiche.* – Termina questo studio, come già detto, con una rassegna minuta dei sistemi di tariffe applicabili per gli usi elettrodomestici. Riassumiamo i dati più interessanti, perchè possono essere utili a chi sta occupandosi o si occuperà della diffusione delle applicazioni elettriche della casa.

Tariffe a contatore.

1) *Tariffa semplice a contatore.* – Lo schema dell'impianto e il diagramma della tariffa sono indicati nella figura 9; per la misura basta un contatore semplice o uno a moneta.

Se il consumo, sopratutto per luce, è piccolo, l'utente non compensa le spese sostenute dalla Società distributrice. È difficile stabilire una tariffa in base all'utilizzazione: l'utente trova alta questa tariffa per le applicazioni diverse dalla luce. Misura e contabilità sono invece molto semplici.

2) *Tariffa scalare a contatore.* – La tariffa varia secondo il consumo (v. diagramma nella fig. 10); basta per la misura un semplice contatore.

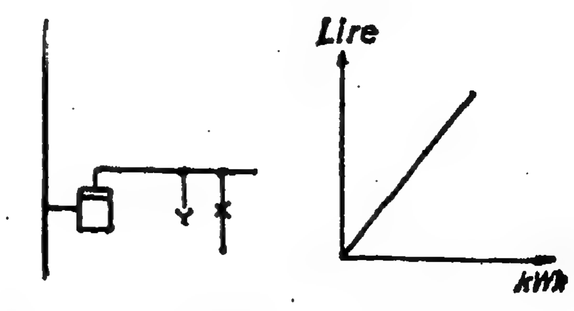


Fig. 9. - Schema dell'impianto e diagramma della tariffa semplice a contatore.

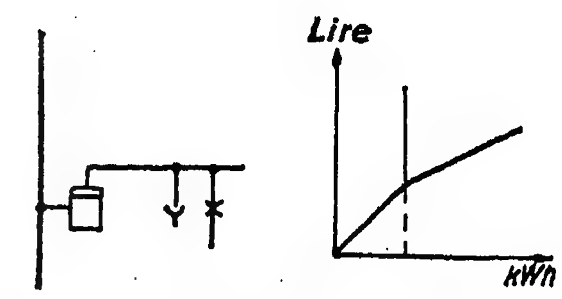


Fig. 10. - Schema dell'impianto e diagramma della tariffa scalare a contatore.

La difficoltà è nella determinazione de' limiti per l'applicazione delle diverse tariffe; la prima parte di consumo, alla quale si applica la tariffa più alta, comprende il consumo medio luce, le altre parti comprendono i consumi per forza e per riscaldamento, per i quali la tariffa diventa più bassa.

L'utente trova alto il consumo a cui si applica la tariffa elevata. È difficile in questo caso la ripartizione dei consumi.

3) *Tariffa per luce e tariffa per applicazioni* (misure separate). – Lo schema è quello della fig. 11. Due contatori misurano separatamente i consumi per la luce e per le applicazioni. È possibile seguire le variazioni dei consumi e controllarli; la misura è semplice, il lavoro di contabilità resta però raddoppiato. L'utente ha modo di distinguere la tariffa per le applicazioni da quella per luce e trova nel sistema un incoraggiamento ad aumentare i consumi.

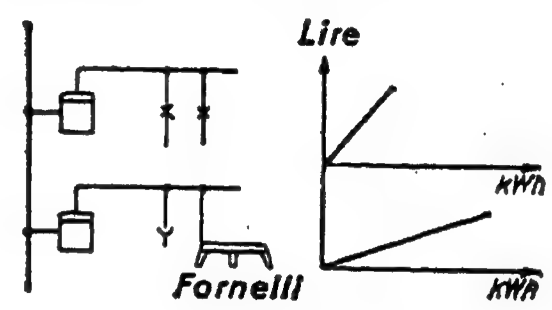


Fig. 11. - Schema dell'impianto e diagrammi delle tariffe applicate al consumo luce e a quello delle applicazioni.

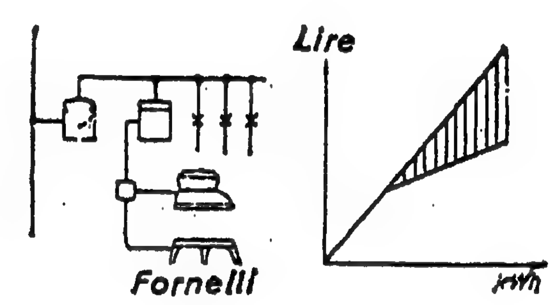


Fig. 12. - Schema dell'impianto e diagramma della tariffa applicata al consumo totale e dello sconto dedotto in base al consumo per le applicazioni.

4) *Tariffa per luce e tariffa per applicazioni* (sconto). – Uno de' due contatori segna il consumo totale, l'altro soltanto quello delle applicazioni, come risulta dallo schema (fig. 12). Sul consumo segnato dal secondo contatore si calcola uno sconto; come nel caso precedente, si ha una tariffa sul consumo luce e una su quello per le applicazioni. Il secondo contatore in molti casi segna soltanto quando il carico supera un certo valore, cioè il consumo delle piccole applicazioni è segnato in generale dal primo contatore.

L'utente si rende conto anche qui della tariffa più bassa che ha per le applicazioni ed ha perciò in generale tendenza ad aumentare i consumi.

5) *Tariffa doppia per consumi al disotto e al disopra di una potenza limite.* – Vi è un contatore normale che segna il consumo totale ed un contatore differenziale (detto anche *di punta*) che segna il consumo che si è avuto oltre una certa potenza (v. fig. 13). La misura è semplice, ma la contabilità si complica un po'. È difficile in questo caso stabilire la potenza limite. Dal valore di questo limite dipende sopratutto la tendenza dell'utente ad aumentare i consumi.

Questo sistema presenta un vantaggio, in quanto riduce le punte, ma questo lo fa non soltanto nel periodo delle punte delle Centrali, ma anche in periodi in cui forse per la Società sarebbe conveniente vendere energia, anche con forte carico; non è perciò tra i migliori sistemi.

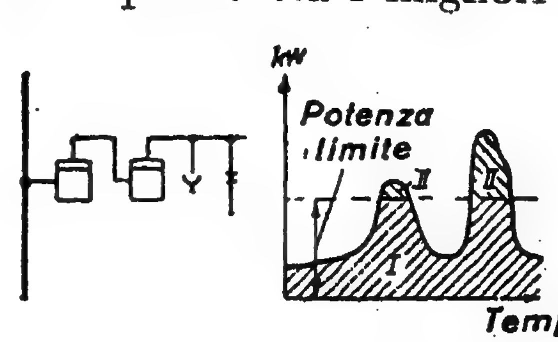


Fig. 13. - Schema d'impianto e divisione dei consumi ai quali si applica diversa tariffa.

I = consumo a tariffa bassa; *II* = consumo a tariffa alta.

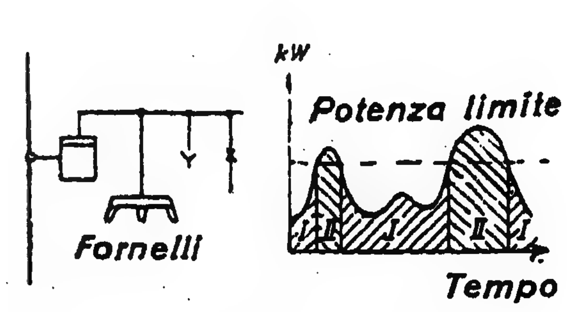


Fig. 14. - Schema dell'impianto e diagramma della tariffa doppia secondo la potenza con cui è prelevata l'energia.

I = consumo a tariffa bassa; *II* = consumo a tariffa alta.

6) *Tariffa doppia in base alla potenza con cui l'energia è prelevata.* – Il contatore a cui si ricorre con questo sistema (fig. 14) è un contatore a doppia tariffa che varia la sua indicazione quando la richiesta supera un certo limite di potenza. Non differisce gran che dal sistema precedente e presenta gli stessi inconvenienti e vantaggi; anzi, siccome l'utente viene a pagare con tariffa alta tutta l'energia che ha consumato nel periodo delle punte, e non quella soltanto di eccedenza come nel caso 5), la cura di evitare le punte è per l'utente questa volta maggiore.

7) *Tariffa multipla secondo i periodi della giornata.* – Questa tariffa può essere doppia o tripla e la corrispondente misura viene eseguita con un contatore speciale collegato ad un interruttore orario (v. fig. 15). La variazione della tariffa avviene in determinate ore del giorno: anche con questo sistema si riducono le punte (però anche i consumi per luce), ma l'utente può ritirare energia in certi periodi con carico elevato e con tariffa ridotta. I vantaggi di questo sistema sono grandi per l'utente, il quale tenderà sempre ad aumentare i consumi nei periodi a bassa tariffa.

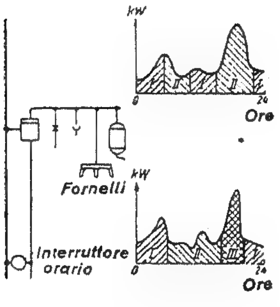


Fig. 15. - Schema d'impianto e diagrammi delle tariffe multiple.

I = consumo a tariffa bassa;
II = » » » media;
III = » » » alta.

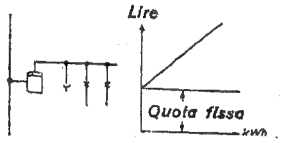


Fig. 16. - Schema dell'impianto e diagramma della tariffa con quota fissa.

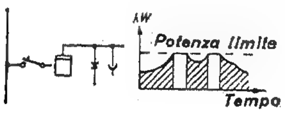


Fig. 17. - Schema dell'impianto e diagrama dei consumi nella tariffa con quota fissa in funzione di una potenza limite.

TARIFFA A BASE FISSA.

Tutte queste tariffe con quota fissa hanno il vantaggio di assicurare un minimo, anche se l'utente non consuma energia, e sono ritenute in generale le più razionali. Diverso è il modo di stabilire la quota fissa, che dà poi luogo a tante tariffe; queste, in fondo, si assomigliano però tutte. Possono applicarsi, e secondo noi conviene che siano applicate e separatamente, a tutte le diverse forniture, luce, cucina e forniture notturne (per apparecchi ad accumulazione). Anche l'utente è soddisfatto di questi sistemi di tariffa: egli sa che deve pagare la quota fissa sempre, anche se non consuma, penserà anche che detta quota è elevata, ma s'accorgerà subito che per ogni kWh che consuma paga soltanto pochi centesimi e tenderà ad aumentare la sua richiesta.

8) *Tariffe con quota fissa determinata in base alla potenza installata* (fig. 16). – Generalmente la potenza installata presso un utente non si determina sommando quella delle diverse lampade e tenendo conto anche delle prese di corrente, perchè spesso basta la portata in Ampère del contatore a stabilire la quota fissa. Un inconveniente a cui dà luogo questo sistema è dovuto alla mancata denuncia dell'utente che installa un nuovo apparecchio: l'utente in generale o non installa che pochi apparecchi, o installandone molti non li denuncia tutti, nel timore che gli aumentino la quota fissa. È necessario perciò un controllo, che può riuscire in certe zone oneroso da parte delle Società. L'utente ha in generale tendenza a utilizzare nel miglior modo la piccola potenza che ha impegnata.

9) *Tariffa con quota fissa determinata in base al canone di affitto o al numero delle camere od alla superficie dell'appartamento.* – Questi sistemi sono come il precedente, nella misura e nel controllo. Se l'affitto è denunciato esattamente può servire alla determinazione della quota fissa e lo stesso dicasi se il riferimento è al numero dei locali o alla superficie totale dell'appartamento. È da tenere però presente che negli utenti c'è una tendenza a consumare maggiori quantità di energia senza per questo ingrandirsi o installare altri apparecchi.

10) *La quota fissa è in relazione ad una potenza limite.* – Lo schema dell'impianto (fig. 17) mostra chiaramente come si svolge la fornitura: un interruttore automatico, disposto prima del contatore, si apre quando la potenza richiesta dall'utente supera il limite contrattuale, cioè l'utente è costretto a ridurre la sua richiesta se vuole che l'interruttore rimanga chiuso. Questo purtroppo avviene anche quando la Società distributrice ha interesse a fornire energia oltre il limite assegnato all'utente.

Dal limite di potenza e dalla tariffa per kWh dipende essenzialmente l'aumento di consumo da parte dell'utente.

11) *La quota fissa è in relazione alla massima richiesta.* – Occorre in questo caso, oltre al solito contatore, un indicatore di massima richiesta e a seconda che la registrazione dell'indicatore è continua o limitata si hanno due sistemi diversi (figura 18, *a*, *b*): il primo presenta lo svantaggio di non permettere

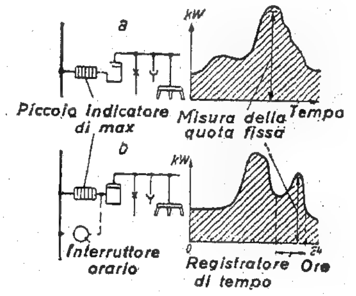


Fig. 18. - Schemi d'impianto e diagrammi dei consumi nei sistemi di tariffa con quota fissa in relazione alla massima potenza richiesta.

all'utente di ritirare energia con forte carico nelle ore in cui la Società può dargliene; il secondo glielo permette, essendo limitato il periodo in cui funziona l'indicatore di massima. Nel secondo caso al complesso di misura devesi aggiungere anche un interruttore orario.

Col primo sistema l'utente non tende ad aumentare il numero degli apparecchi, ma per di più con quelli installati cerca di non superare un dato limite di potenza, che è in relazione alla quota fissa. Il secondo sistema invece riunisce bene il principio della quota fissa colle condizioni del carico nelle Centrali e limita la potenza richiesta soltanto in determinati periodi della giornata; l'utente tende quindi ad aumentare il numero degli apparecchi e ad utilizzarli nel miglior modo nelle ore in cui non funziona l'indicatore di massima.

12) *Tariffa doppia e quota fissa in base al carico normale.* – Come appare dallo schema dell'impianto (fig. 19) si hanno due contatori, uno normale, che segna il consumo totale, ed uno del tipo differenziale, che segna soltanto il consumo che si ha oltre una certa potenza e per il quale la tariffa è più alta. Per questo l'utente può fissare il carico normale che crede, in relazione agl apparecchi che ha installati, apparecchi di piccola potenza o d

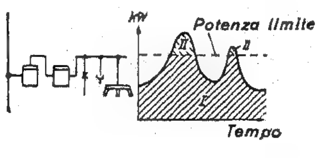


Fig. 19. - Schema d'impianto e diagramma del consumo nel caso di tariffa doppia e quota fissa in relazione al carico normale.

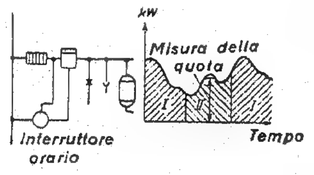


Fig. 20. - Schema d'impianto e diagramma del consumo nel caso di tariffa doppia e quota fissa in relazione alla massima richiesta nel periodo della tariffa alta.

grande, apparecchi che si utilizzano di notte, ecc. L'incitamento ad aumentare la potenza installata dipende dalle condizioni sociali dell'utente; indipendentemente da ciò c'è in tutti la tendenza ad aumentare i consumi al disotto del carico normale.

13) *Tariffa doppia e quota fissa in base alla massima richiesta misurata in un dato periodo del giorno* (fig. 20). – La misura è più complicata di quella del caso precedente, ma l'utente può ritirare energia con carico elevato nelle ore in cui non funziona l'indicatore di massima e la tariffa è anche più bassa: ciò avviene con vantaggio dell'utente e della Società. L'interruttore ad orologio serve in questo caso alla inserzione e alla disinserzione dell'indicatore di massima e anche per la variazione della indicazione del contatore. Con questo sistema i consumi e il carico nel periodo della tariffa alta sono limitatissimi e tendono invece ad aumentare nell'altro periodo.

TARIFFE A FORFAIT E MISTE (PER FATTORIE).

14) *Forfait con limitatore di potenza* (fig. 21). – In base alla massima potenza normalmente richiesta dall'utente, si regola il limitatore. Nessuna misura e la contabilità semplificata al

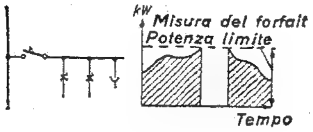


Fig. 21. - Schema d'impianto e diagramma del consumo per tariffa a forfait con limitazione di potenza.

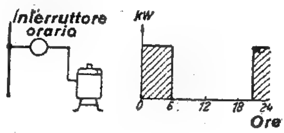


Fig. 22. - Schema d'impianto e diagramma del consumo di energia per tariffa a forfait con utilizzazione limitata.

massimo. L'utente ha tendenza ad aumentare il consumo, restando nei limiti del forfait; l'uso di piccoli apparecchi di bassa utilizzazione porta generalmente ad un elevato forfait e ad uno spreco di energia, così l'utente paga di più che con una più appropriata ed economica utilizzazione.

15) *Forfait con utilizzazione limitata* (fig. 22). – Un interruttore orario serve a limitare la fornitura ad un certo numero di ore della notte; si applica questo sistema per apparecchi che servono a riscaldare l'acqua, a cuocere mangime, ecc. Nessuna misura e anche qui la contabilità semplificata. Il forfait è in relazione alla potenza totale degli apparecchi che funzionano di notte.

16) *Forfait per l'energia consumata da apparecchi funzionanti soltanto di notte e doppia tariffa per le altre applicazioni* (fig. 23). – È una combinazione del forfait con utilizzazione limitata col sistema della doppia tariffa. Lo stesso interruttore orario serve

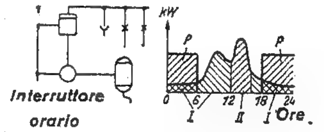


Fig. 23. - Schema d'impianto e diagramma del consumo di energia per una tariffa multipla combinata con una a forfait con utilizzazione limitata.

per ottenere la variazione dell'indicazione del contatore e per inserire o disinserire gli apparecchi funzionanti soltanto nella notte. Riunisce i vantaggi del forfait e della doppia tariffa.

f. j.

L'Illuminazione

Compilazione a cura della ANSI - Ufficio di Propaganda per l'Illuminazione Razionale
Costituito col concorso di Imprese Elettriche e di Fabbriche di Lampade Elettriche - Patrocinato dalla UNFIEL
Milano - Via Vincenzo Monti, 5 - Telefono 80-295

La luce e l'arte

Le note di un nostalgico quartetto mi avevano data una certa innocua ebbrezza ed io vagavo, lo sguardo distratto, lasciandomi portare dalla dolcissima armonia, quando la mia attenzione venne arrestata da un testone calvo e bozzuto dal quale le molte lampade della sala sembravano trarre inusitati bagliori. Non avevo veduto mai cranio polito com'era quello, per cui mi posi ad esaminarlo con curiosità entusiasta, e non fu poca nè sgradevole fatica.

Quando però, ammirata la testa e il suo fortunato possessore, volli tornare alla musica, cercai invano un cantuccio tranquillo un punto morto sul quale fissare lo sguardo, per ritrovare pace e raccoglimento. Una decorazione esuberante di falso oro e di stucchi ricopriva ogni elemento della architettura e per avvivare tanta inutile ricchezza, globi luminosi, sgradevole parodia moderna dell'antico e leggiadro palloncino giapponese, troneggiavano su bracci di lucido ottone.

Allora me la cavai chiudendo gli occhi, nè vi avrei narrato questo sciocco incidente se non avesse avuto virtù di farmi considerare, ancora una volta, la disarmonia assoluta che domina tuttora nelle nostre sale da spettacolo, fra l'ambiente e l'opere d'arte che vi si eseguiscono.

I teatri e i convegni musicali sono regni della fantasia; la loro più intima ragione di vita è quella di creare un mondo irreale, dove arte e artificio si diano mano e noi ad essi altro non chiediamo che questo magico incanto, come una liberazione dalla realtà, come un gioco d'emozioni e di passioni fittizie, che dalle vere ci sollevino e ci riposino.

Considerato così, il teatro (e dicendo teatro vogliamo indicare, con una sola parola, teatri, sale da musica, cinematografi) ci presenta dapprima un problema d'ambiente. Tutto in esso dovrebbe concorrere a creare l'incanto in modo che, fin da l'atrio, s'avesse a sentire che qualcosa c'è di diverso e il nostro spirito potesse orientarsi rapidamente verso l'illusione che l'arte prepara; tutto insomma vi si vorrebbe ordinato e disposto secondo una legge generale d'armonia, di rispondenza d'ogni elemento alla funzione ultima.

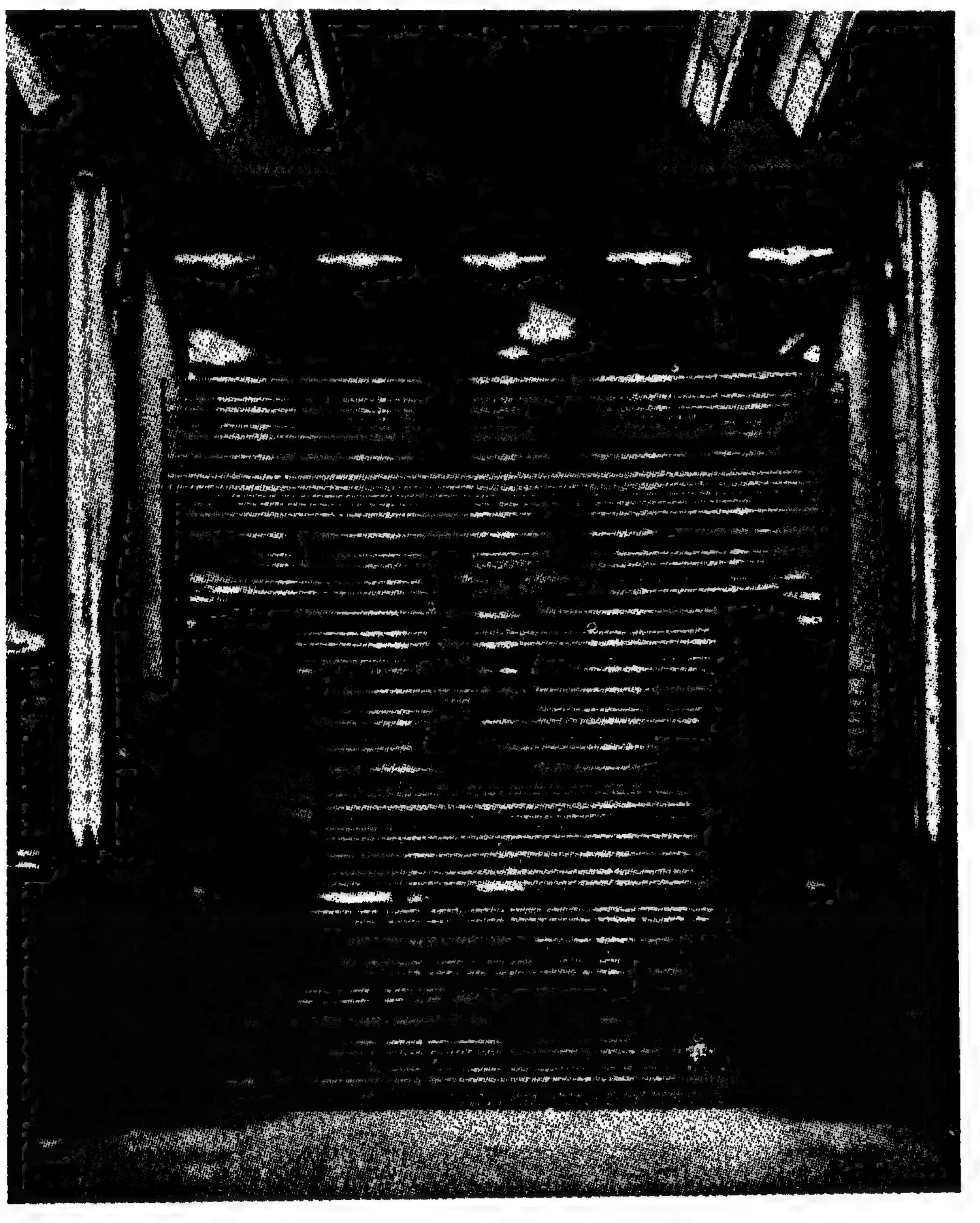


Fig. 2. - Parigi. Griglia luminosa della *hall* del teatro Pigalle. Arch. Siclis.

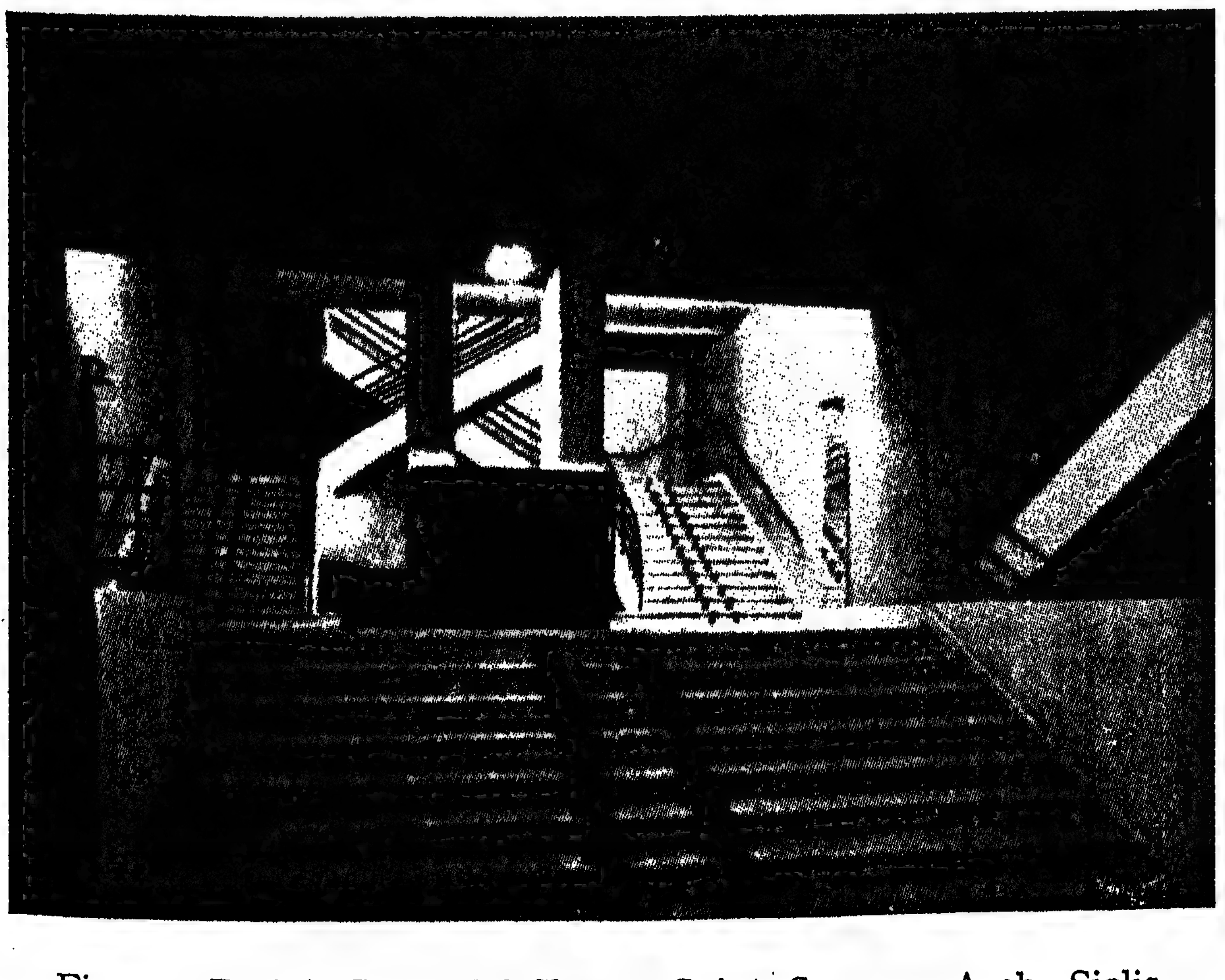


Fig. 1. - Parigi. Scale del Teatro Saint-Georges. Arch. Siclis.

Invece, almeno da noi, l'architettura dei teatri, nella maggior parte dei casi, è fatta ancora di adattamenti di stile monumentale a schemi quasi immutati e la decorazione trita e pesante ricorda un po' troppo le passioni e i gusti dei nostri avi. Il gioco dei toni cromatici e la distribuzione della luce illuminante vi sono poi trattati con tale un'indifferenza per la loro importanza pratica e possibilità artistica, da sbalordire.

Non è questa sede opportuna per dissertare di architettura o d'arte decorativa; noi ci limiteremo ad esaminare il vasto campo d'esperienze e di innovazioni e le possibilità innumerevoli che un uso sapiente della illuminazione puó offrire a costruttori ed artisti.

Come in un'architettura la policromia può modificare in parte l'effetto delle masse e dei rapporti spaziali, così la luce, attentamente distribuita, può influire in modo notevole sugli elementi architettonici, mascherandone alcuni e dando ad al-

tri rilievo, ed ottenere insperate armonie ambientali anche là dove più aspre sono state le esigenze costruttive.

Notevoli esempi a suffragio di quanto veniamo scrivendo ci sono offerti da alcune fra le più recenti costruzioni straniere che ci permettiamo di illustrare per sommi capi.

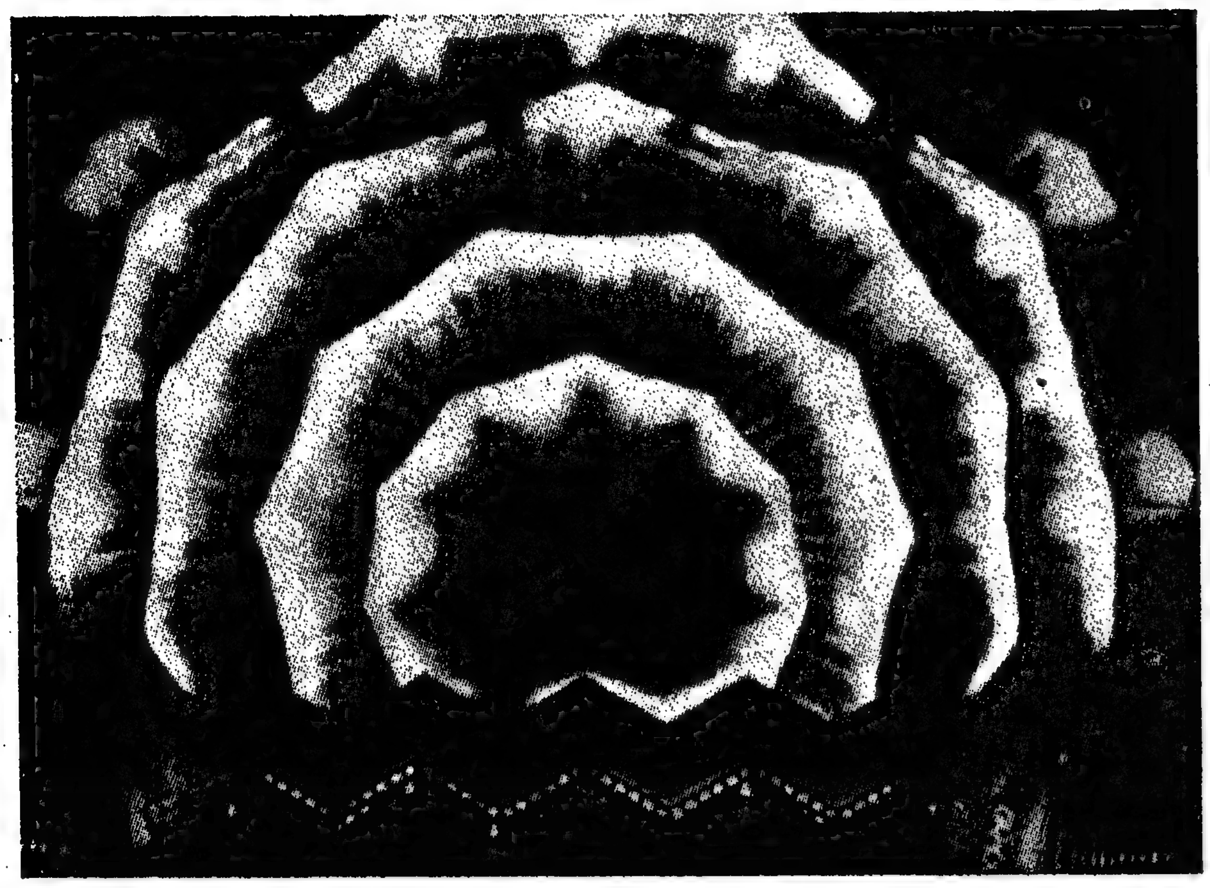


Fig. 3. - Parigi. Soffitto luminoso della sala del teatro Pigalle. Arch. Siclis.

A Parigi l'Arch. Siclis, uno dei più notevoli esponenti delle moderne correnti artistiche, ci ha dato nei teatri S. Georges e Pigalle le due più complete attuazioni di un principio teorico che lo stesso Arch. Siclis definisce così « ....créer de la rue à la scène une ambiance graduée qui ménage au spectateur une transition de l'atmosphère banale de la ville à l'atmosphère artificielle du spectacle ». nè si poteva dir meglio.

Non staremo a considerare se le facciate dei due teatri parigini, ridotte a enormi manifesti luminosi, siano quanto di meglio si potesse attuare in linea d'arte, ma è certo che negli atri e sulle scale del S. Georges e del Pigalle, le luci diffuse e colorate conferiscono una pacata euritmia e una leggerezza alle linee di per sè fredde dell'architettura, il che dà un vago senso di irreale.

Interessante poi, per gli effetti artistici che si sono ottenuti e per l'ardimento della concezione, è l'enorme griglia luminosa, che, quasi scintillante, fantastico sipario, chiude la « hall » del teatro Pigalle. Essa è costituita da una serie di tubi nichelati sui quali un gruppo di riflettori di vetro argentato X-Ray, muniti di schermi policromi, proietta luce.

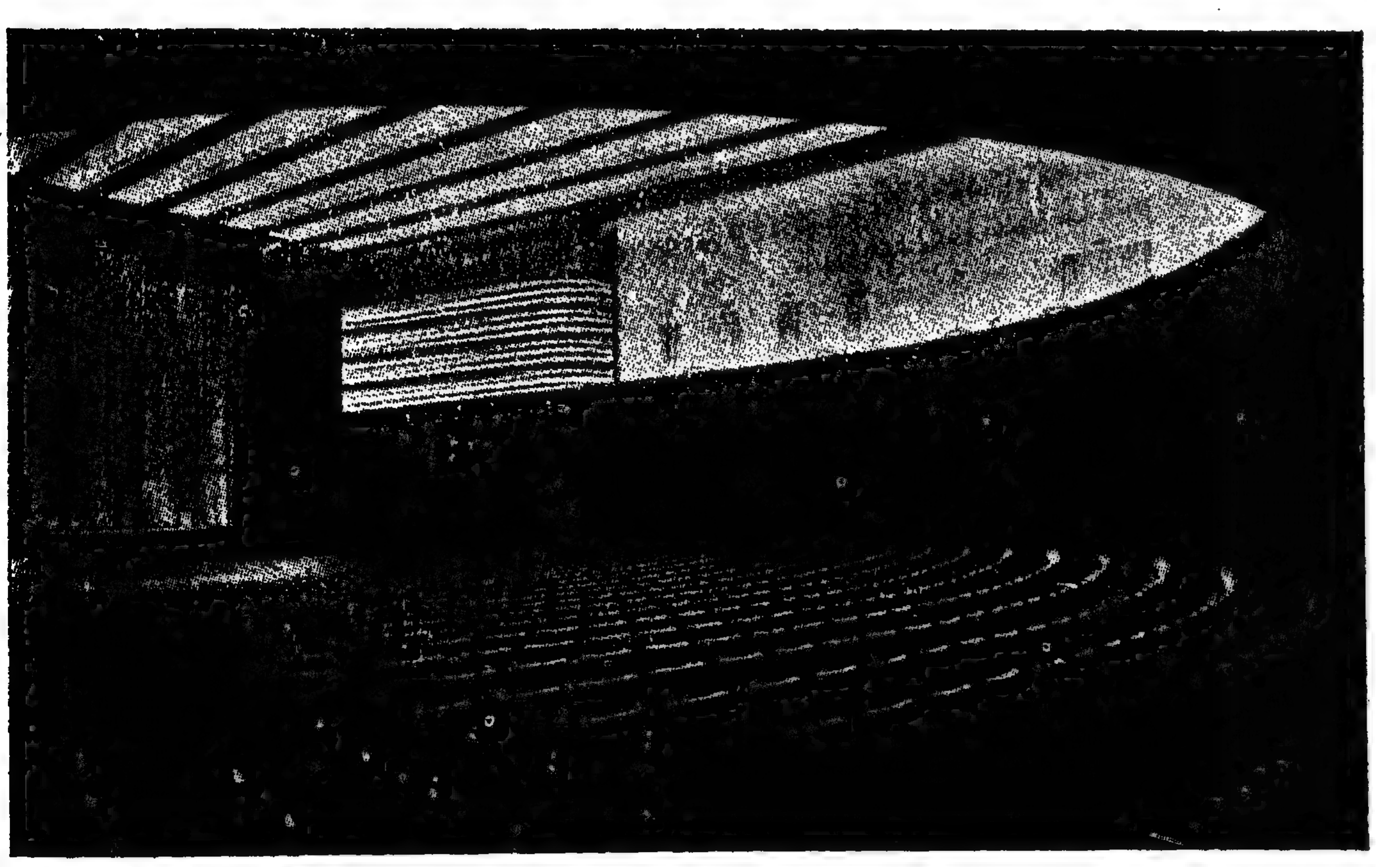


Fig. 4. - Berlino. Soffitto luminoso del Cine Universum. Aich. Mendelsohn.

I soffitti delle sale dei due teatri in discorso, sono fatti di piani diversi illuminati da luci di tre colori e di varia intensità. Al S. Georges le linee del soffitto sono semplici e armoniose; al Pigalle invece tutta la copertura è stata concepita come un'immenso fiore luminoso di grande effetto, ma di gusto discutibile. Particolare notevole è l'aver fatto i piani di vetro di colori diversi così da offrire, sotto l'azione della luce pur colorata, una maggiore possibilità di variazioni cromatiche.

Questo sminuire e quasi annullare il peso incombente dei vasti soffitti delle sale da spettacolo è forse la più notevole delle recenti innovazioni.

A Berlino l'ing. Mendelson ha mutato sapientemente la vasta copertura della sala del Cinema Universum in un velario luminoso, dal quale piove nella sala una luce pacata.

Le travature longitudinali e una lieve sfumatura nelle super-

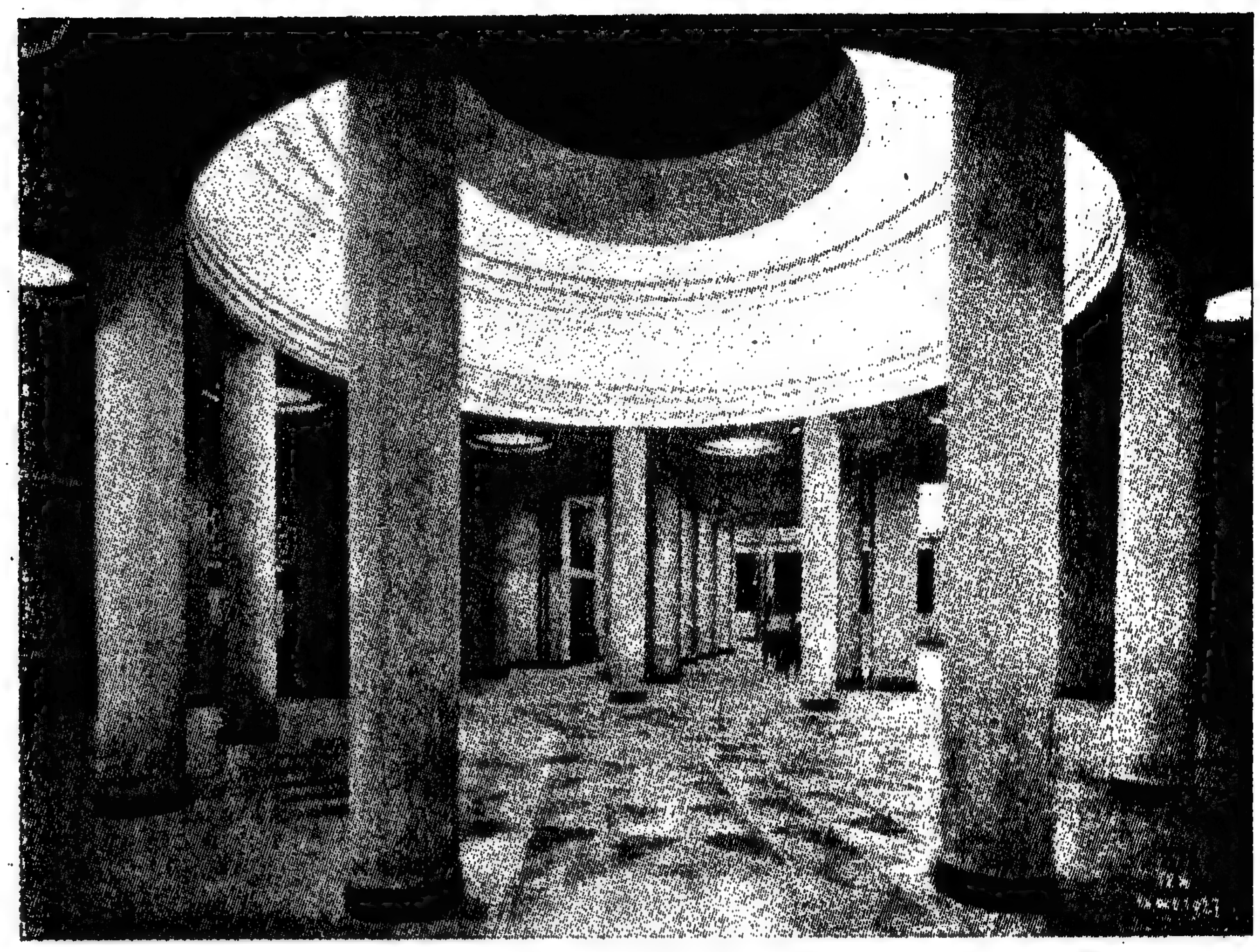


Fig. 5. - Parigi. Peristilio della Sala Pleyel. Arch Aubutrin, Granet e Mathon.

fici luminose danno alla superficie assolutamente piana un certo effetto volumetrico che ne interrompe la monotonia.

E, poichè, siamo in tema di soffitti luminosi e d'ambienti decorati di luce, citeremo in Parigi l'atrio e il peristilio della « Salle Pleyel », armoniose e signorili attuazioni degli Arch. Auburtin, Granet e Mathon e la cupola luminosa nella sala delle conferenze a palazzo Bonaparte nell'Avenue d'Jena (oggi sede della Comp. Universelle du Canal de Suez), la più bella fra le molte del genere. Essa si deve all'arte di Maurice Gras, architetto.

Gli americani in questa ricerca di ambientamento si sono spinti assai più lontano e non si può negare che i loro « atmospheric theatres » e i loro « colorama », anche se sono di un gusto molto discutibile, offrono lo spunto a migliori attuazioni.

Degli « atmospheric theatres » parlò da queste stesse pagine l'Arch. Cassi e dei « Colorama » si fece un cenno a cui rimando il lettore.

Ora mi par di sentire la voce sorniona del solito indiscreto che mi domanda « E da noi scusi, che si è fatto di bello ? ».

Ecco: da noi proprio di bello non si è fatto nulla.

Le due recentissime installazioni milanesi, per esempio, bastano solo a darci una pallida idea di quello che, con maggiore larghezza di mezzi e una più logica e immediata aderenza degli impianti alla costruzione, si sarebbe potuto ottenere.

Crediamo che da noi si dovrà predicare ancora molto, prima che la necessità di studiare gli impianti di illuminazione in sede di progetto appaia evidente ai nostri costruttori e questo non soltanto rispetto a superiori concezioni d'arte, ma anche per ragioni elementari di praticità. Perchè s'hanno da vedere ancor oggi lampade ed apparecchi posti in luoghi di difficile accesso così che, in breve tempo, il rendimento luminoso è diminuito da l'eccessiva quantità di polvere accumulata e dalla mancanza di frequenti ispezioni? (1)

(1) Citiamo in proposito un interessante artisolo de l'Ing. Roulleau su « L'eclairage de Salles de spectacle » (*Lux*, Février 1929).

Auguriamoci che presto anche da noi ci si adegui alle nuove possibilità ed esigenze.

Un esame più profondo delle molte esperienze fatte e del loro valore di principio ci è vietato dalle pretese modeste della nostra trattazione. Una considerazione generale ci viene tuttavia suggerita: l'uso di luci diffuse dà uno speciale senso di benessere e d'armonia che ne spiega la vasta applicazione, ma nelle sale da spettacolo s'ha da tener conto anche di un certo bisogno di festosità.

In una luce diffusa le pietre preziose si spengono, le sete s'appesantiscono; c'è insomma un eccesso di livellazione di tono che può riuscire assai meno simpatico di quanto non sembri in

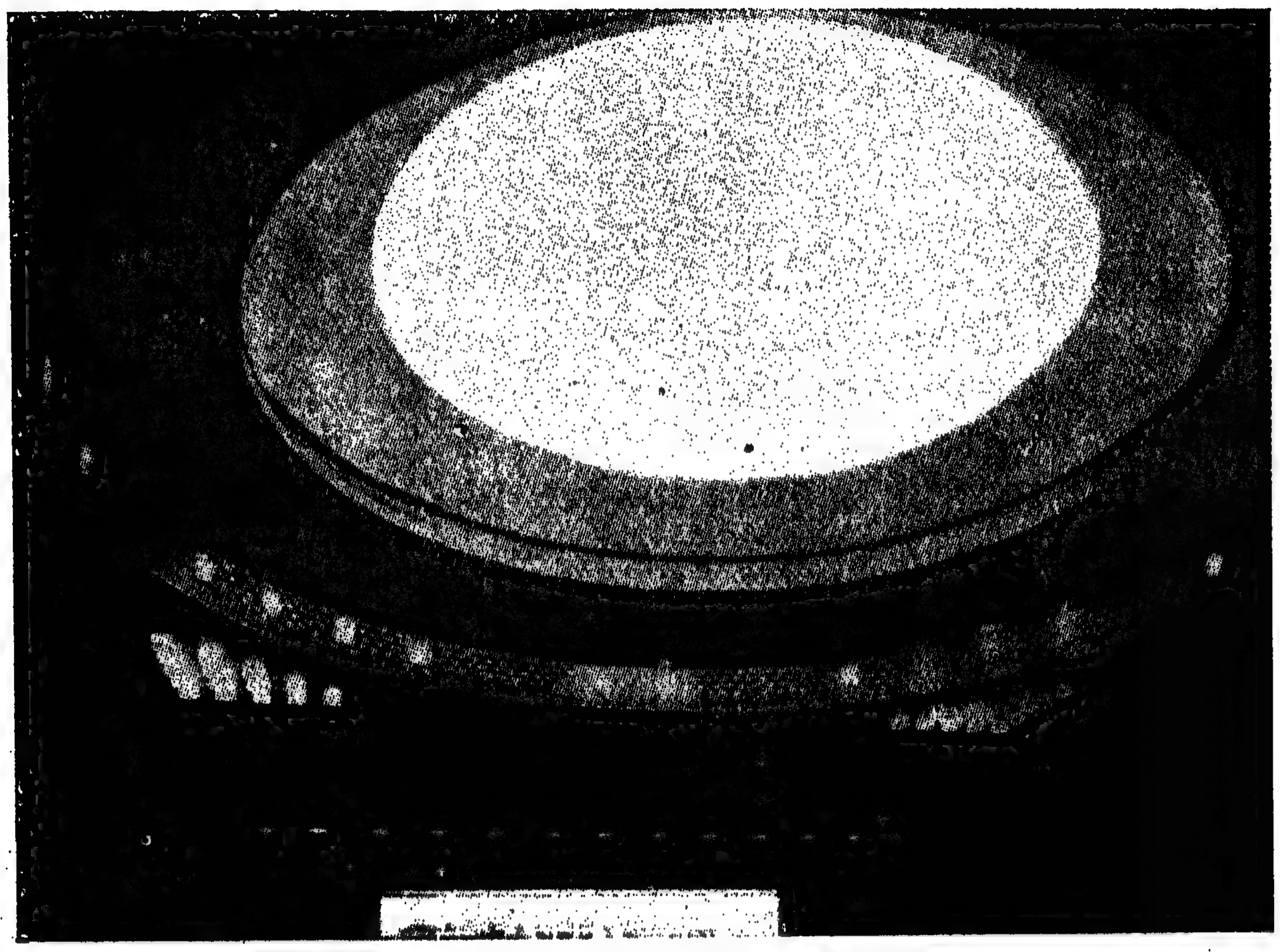


Fig. 6. - Parigi. Cupola luminosa della Sala delle Conferenze a Palazzo Buonaparte. Arch. Gras.

teoria. Da qui l'opportunità di abbinare a luci diffuse sapienti tocchi di luce diretta che, senza turbare di troppo l'effetto totale, conservino all'ambiente la sua naturale vivezza.

***

Un altro vastissimo campo di possibilità ci è presentato dalle recenti esperienze sui rapporti fra luce colore e musica.

Il principio è antico, ma solo i perfezionamenti della tecnica moderna permettono attuazioni su vasta scala.

Ogni suono ha un suo valore quantitativo: ogni colore ha pure un valore suo particolare « *di peso* ».

La luce e il colore, che noi siamo soliti concepire insieme come un tutto unico, presentano, dissociati, una serie qualitativa di colori ed una serie quantitativa di luce.

Quale rapporto possiamo trovare fra *quantità* di suono, *quantità* di luce e *qualità* di colore?

Possono i tre diversi elementi fondersi e completarsi a vicenda così da donarci emozioni nuove di una più perfetta arte?

La luce ed il colore si riflettono sui nostri sensi, come sui nostri sensi si riflettono suoni e rapporti di spazi; una musica

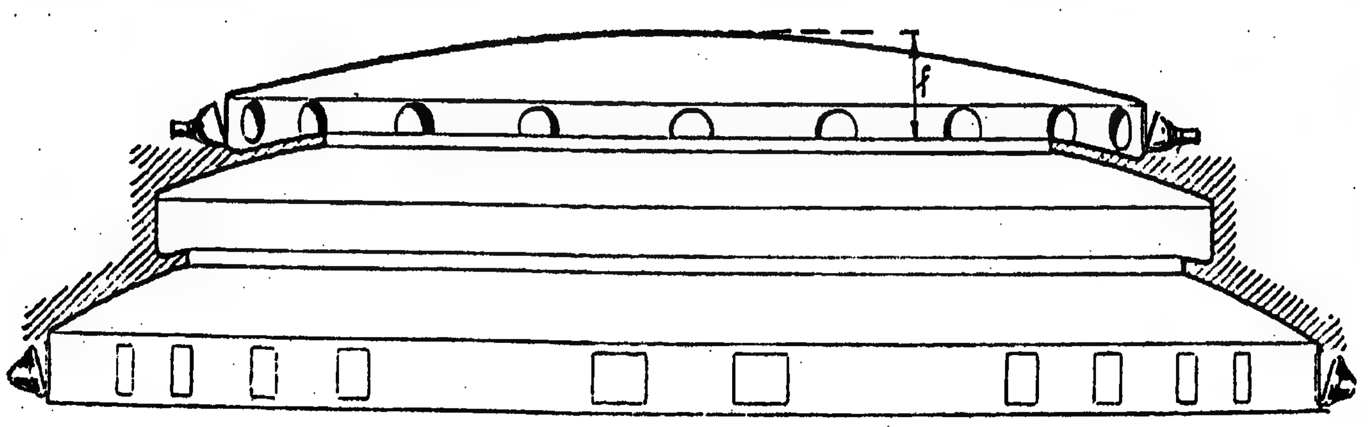


Fig. 7. - Sezione della cupola luminosa della Sala delle Conferenze nel Palazzo Buonaparte a Parigi.

ascoltata in un locale inadatto fra luci e colori falsi non è quindi che una parte (sia pur la maggiore) di un ideale complesso artistico.

Già da gran tempo si vanno cercando le leggi che governano questi rapporti fra musica e luce ed esiste sull'argomento una bibliografia abbondante; per brevità, limiteremo il nostro discorso alle più recenti esperienze.

Il prof. Sérieyx ha eseguito, nella modernissima Sala di

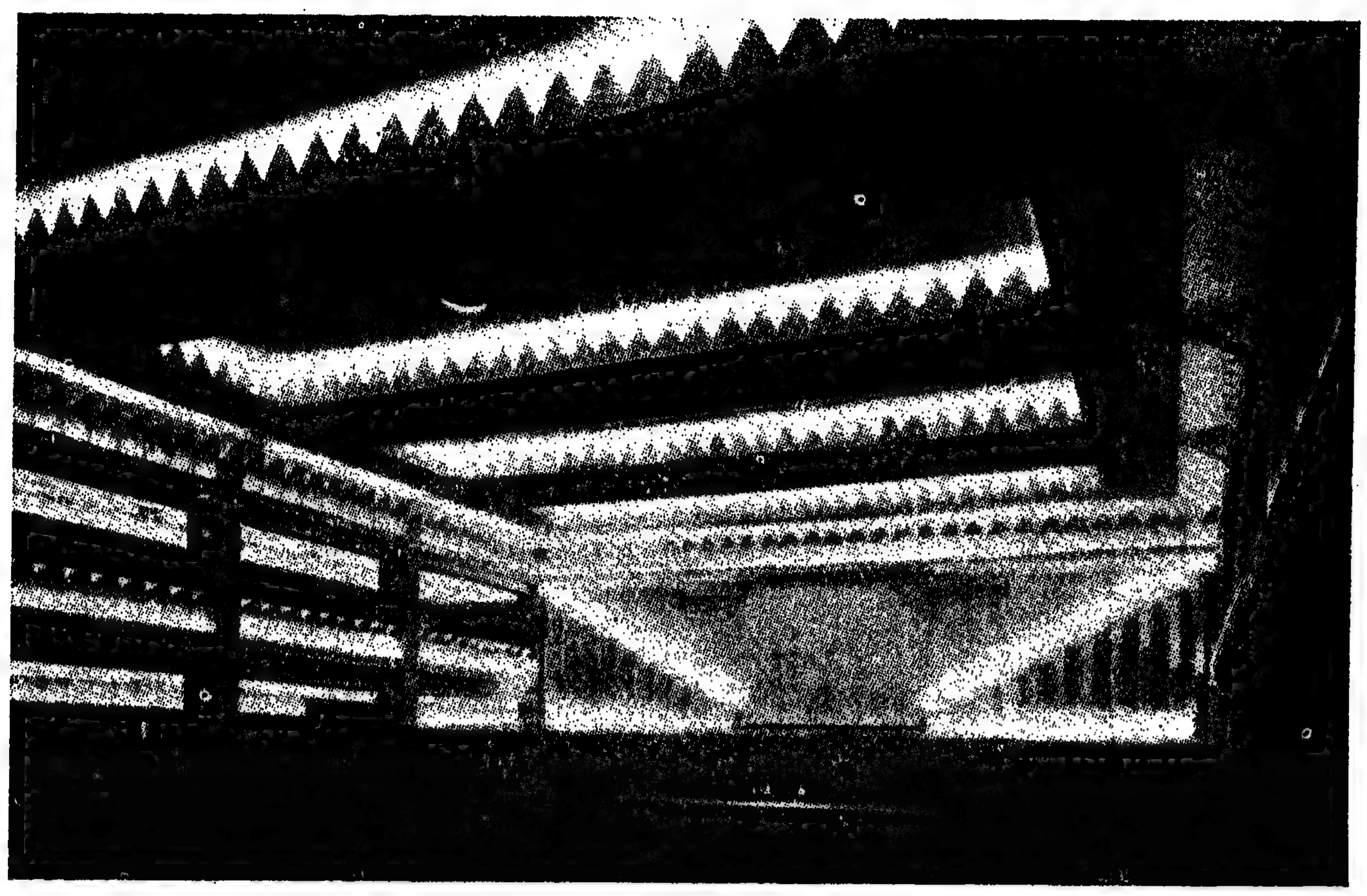


Fig. 8. - New York. Il Colorama della sala da ballo del St. George Hotel. Ingg. M. Messner e F. J. Cadenas.

dimostrazione della Compagnie des Lampes, un esperimento d'alto interesse facendo sincronizzare con le modulazioni musicali della prima parte del preludio al Parsifal di Wagner variazioni qualitative e quantitative di luce.

Per non avere assistito di persona all'esperimento, non ne possiamo dare giudizio. Certo il principio si presta ad essere sviluppato secondo leggi matematicamente esatte, ma noi pensiamo che, come nella interpretazione di una musica, grande parte è lasciata alla sensibilità artistica degli esecutori, così si debba lasciare grande libertà ai direttori artistici nella interpretazione di questi commenti luminosi.

Gli esperimenti del prof. Sérieyx sono stati eseguiti proiettando su di un sipario di velluto grigio luci di varia intensità e colore, manovrate per mezzo di una speciale « tastiera da luce ».

Tutta la sala poteva anche mutare luci e colori per mezzo di cornici di vetro opalino e di speciali gronde che, girando intorno al proscenio, costituiscono una sorte di mantello d'arlecchino, dal quale appunto prende nome questa installazione. I suoni provenivano da un altoparlante posto nella stessa direzione delle sorgenti luminose.

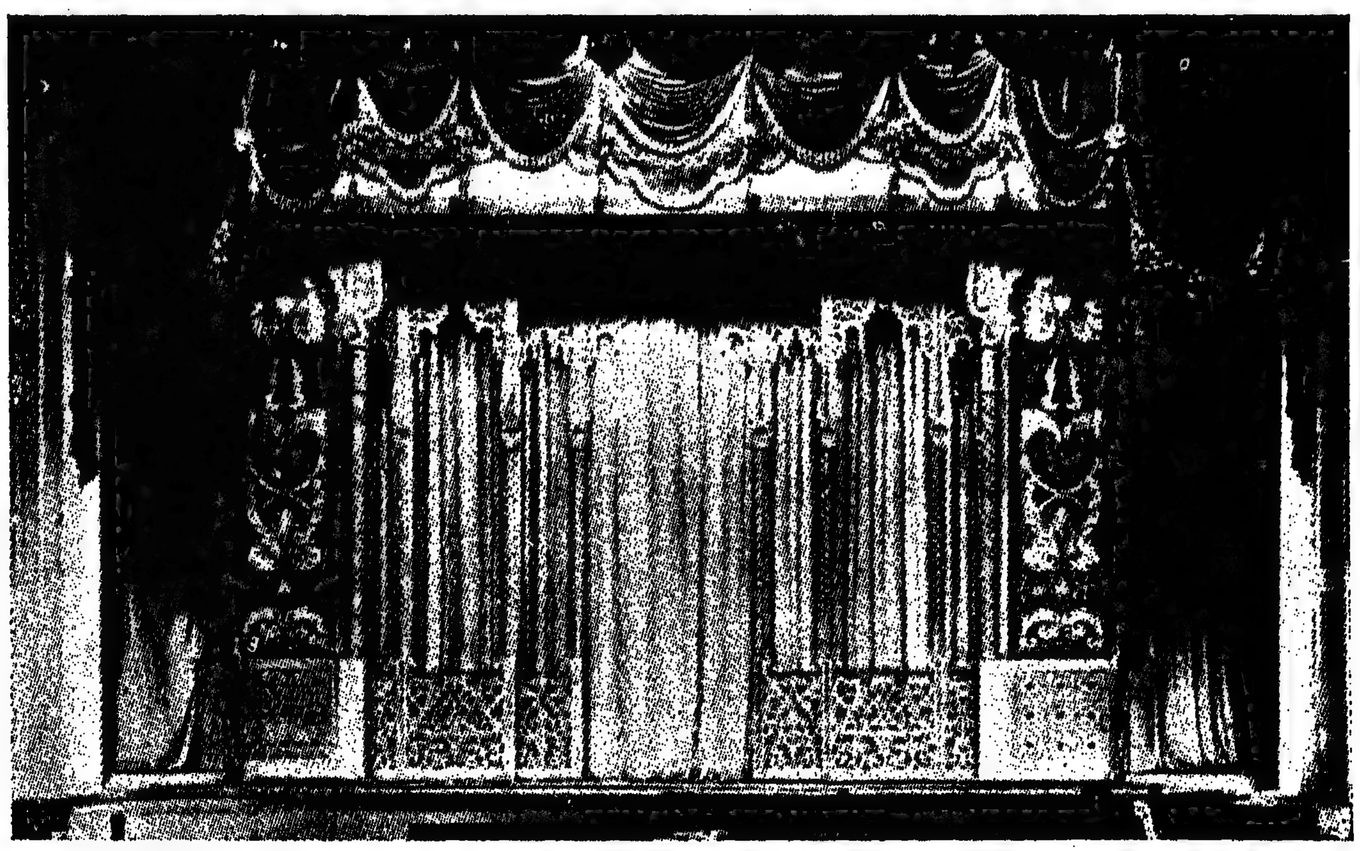


Fig. 9. - Un complicato proscenio luminoso.

Mr. A. L. Powell nella piccola monografia « The Lighting of Theaters and Auditoriums » edita a cura della General Electric Company, considera invece il problema da un punto di vista

meno scientifico, ma più largo e intuitivo. Egli ne fa una vera e propria questione di ambientamento psicologico.

Un lieve minuetto settecentesco, una sarabanda, un pezzo sinfonico di largo respiro, o magari un'orgia di suoni sincopati, elargiti con foga encomiabile da un jazz band negro, eccitano

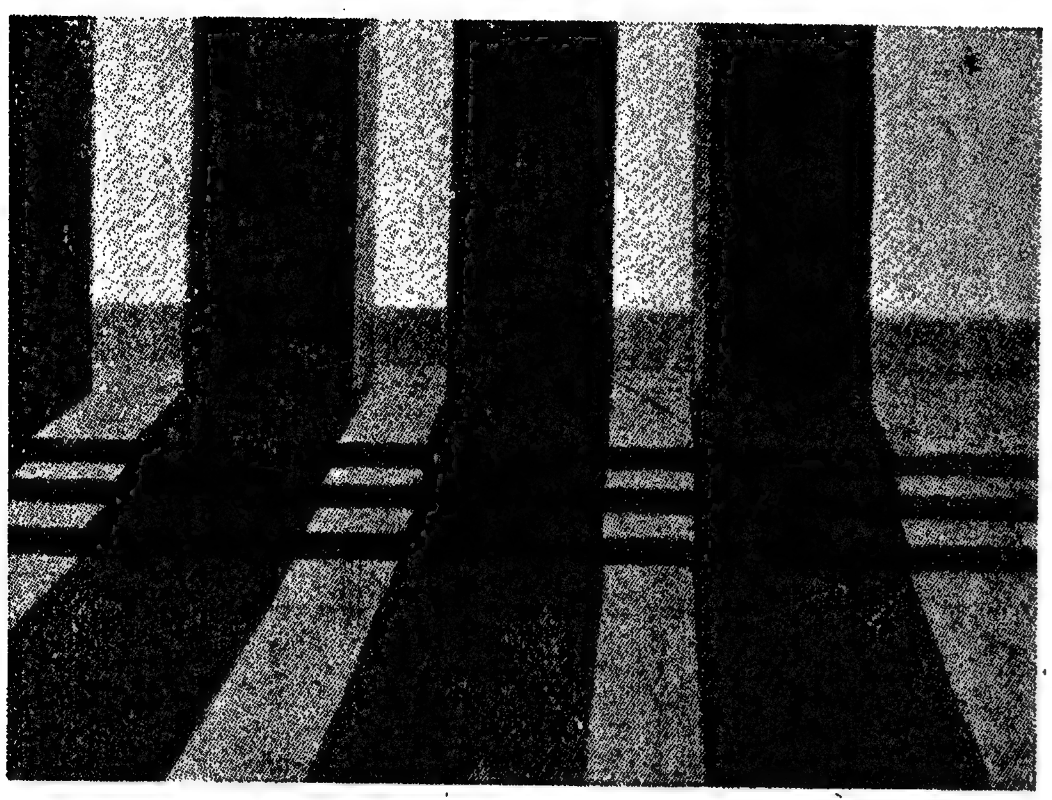


Fig. 10. - Uno spazio ritmico di Adolfo Appia.

in noi sensazioni diverse puramente nervose, come davanti a un'illuminazione abbagliante e a un'altra diffusa e pacata i nostri nervi reagiscono in modo diverso.

Ancora: una successione di colori sgargianti e un'altra di finissimi toni iridescenti possono darci un'eccitazione profonda, o una tranquilla pace.

Appare evidente che un certo rapporto esiste fra il minuetto e la serie di toni lievi e iridescenti, inadatti ad una musica di jazzband che domanda invece una fantasmagoria di colori sgargianti e di vive luci.

Mr. Powell ci porge esempi interessanti:

— Ingresso degli Dei nel Walhalla (da l'Oro del Reno di Wagner).

Incantamento di Tunder — Intensità lievi di bleu con sprazzi di giallo di tempo in tempo, per simboleggiare la folgore.

Il Walhalla — Giallo brillante in alto, giallo rossastro in basso ecc. ecc.

Come si vede, l'accordo è creato fra luci e temi musicali. Viene però fatto di chiedersi, dato che nell'opera musicale i temi si susseguono, si alternano, si accavallano nel complesso sinfonici, quale sarà l'effetto vero delle luci costrette ad un movimento piuttosto celere.

Anche Mr. Powell cita un esempio di sipario che si illumina e che noi qui riproduciamo. Esso è fatto di panneggi e cordoni intesi a dare una suggestione fra l'orientale e il liberty che lasciamo giudicare al lettore.

Non si potrebbero sostituire a queste tende noiose, semplici decorazioni fatte di euritmie spaziali?

Una trattazione diffusa ci porterebbe troppo lontano.

Tentativi interessanti, per cercare spazi euritmici che si adattassero alla musica furono fatti, nel campo della scenografia teatrale, da Adolfo Appia ginevrino. Nei nostri teatri lirici le sue invenzioni non trovarono fortuna, ma il vivace senso d'arte dal quale erano nate e i principi teorici sui quali si fondavano sono ancora oggi suscettibili di ampio sviluppo.

Diamo la riproduzione d'uno « spazio ritmico » che può fornire spunto agli studi dei competenti.

Questa lunga rassegna di attuazioni e di possibilità, non vuol essere nè completa, nè, a stretto rigore, nuova. Essa ha il solo scopo di richiamare l'attenzione dei nostri tecnici sul molto che ancora si può e si deve fare a incremento di un'industria tra le maggiori e a decoro dell'arte.

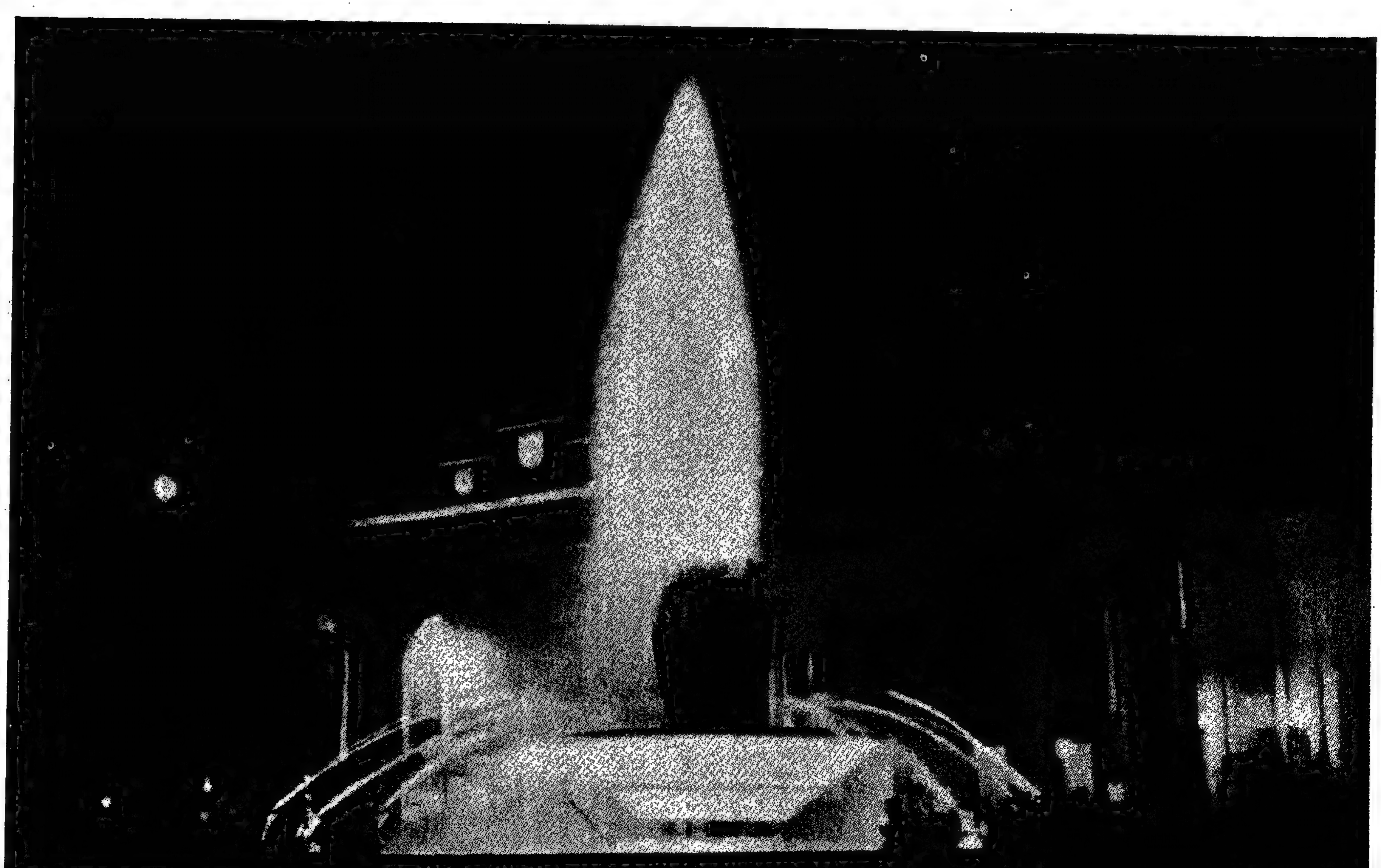
Bruno Moretti.

La fontana delle Rane a Bolzano

La descrizione tecnica dell'impianto eseguito per conto Municipio di Bolzano è già stata riportata nel numero di Gennaio di questa rivista.

La potenza installata risultò di 4200 Watt. Malgrado la limitazione di prezzo prescritta dal Municipio, l'effetto risultante, come si può osservare nella fotografia, fu dei più suggestivi ed attraenti. Fu anche possibile ottenere effetti di colore mediante schermi posti ai riflettori della vasca.

La bella fontana s'è così arricchita dell'incanto della luce che nella notte si rifrange nel pulviscolo e nella schiuma dell'acqua con infinite modulazioni di colore, in uno spettacolo di insolita eleganza ed armonia.



Effetto notturno dell'illuminazione della fontana delle Rane a Bolzano.

L'effettivo diametro degli anelli da noi studiati è di cm. 60, quindi sugli elementi dati dalle prove del Torok possiamo ritenere di avere fissate dimensioni degli anelli, corrispondenti ad una buona condizione di funzionamento.

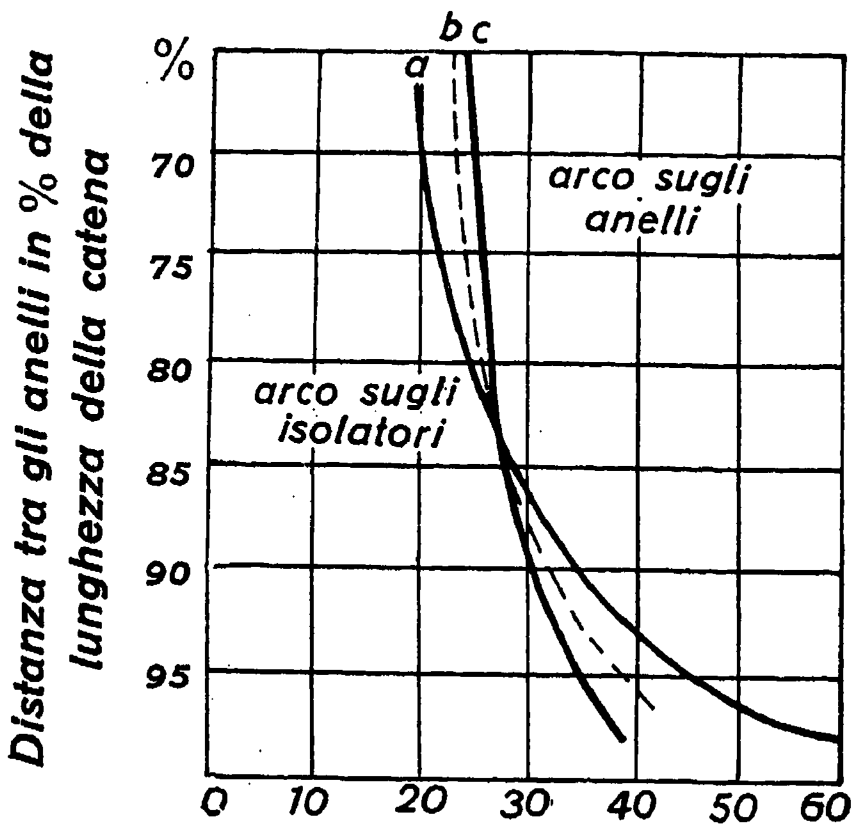


Fig. 32. - Curve limiti per anelli.
a) di ¼ di pollice. — *b*) di 1 ½ pollice. — *c*) di 2 pollici.

Fattore d'impulso.

Ma un'altra considerazione di capitale importanza deve farsi sull'adozione degli anelli, ed è precisamente riguardo al fattore d'impulso che indubbiamente viene a modificarsi per la presenza degli anelli, e che può variare secondo i varii tipi e le varie dimensioni degli anelli.

In verità molte esperienze non sono state fatte su questa particolarità importantissima.

Le sole esperienze di cui si conoscono i risultati sono quelle eseguite nei laboratori della Ohio Brass dal Dott. Austin e dal Peek nei laboratori della General. Da queste esperienze si ricava che gli anelli modificano il valore della tensione d'arco col variare della frequenza, e precisamente la diminuiscono col crescere della frequenza. Le prime esperienze erano limitate alla frequenza 70.000 cicli.

f	kV arco (senza anelli)	kV arco (con anelli)	(rapporti)
60	630	600	1,05
5000	490	450	1,09
10000	450	400	1,12
20000	420	375	1,12
30000	390	350	1,12
40000	385	330	1,16
50000	380	310	1,12
60000	375	305	1,23
70000	375	300	1,25

Dai valori trascritti risulta anche che col crescere della frequenza la tensione d'arco diminuisce più rapidamente con gli anelli che senza.

A 60 cicli il rapporto è 1,05 mentre sale a 1,25 per 70.000 cicli. In identiche condizioni il dott. Austrin ha potuto determinare che un passante di altezza 1,670 mm. presenta invece una tensione d'arco che praticamente è poco variabile col crescere della frequenza e precisamente mentre per frequenza 60 si ha una tensione d'arco di 385 kV, a 70 Kilocicli la tensione d'arco risulta di 375 kV.

Colle onde d'impulso viceversa il valore della tensione d'arco cresce e risulta assai più elevato per catene con anelli che con catene senza anelli.

Si deve dedurre che gli anelli elevano il fattore d'impulso.

Ma la questione del fattore d'impulso per catene è assai più complessa, perchè il valore di questo fattore dipende in modo particolare dalla forma d'onda, e più specialmente anche dalla forma del dorso dell'onda. L'importanza del valcre del fattore d'impulso emergerà maggiormente dalle considerazioni che seguono relative ai passanti.

La tabella seguente dà valori d'archi a secco, il valore corrispondente del massimo della tensione sinussoidale, ed il valore d'arco d'impulso secondo esperienze eseguite in America, dal Peek:

Tabella XX.

Distanza fra gli anelli cm	Numero elementi	Arco a secco kV	kV max	Arco d'impulso kV	Fattore d'impulso
194	17	750	1060	2020	1,9
171	15	700	990	1890	1,9
158	14	655	920	1760	1,9
146	13	620	872	1620	1,86
134	12	580	820	1470	1,8
122	11	540	760	1350	1,78
110	10	510	720	1222	1,7

Per le nostre catene di 15 elementi verticali per le quali è evidente la corrispondenza delle dimensioni con quelle provate dal Peek, potremo ritenere che presenteranno una tensione d'arco d'impulso di 1.890 kV mentre a frequenza normale scaricano a 680 kV a secco e 570 kV sotto pioggia (acqua sottosuolo).

Per 17 elementi invece i valori sono rispettivamente 2020 kV per la tensione d'impulso, 715 kV a secco e 640 kV sotto pioggia.

Se si avesse avuto acqua a disposizione secondo le norme dell'A.E.I. le tensioni d'arco sarebbero risultate rispettivamente per 15 e 17 elementi di 620 e 780 kV. Per le catene d'ammarraggio in pratica e prudenzialmente, data la posizione degli elementi la tensione d'arco si deve ritenere un po' inferiore ed ammettere che l'arco nella peggior ipotesi si riduce a 640 kV come per le catene verticali di 15 elementi. Esperienze fatte in proposito con catene di 15 elementi hanno dato i seguenti risultati:

Prove sotto pioggia con i due anelli S.I.P. catene orizzontali.

Catena di 15 elementi disposta in orizzontale: la pioggia batte nelle campane interne:

primo friggio	a	kV	130
scariche molto visibili ai perni	»	»	250
scariche sull'anello (effluvii)	»	»	400
scarica totale	»	»	440

Catena di 15 elementi disposta in senso inverso alla precedente: la pioggia batte sulla campana superiore:

scariche visibili ai perni	a	kV	270
scariche sull'anello (effluvii)	»	»	480
scarica totale	»	»	500

Come si vede la scarica sulla catena di 15 elementi in ammarraggio avviene, se gli elementi son ben disposti in posizione regolare a 500 kV contro 560 kV quando la catena è verticale.

Passanti.

Il comportamento dei passanti nelle istallazioni ad altissima tensione assume una capitale importanza. Bisogna prima di ogni altra considerazione evitare che i passanti vengano a costituire il punto debole dell'istallazione, e che per essi le tensioni d'arco abbiano valori inferiori a quelli delle catene in linea. Il loro costo elevato e la difficoltà della loro sostituzione in caso di avarie giustificano questa affermazione.

perficie riflettente sia molto ben finita perchè altrimenti le radiazioni ultraviolette verrebbero in gran parte assorbite riducendo in tal modo considerevolmente l'efficacia della lampada.

La lampada *S*-1 è ricca anche di radiazioni infrarosse che negli usi terapeutici si ritengono un complemento necessario alle radiazioni ultraviolette poichè, penetrando nei tessuti del corpo insieme alle radiazioni luminose, lo riscaldano e probabilmente stimolano certe particolari reazioni.

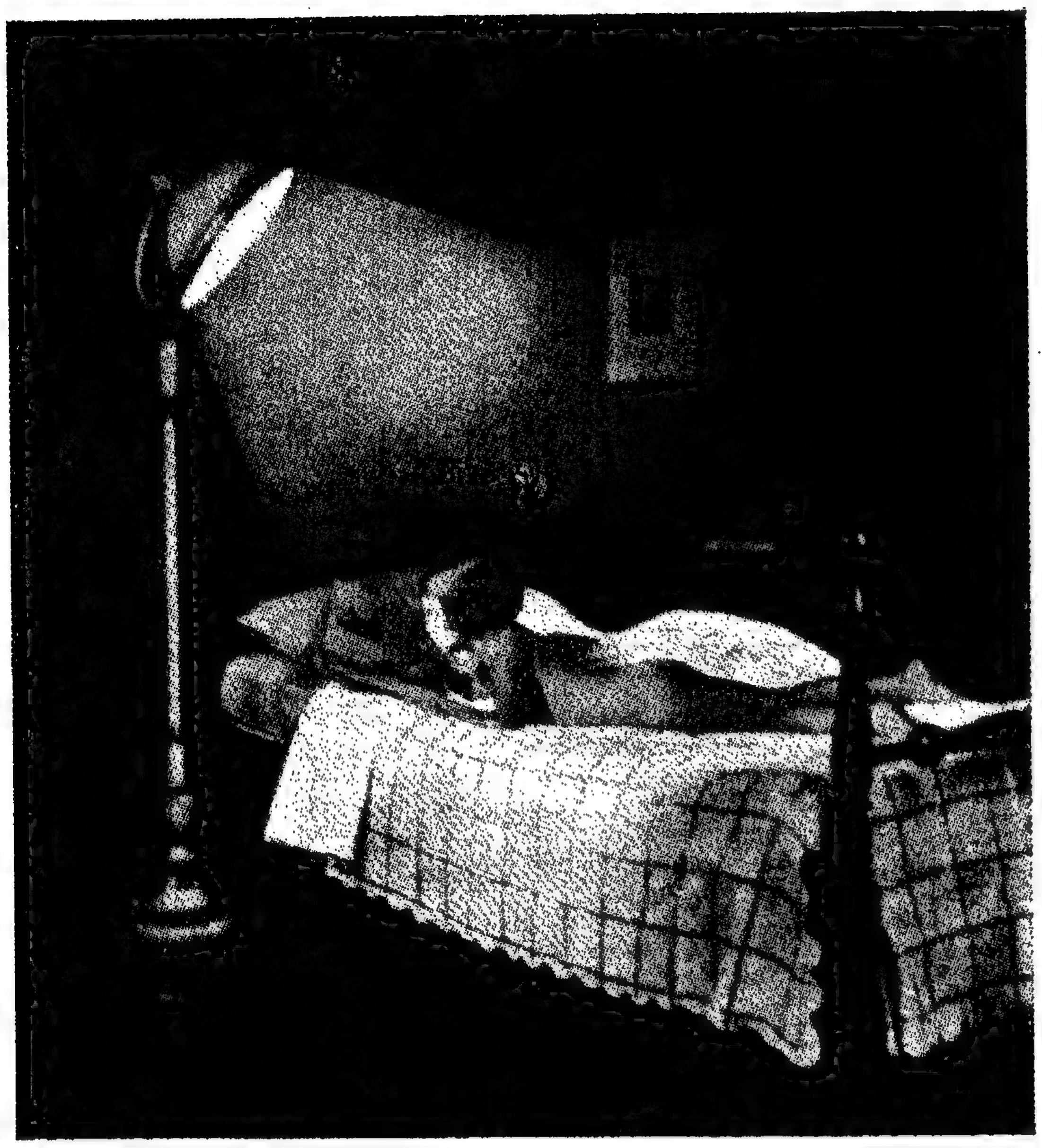


Fig. 3. - Un salutare bagno di luce solare dopo il tramonto!

L'ampolla della lampada *S*-1 non trasmette le radiazioni più corte dall'arco tungsteno-mercurio le quali produrrebbero con particolare facilità infiammazioni dell'occhio e congiuntivite.

A questo riguardo bisogna notare che non vi è una precisa lunghezza d'onda che separi i raggi dannosi all'occhio da quelli innocui, la congiuntivite essendo prodotta in parte dalla intensità ed in parte dalla lunghezza d'onda della radiazione. In condizioni normali, all'aperto, l'occhio non risente danno; tuttavia una lunga esposizione a distese di neve può produrre, se la luce solare è molto intensa, casi di congiuntivite, poichè la neve riflette molto bene le radiazioni ultraviolette.

Alcuni esperimenti hanno provato che le radiazioni della lampada *S*-1 non sono dannose agli occhi se questa è usata con le stesse precauzioni che si prendono nel caso di esposizione alla luce solare intensa. Non sono quindi necessari occhiali o o schermi speciali, ma bisogna evitare di guardare direttamente la sorgente luminosa come del resto bisogna sempre evitare di dirigere lo sguardo su qualsiasi punto eccessivamente brillante. I bambini solitamente non hanno tale precauzione e la prudenza consiglia talvolta di munirli ugualmente di occhiali.

Non pare che le radiazioni ultraviolette abbiano una particolare azione decolorante poichè alcune ricerche fatte alcuni anni fa sulla luce solare e sulla luce artificiale hanno dimostrato che le radiazioni ultraviolette non producono nessun effetto anormale in confronto delle radiazioni visibili. E benchè le radiazioni della lampada *S*-1 siano particolarmente ricche di raggi ultravioletti si è constatato che una serie di nastri di tinte delicate scolorirono nella stessa misura, sia dopo una esposizione di 5 giorni alla luce solare, che dopo un'esposizione di 70 ore ad un'intensità d'illuminazione di 500 lux ottenuta dalla lampada in questione che può quindi essere usata senza particolari preoccupazioni.

Notevole è il fatto che la lampada mantiene costanti le sue caratteristiche di emissione, nonostante che dopo una esposizione prolungata alle radiazioni ultraviolette, a temperatura ordinaria, i vetri aumentino la propria selettività per le radiazioni ultraviolette al limite della loro trasparenza. (Il nome di « solarizzazione » che si dà a questo fenomeno è dovuto al fatto che esso avviene comunemente esponendo i vetri alla luce solare). In molti casi la trasparenza alle radiazioni ultraviolette può essere ristabilita riscaldando il vetro.

Il bulbo della lampada *S*-1 assume a regime una temperatura molto alta, il che forse è la ragione del costante e soddisfacente comportamento per tutta la vita della trasparenza alle radiazioni ultraviolette. E ciò, malgrado il progressivo annerimento del bulbo che, venendo man mano ad assorbire una maggior quantità di energia, causa di un aumento della temperatura di regime e, conseguentemente, una maggior emissione di radiazioni ultraviolette che pare compensino le perdite dovute all'annerimento.

A.N.S.I.

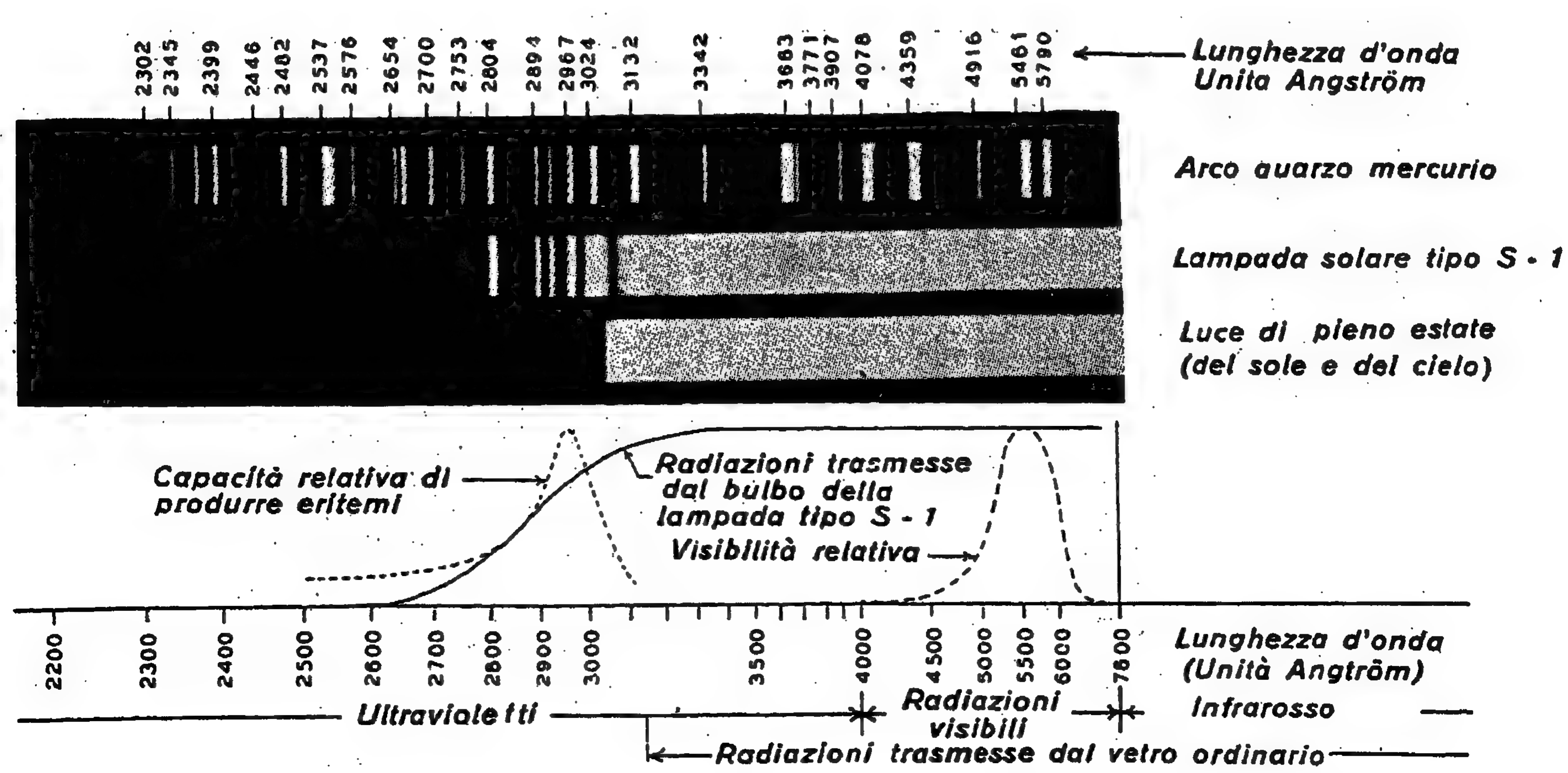


Fig. 4. - Caratteristiche di emissione della lampada solare tipo *S*-1.

Manifestazione per la campagna per la migliore illuminazione.

Alla Fiera di Verona

Giovedì 13 marzo ebbe luogo a Verona un Congresso di elettrotecnici sull'argomento dell'elettrificazione della campagna. Tale Congresso elettro-agricolo, che venne tenuto nell'artistico Teatro Filarmonico del Bibbiena, ebbe pieno successo.

La maggior parte delle comunicazioni e discussioni vertè naturalmente sull'applicazione dell'elettricità ai vari lavori agricoli: aratura, pompatura di acqua ecc., applicazioni che vanno sempre più estendendosi.

In ultimo, l'Ing. Carlo Clerici, Direttore della A.N.S.I., parlò sul tema: « L'illuminazione elettrica nelle aziende agricole ».

L'oratore si diffuse a spiegare come nelle aziende agricole l'illuminazione può essere un fattore importante di benessere e di sviluppo.

La relazione dell'Ing. Clerici trattò del modo di illuminare la fattoria, sia nei locali di abitazione, sia nei locali di uso rustico, mettendo in rilievo come l'illuminazione elettrica, oltre che a essere la più economica in confronto agli altri illuminanti, evita anche il pericolo degli incendi così disastrosi nelle cascine lontane dai servizi pompieristici.

Spiegò le ragioni per cui anche le operazioni dei rurali possono riuscire meglio con la buona illuminazione e come si possa ritenere che una razionale ed abbondante illuminazione, invece di cagionare un sovrappiù di spesa nell'esercizio della fattoria, può realmente rappresentare un'economia.

L'oratore si diffuse poi a parlare delle applicazioni specifiche che la luce elettrica può avere in rapporto all'agricoltura. Parlò quindi dei pollai, combattendo alcune avventate asserzioni e dimostrando che è realmente possibile, applicando la luce colle dovute cautele, ottenere un notevole aumento della produzione invernale di uova, con un vantaggio enormemente superiore al costo dell'illuminazione necessaria.

Passò poi in rivista le altre nuove e nuovissime applicazioni della luce elettrica, quale quella per la rapida germinazione delle sementi, per la difesa dei prodotti agricoli dagli insetti distruttori, dell'applicazione dei raggi ultravioletti per lo sviluppo più rapido del bestiame e per la loro igiene.

La comunicazione dell'Ing. Clerici venne attentamente seguita dai numerosi congressisti che applaudirono e complimentarono l'oratore.

In Congresso quindi fece voti che tutti gli elettrotecnici facciano un'opportuna propaganda presso gli agricoltori perchè non venga trascurato il problema dell'illuminazione delle fattorie.

Roma caput mundi

Nel numero di gennaio di questa rivista fu detto delle manifestazioni luminose fatte a Roma nell'occasione dei festeggiamenti in onore degli Augusti Sponsali di S. A. Reale il Principe Ereditario.

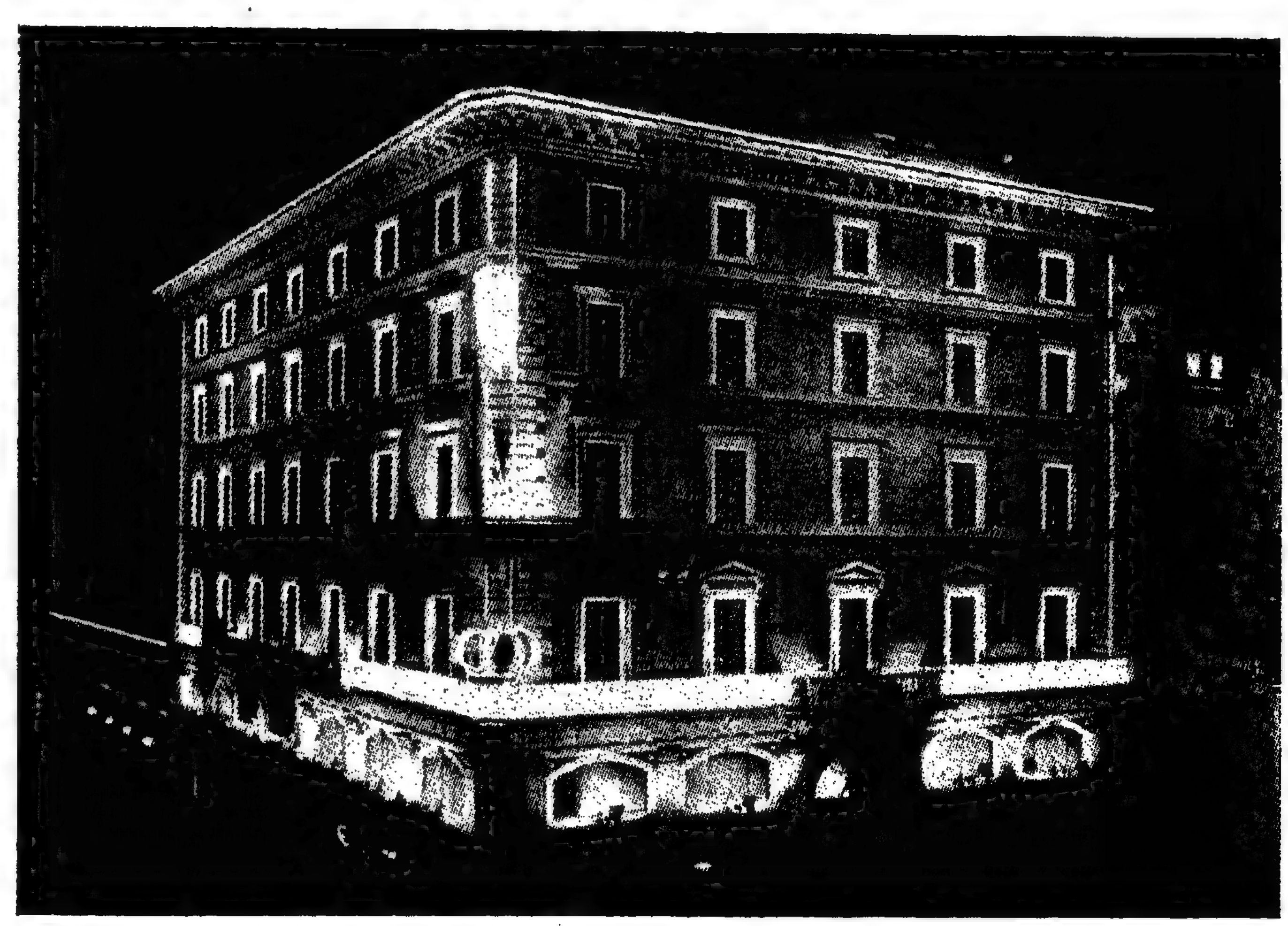
Artefici di questi inusitati splendori la Società Romana di Elettricità e Gas e l'Azienda Elettrica del Governatorato.

Ci piace ora riportare la fotografia del Palazzo, sede della Società Elettricità e Gas di Roma in Via Poli 14, che per l'occasione ebbe le due facciate sfarzosamente illuminate ed ove inconsueti effetti luminosi furono magistralmente ottenuti mediante il sapiente impiego delle lampade e degli apparecchi moderni di illuminazione.

L'illuminazione, che potremo dire generale, era ottenuta con luce bianca fornita da lampade per una potenza complessiva di 110 kW poste in riflettori installati sulle terrazze dei palazzi antistanti o mediante bracci a muro sporgenti al disopra dei negozi del palazzo stesso e da una ribalta disposta lungo il cornicione del primo piano.

Sul balcone d'angolo del secondo piano erano poi convenientemente disposti 31 proiettori, parte dei quali provvisti di gelatine colorate in rosso ed in verde, per modo da formare coi loro fasci di luce la bandiera Nazionale fra cui spiccava un Fascio Littorio composto di lampade colorate.

Dei tubi al néon, variamente colorati, incorniciavano le finestre e correvano lungo le linee principali del palazzo con uno sviluppo totale di 280 metri; una corona reale composta con



tub al oneon e lampade « Perla » troneggiava sull'angolo principale del palazzo.

Il totale fu installata una potenza di 142 kW e l'effetto ottenuto fu mirabile.

Notizie varie

Una società francese di ingegneri illuminatori.

Si è costituita in Francia una Società di Ingegneri illuminatori presieduta dal Signor Maurizio Leblanc ed il cui Consiglio comprende personalità assai note nel campo della illuminazione.

Questa Società, che ha sede a Parigi in Rue du Dôme, N. 4, accoglierà anche, come membri associati, gli specialisti non ingegneri, i decoratori ecc. ecc.

La prova delle lampade elettriche a incandescenza.

L'Elettrotecnica dà la seguente notizia di un articolo di J. W. T. Walsh apparso sulla Rivista *Electrical Power* del febbraio 1929.

Quando si pensa alla delicatezza costruttiva di una lampadina a incandescenza nella quale il filamento deve avere un diametro di 2/100 di mm., e che una variazione del 1% in tale diametro è sufficiente a produrre una variazione di intensità del 1,8 %, e una variazione di durata del 7 % è facile immaginare l'importanza che assumono le prove ed i controlli. Per tali prove devono essere stabilite delle condizioni di collaudo che tengono conto dei due requisiti antagonostici che sono voluti dalle lampadine; massima intensità luminosa, e massimo rendimento elettrico da un lato, e massima durata dall'altra. Il compromesso generalmente adottato tra questi due requisiti è il seguente; la lampadina deve avere una durata di 1000 ore almeno, e il suo rendimento deve essere il più alto possibile compatibilmente con tale durata.

Le prove relative sono state dettagliatamente stabilite ma disgraziatamente esse appaiono abbastanza complicate e costose giacchè una prova di una lampadina da 60 Watt per 1000 ore viene a costare, secondo l'A. 20 sterline circa. Si è perciò spesso tentato di sostituire tali prove con una prova forzata di durata, ma ciò non è possibile perchè non è stata trovata una relazione costante tra durata e rendimento, che solo può essere messa sotto la forma $L_1/L_2 = (e_2/e_1)\ n$ dove L sono le durate, ed e i rendimenti, e dove n è una quantità variabile tra 6 e 7,4, anche per lampadine dello stesso tipo.

L'A. esamina quindi le varie prove prescritte, incominciando da quella del flusso luminoso, per la quale, a causa della diversità di disposizione del filamento tra i diversi tipi di lampadine, è necessario ricorrere a una prova fotometrica della lampadina colla sfera di Ulbricht; passando quindi alla scelta dei campioni da provare per una data partita; e quindi alla prova di durata. Per questa sono esaminate la tensione iniziale di prova che deve essere determinata con prove fotometriche, la correzione delle variazioni di tensione durante la prova; l'installazione di prova (generatore, trasformatore, correttore, resistenza in serie variabile in piccoli limiti determinati, lampadine in derivazione, ciascuna montata con una resistenza correttrice in serie), e infine il computo dei risultati della prova, che viene fatta integrando il rendimento luminoso di ciascuna lampadina per la durata della prova, allo scopo di caratterizzare la legge di diminuzione di luminosità nel tempo.

Un'illuminazione adeguata riduce la fatica dell'occhio.

La valutazione dei vantaggi che la migliore illuminazione apporta all'industria è consistita finora nel paragonare il rendimento del lavoro che si aveva con i vecchi sistemi di illuminazione a quello che si ha con i nuovi.

Oltre all'aumento di produzione, si citano sovente anche gli effetti più difficilmente valutabili delle diminuzione della fatica dell'occhio e quindi della conservazione della vista. Tuttavia, a quanto riferisce il Dott. Luckiesh sull'*Electrical Worl*, questi effetti sono spesso considerati alla stregua di un beneficio accessorio piuttosto che come un vantaggio fondamentale della migliore illuminazione, e solitamente l'importanza che si dà ad essi è molto minore di quella che si dà all'aumento di produzione.

Poichè nell'industria si tende a facilitare agli operai l'adempimento del loro lavoro, il fattore tanto importante della conservazione della vista dovrà essere tenuto sempre presente nello stabilire le condizioni di illuminazione.

Malgrado la mancanza di metodi diretti soddisfacenti per misurare la fatica dell'occhio, alcune misurazioni indirette hanno tuttavia portato ad importanti conclusioni.

La seguente tabella riassume l'effetto dell'intensità di illuminazione sulla velocità di visione, per un certo lavoro:

Illuminazione di un oggetto	*Tempo necessario per percepire l'oggetto*
10 Lux	0,060 secondi
20 »	0,038 »
50 »	0,027 »
100 »	0,022 »
150 »	0,019 »
200 »	0,018 »
400 »	0,018 »

I risultati concordano con quelli di molti altri esperimenti, benchè la minima intensità alla quale si ha la massima velocità di percezione varii da lavoro a lavoro.

Sta di fatto che fino ad un certo limite la velocità di percezione aumenta colla illuminazione; al di sopra di questo limite le velocità di percezione si mantiene costante perchè intervengono altri fattori, ma il beneficio di una più abbondante illuminazione rende la visione più facile e riduce la fatica dell'occhio.

Sarebbe forse arbitrario, dice il Dott. Luckiesh, sostenere che i benefici dell'illuminazione nella conservazione della vista comincino proprio là dove cessa l'aumento di produzione; tuttavia vi sono molte ragioni che appoggiano questa supposizione.

Si possono pulire internamente i globi delle lampade elettriche ad incandescenza?

Secondo informazioni d'origine americana, sarebbe possibile pulire internamente i globi delle grandi lampade ad incandescenza, che vengono usate negli studi fotografici e nei campi d'aviazione, introducendo nei globi stessi, prima della loro chiusura tanto come un cucchiaino da caffè di polvere di tungsteno in grossi grani. Si procede alla pulizia facendo girare delicatamente la lampada. La polvere stacca il deposito di tungsteno sul globo e l'annerimento sparisce. Si otterrebbe così un aumento medio di rendimento dal 25 al 30%.

La casa elettrica nel 1950.

In un discorso tenuto recentemente all'Electrical Association di New York il Dr. E. E. Free, asserì che le case del 1950 saranno costruite in modo da essere isolate dai rumori, avranno le finestre unicamente a scopo decorativo, e le stanze da letto, da lavoro, e da conversazione e riunione saranno riscaldate e raffreddate artificialmente secondo le prescrizioni mediche. Aggiunse che tali case saranno ventilate elettricamente e illuminate senza abbagliamento mediante lampade elettriche la cui luce corrisponderà in tutto a quella del sole.

Il Dr. Free dichiarò anche che l'illuminazione razionale permetterà a forse un terzo delle persone che ora portano occhiali di poterne fare a meno.

Opuscoli della ANSI

È uscito il bollettino n. 30 della ANSI « L' Illuminazione artificiale e le fotografia moderna » ove sono state raccolte le idee più moderne al riguardo della migliore applicazione della luce artificiale nella fotografia.

Nei primordi dello sviluppo dell'arte fotografica non si conosceva alcuna fonte luminosa artificiale, di facile uso, che desse la garanzia per un lavoro sicuro e soddisfacente in sostituzione della luce naturale del giorno.

La moderna tecnica dell'illuminazione artificiale, e la costruzione di una varietà di lampadine elettriche e di apparecchi che specialmente e propriamente si adattano allo scopo, ha eliminato questo ostacolo ed ha dato piena libertà al fotografo per la riproduzione di ogni effetto luminoso nel suo studio. La luce artificiale lo ha inoltre liberato da molte altre restrizioni a cui prima doveva sottostare. Non molto tempo fa, infatti, era necessario che lo studio avesse un giardino o fosse all'ultimo piano di uno stabile, che avesse una terrazza chiusa da vetri e molte volte, per la difficoltà di trovare la posizione e l'orientazione adatta, si scartavano posizioni centralissime nella città pur di avere una buona luce diurna essenziale al lavoro.

Le idee e le notizie raccolte nel bollettino sono state prese in parte dalle pubblicazioni delle Case fabbricanti di lampade ed apparecchi speciali per fotografia ed in parte dall'esperienza di alcuni fotografi interessati all'argomento.

RASSEGNA TECNICA

a) SFRUTTAMENTO DELLA CASCATA DI PANGANI

The Electrician, 3 gennaio 1930.

Dopo vari anni di trattative il Governo del Territorio di Tanganyka ha dato alla Società inglese Power Securities Corporation la concessione per lo sfruttamento a scopo idroelettrico,

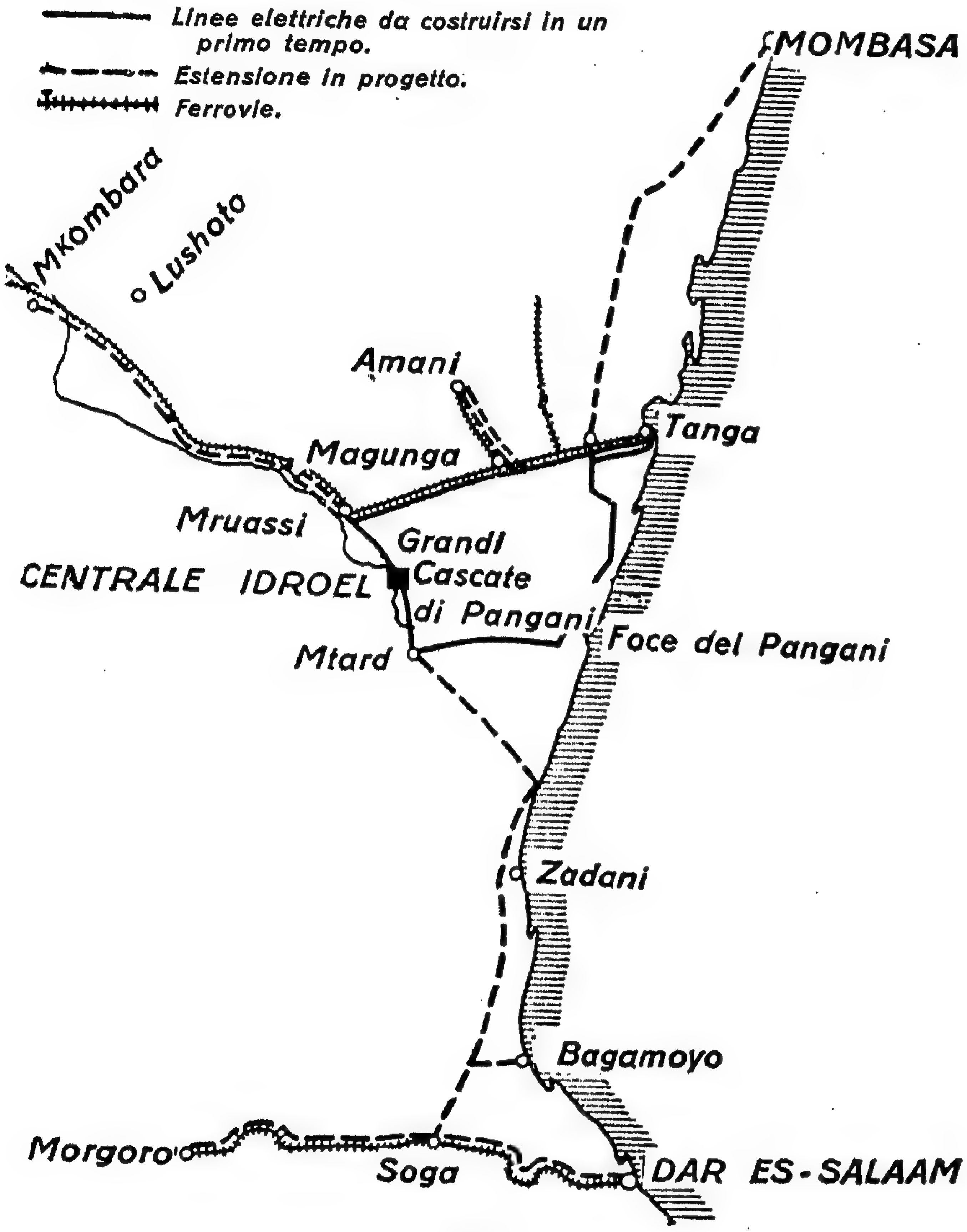


Fig. 1.

delle grandi cascate di Pangani. L'energia prodotta servirà per alimentare le regioni nelle immediate vicinanze delle cascate, nonchè il porto di Tanga. È prevedibile inoltre, che in seguito a un accordo con la East African Power and Light Company, che possiede un impianto termico rudimentale a Dar es Salaam, l'energia possa essere convogliata pure fino a quest'ultima località e a Mombasa (Fig. 1).

Le grandi cascate di Pangani si trovano a circa 50 miglia dalla foce del fiume che nasce sul monte Kilimanjaro e che, dopo un percorso grossolanamente parallelo alla ferrovia che congiunge l'altipiano del Kilimanjaro col porto di Tanga sfocia nell'Oceano Indiano, tra Tanga e Dar es Salaam. La portata media delle cascate di Pangani è stimata a 40.500 m³/sec con un minimo assoluto di 27.300 m³/sec durante i periodi di magra. Il salto massimo è di m 118. Risulta pertanto una potenza minima utilizzabile di 24.000 kW e massima di 38.000 kW.

Presentemente la richiesta delle regioni circonvicine ammonta a 4000 kW a cui vanno aggiunti 1000 kW per il porto di Tanga. Si è pertanto stabilito di installare in un primo tempo il necessario per una produzione di 7500 kW continui.

Il progetto prevede la costruzione della Centrale sulla Riva destra del fiume. La presa verrebbe situata immediatamente a monte delle cascate e sarebbe ottenuta a mezzo di uno sbarramento costituito di una serie di dighe intestate sugli isolotti esistenti. La condotta forzata in lamiera chiodata e del diametro interno di 2,10 m. avrebbe uno sviluppo totale di circa 290 m.

La centrale è prevista per l'installazione di 3 gruppi di 2500 kW, 11.000 V, 50 periodi, corrente trifase. Tale energia dovrà essere trasformata a 33.000 V.

In un primo tempo le linee ad alta tensione costituiranno un anello chiuso ad una sola terna calcolata per 5000 kW. Sarà inoltre costruita una sottostazione per abbassare la tensione a 10.000 V per le diramazioni locali dove la tensione subirà poi, una successiva riduzione. Da Kange a Tanga si prevede una estensione da costruirsi in un secondo tempo a doppia terna e così pure da Mcuassi a Makunga, con una probabile diramazione a Mkombara. Altre possibili estensioni sono quelle da Mtard a Soga e da quest'ultima località a Morogora e Dar es Salaam, nonchè da Kange a Mombasa.

L'impianto Pangani assorbirà un capitale di L. 500.000 lire sterline e sarà eseguito completamente per mezzo di imprese private. Le forniture saranno eseguite dalla Inghilterra e la durata dei lavori è prevista da due anni e mezzo a tre.

G. R. M.

L'IMPIANTO IDROELETTRICO DI ROCKY RIVER A SERBATOIO CON ACQUA POMPATA (b

Engeneering, 10 gennaio 1930.

La Connecticut Light and Power Co. che ha sede a Connecticut (Stati Uniti) ha recentemente costruito un impianto idroelettrico a serbatoio che può funzionare successivamente come generatore di energia elettrica e come impianto di pompaggio di acqua da accumularsi. Si utilizza a tale ultimo proposito la energia esuberante prodotta dalle officine termoelettriche collegate. Questo impianto consta di una Centrale che serve come stazione generatrice e di pompaggio che è collegata con un serbatoio a mezzo di una unica condotta forzata. Il serbatoio stesso è situato sul Rocky River che è un affluente del fiume Housatonic, ha un'area di 9,7 Km² ed è alimentato da un bacino imbrifero di soli Km² 46.

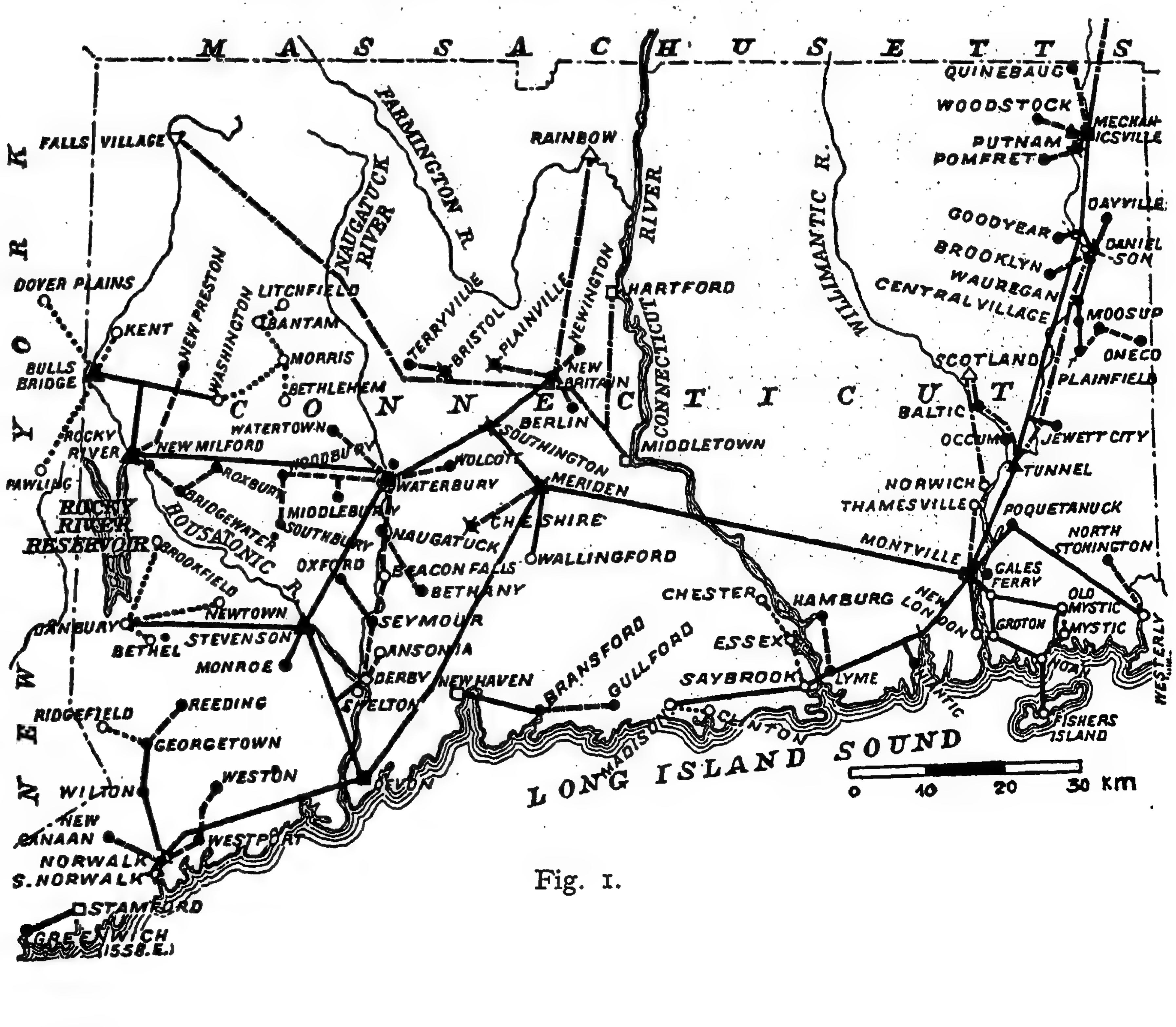


Fig. 1.

Si noti che un impianto idroelettrico senza regolazione, può difficilmente competere con uno termoelettrico, tanto più quando si tratta di sfruttare un fiume come lo Housatonic che ha delle magre di 0,2 m³/sec per una durata da 1 a 3 settimane. In tale caso la potenza media dell'impianto precipita notevolmente. Così ad es. poco lontano dal Rocky River, l'impianto di Stevenson, con una potenza installata di 19000 kW, ha una potenza media continua di soli 4000 kW. A valle dell'impianto di Rocky River esiste un ulteriore salto lordo di m 60 circa, di cui 57,3 possono essere utilizzati. L'impianto di Stevenson sfrutta un salto m 213, tuttavia la Società ha il diritto sui rimanenti 36 m ancora disponibili. Analizzando più dettagliatamente l'impianto di Rocky River, notiamo che il fiume omonimo presso Danbury ha una direzione verso il Nord e che dopo essersi congiunto ivi con un suo affluente diretto a mezzogiorno scorre su un pianoro che è stato sommerso dal serbatoio. A circa 4 Km dal punto ove il detto fiume sfocia nel Housatonic, il suo letto subisce un dislivello di circa 60 m e si presenta incassato fra rocce di 150÷300 metri di altezza.

Una particolarità interessante in questo impianto sta nel fatto che mentre il serbatoio può contare su un tributo medio di 42,500 milioni di m³ all'anno come deflusso del suo bacino imbrifero, esso è stato costruito per immagazzinare ben 167 milioni di m³. In tale modo i 124,500 milioni di m³ rimanenti devono essere pompati prelevando l'acqua del Housatonic River e superando un dislivello di 60÷69 m. Il pompaggio avviene a mezzo di due pompe centrifughe da 8100 HP, mentre l'utilizzazione idroelettrica è ottenuta con una unità da 30 mila kVA. Impiegando energia termoelettrica di eccedenza della Centrale di Devon per pompare l'acqua nel serbatoio e misurando l'energia impiegata sulle sbarre a 66.000 V di Devon e quella prodotta in seguito coll'acqua accumulata sulle sbarre pure a 66.000 V della Centrale di Rocky River si ha un rendimento del 61 %. Tenendo conto della energia prodotta a valle dall'impianto Stevenson tale rendimento può salire a 79 %.

È notorio che i fiumi del versante Est degli Stati Uniti hanno una portata molto irregolare. È così che si spiega come sul fiume Housatonic, considerando complessivamente gli impianti di Stevenson, Rocky River e Bulls Bridge si possa contare solo su una potenza media continua di 11000 kW.

Il serbatoio dell'impianto in questione è lungo circa 16 Km, ha una larghezza massima di 2800 m ed uno sviluppo di sponda di circa 96 Km. Esso ha sommerso circa 50 Km di strade, 6 cimiteri, parecchie ville per soggiorno estivo, nonchè le residenze fisse di 35 famiglie. Data la dimensione del lago, si tratta in fondo di piccola cosa. Senza contare che buona parte del fondo era melmoso e 16.800 m² erano coperti da bosco.

La diga principale dell'altezza massima di circa 30 m è situata sul Rocky River a circa un miglio dalla sua confluenza col Housatonic. Essa è del tipo a gravità in terra, con una muratura centrale avente alla base uno spessore di 60 cm, e una altezza di 300 m al disopra del suolo e m 1,50 di fondazione. Al disopra di tale muratura se ne è costruita una seconda di m. 0,18 di spessore ottenuta con blocchetti di cemento riempiti di gettata fino a raggiungere la cresta della diga. Il materiale per la diga stessa fu ottenuto dallo scavo dei canali e fu convogliato in posto facendolo trasportare dall'acqua finchè la pendenza lo permise e pompando la sospensione di terra nell'acqua in seguito, non senza prima aver fatto passare tale sospensione entro un vaglio per eliminare i ciottoli. Durante la costruzione della diga il corso naturale del fiume fu deviato a mezzo di ture e di una dighetta provvisoria.

Sul posto ove doveva sorgere la Diga stessa una scavatrice meccanica serviva alla costruzione dei sopralzi laterali corrispondenti ai paramenti ed aventi lo scopo di accumulare entro lo spazio così delimitato l'acqua contenente la terra in sospensione. Esisteva pure uno scarico a stramazzo entro un tubo verticale in cemento per lo smaltimento delle acque superflue che già avessero sedimentato il materiale trasportato.

Oltre alla diga principale si dovettero costruire altre 5 opere di sbarramento, di cui alcune in terra, convogliata idraulicamente o meno a seconda dei casi, e altre in cemento. In una di queste si dovette procedere alla iniezione del sottofondo.

Il canale collegante la presa col serbatoio fu scavato per circa 1 Km sulla riva orientale della vallata. La presa consta di una torre munita di sei aperture protette con griglie fornite di apparecchio automatico per la loro pulitura e seguite da paratoie a comando a mano. All'ingresso della galleria di presa esiste una ulteriore paratoia manovrabile. Inoltre la tubazione che fa seguito è prevista di ampie bocche per la presa dell'aria, nonchè di una tubazione che serve da by-pass per la messa in carico della tubazione stessa a paratoie chiuse.

La condotta forzata veramente non si innesta direttamente nella galleria di presa (che è rivestita di cemento), poichè quest'ultima (del diametro di 4,80 m) termina a valle in una

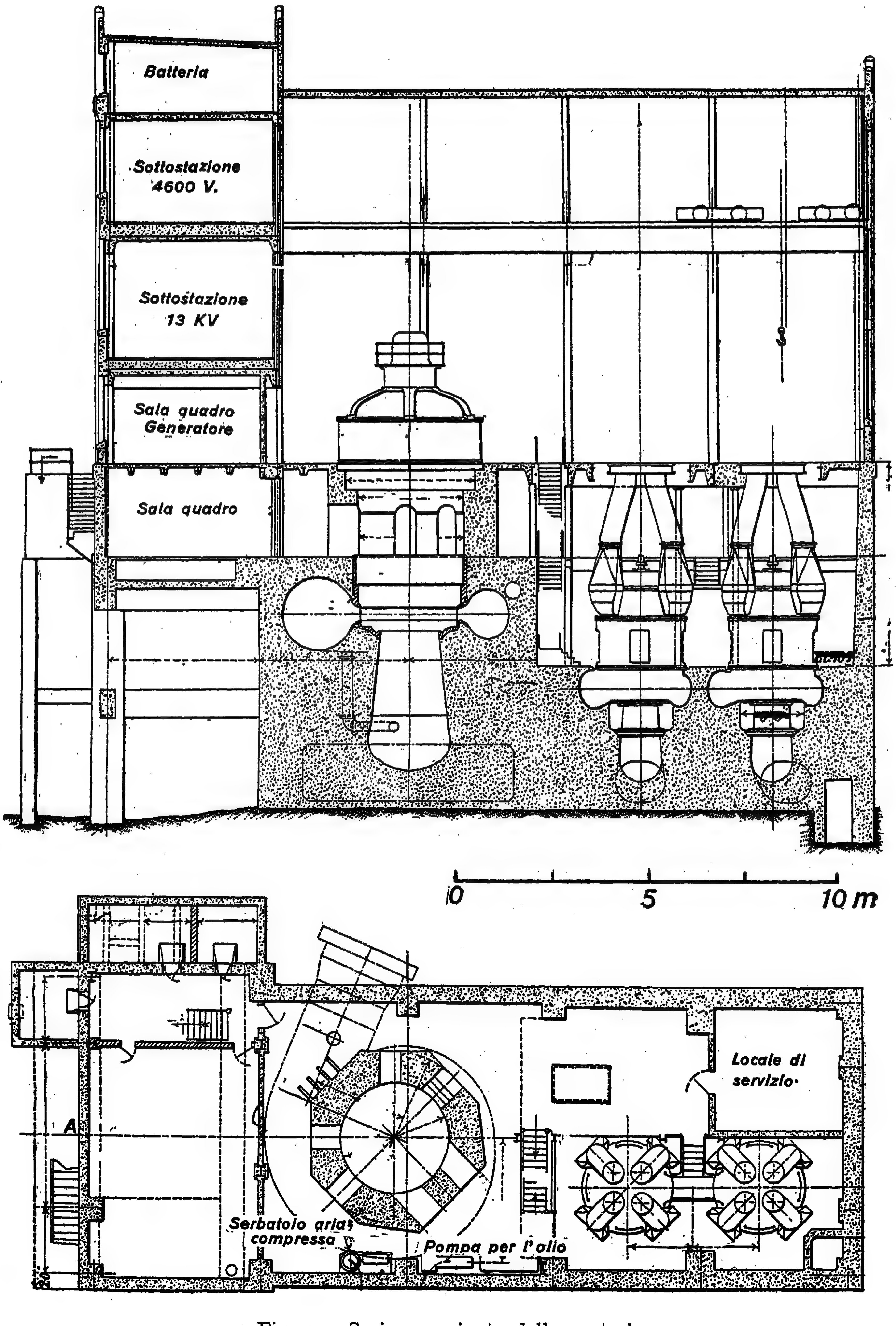


Fig. 2. - Sezione e pianta della centrale.

tubazione costruita con legname ed avente rispettivamente un diametro interno di 4,50 m., una lunghezza di m 302,10 e una pendenza del 5 ‰. Questa condotta, che è sufficiente anche per un progettato raddoppio della potenza istallata, termina nella parte inferiore con una tubazione in ferro. Uno dei due rami in cui si biforca servirà per la futura derivazione, mentre l'altro comunica con un pozzo piezometrico a camera differenziale e poi colla tubazione forzata dal diametro variabile tra 3900 mm. e 3300 mm.

Questa ultima termina a valle pure in un tubo a y ad un ramo del quale è innestato il macchinario generatore e all'altro quello di pompaggio.

L'edificio della Centrale contiene nello stesso locale tutto il suddetto macchinario. La sala quadri si svolge in 4 piani (figura 2): a quello terreno esistono i quadri di manovra per il gruppo generatore, al secondo piano quelli per i motori delle pompe. Al 3° e al 4° è situata la cabina di trasformazione per la distribuzione locale a 4600 V.

Il gruppo generatore consta di una Francis verticale di 33.300 HP e 200 giri direttamente accoppiata all'alternatore trifase di 30.000 kVA, cos φ 0,8, 13900 V, 60 periodi. Le pompe centrifughe sono pure ciascuna direttamente accoppiata ad un motore sincrono 8100 HP, 13.200 V, 327 giri, e sono ritenute le più potenti costruite negli Stati Uniti: esse hanno una portata di 7,10 m^3/sec con una prevalenza di 73.15 m e sono preceduti da valvole automatiche di ritenuta.

Esistono poi 2 gruppi motore-generatore di 150 kW cadauno, 1200 giri, 250 V per la eccitazione dei sincroni e dell'alternatore.

La corrente prodotta viene elevata alle tensioni di 33.000 V e 66.000 in una stazione di trasformazione all'aperto. Esiste poi un sistema di sbarre a 13.900 V (tensione di generazione) per l'alimentazione dei motori sincroni delle pompe e un sistema a 4600 V per la distribuzione locale. I servizi della Centrale funzionano alla tensione di 250 V, 60 periodi. Tutto l'equipaggiamento elettrico è assai ridotto dato che le pompe non possono mai funzionare contemporaneamente al generatore.

G. R. M.

---

c) TRASFORMATORI DI MISURA

Memoria presentata alla *Institution of Electrical Engineers*. – WELLINGS e MAYO.

Gli AA. partono dalla considerazione che il migliore riduttore di corrente, dal punto di vista della sicurezza nei casi di corto circuito e di sovratensioni, come pure dal lato costo e ingombro, sarebbe il tipo a passante. Non è però stato possibile adottare questo riduttore nella pratica per misure di correnti minori di 1000 Ampère, perchè il suo grado di precisione è molto scarso, essendo grande l'errore di fase. Per combattere questo errore, in pratica ci si è dovuti rivolgere ai tipi di riduttore con molte spire primarie, il tutto a scapito della sicurezza e praticità dell'apparecchio.

Gli AA. hanno pertanto indagato se non vi fosse per avventura un altro modo di eliminare sia l'errore di fase, sia l'errore di rapporto, e nello studio che riassumiamo espongono appunto un metodo originale per la risoluzione del quesito.

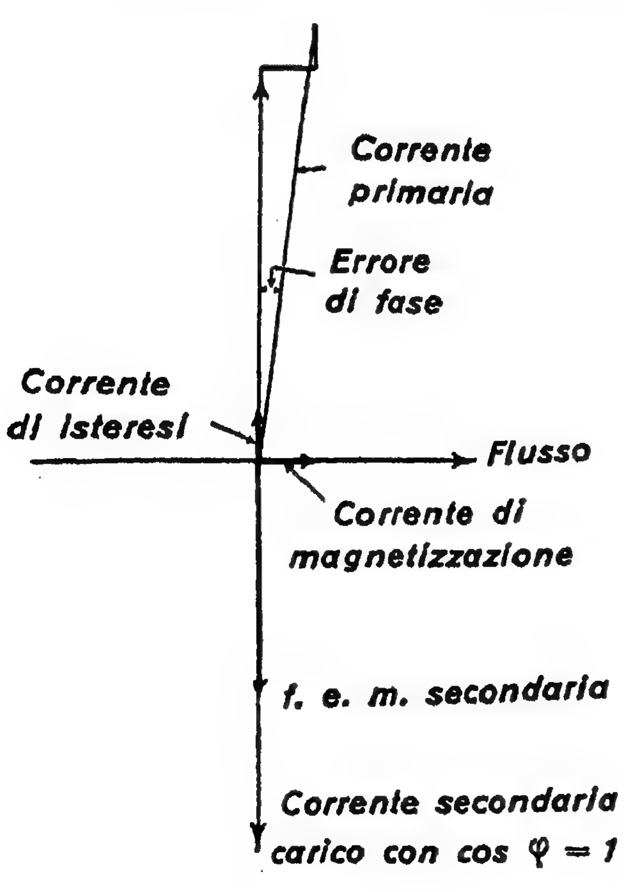


Fig. 1.

Poichè come risulta dalla fig. 1 (in cui è dato il diagramma del riduttore di corrente per il caso di carico secondario non induttivo) l'errore di fase è dato nella massima parte dalla corrente di magnetizzazione assorbita dal riduttore, i Sigg. Wellings e Mayo si sono studiati di produrre a parte questa corrente. Scartato il sistema di produrre la corrente di magnetizzazione con una sorgente esterna di energia, gli AA. sono arrivati allo schema indicato in fig. 2; come risulta da questo, nel riduttore

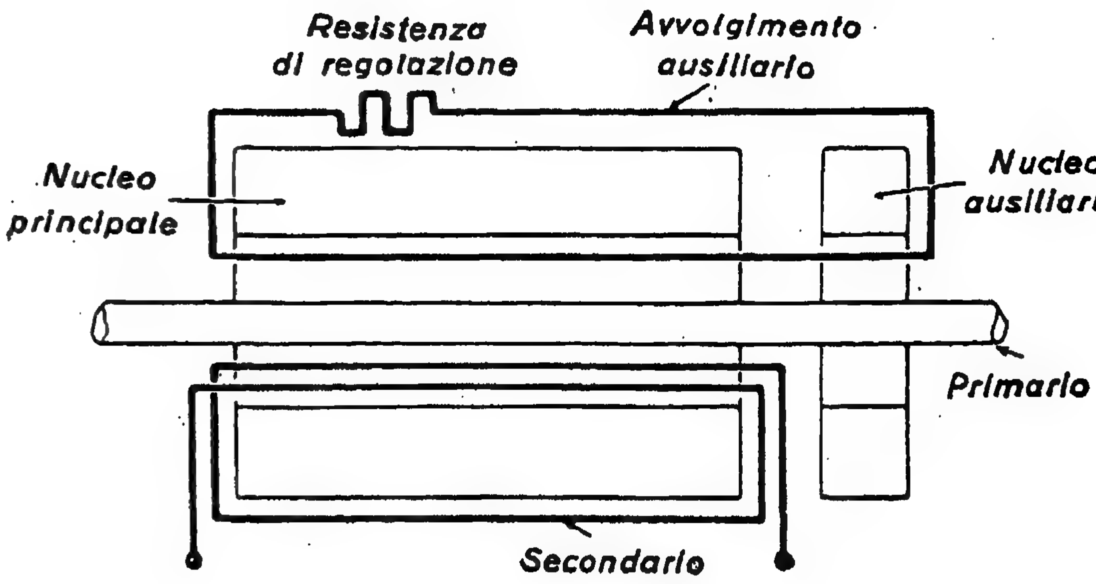


Fig. 2.

è inserito un nucleo ausiliario ed un avvolgimento secondario pure ausiliario, comprendenti un'opportuna resistenza per la taratura finale. Proporzionando opportunamente il nucleo ausiliario in modo da avere una forte saturazione del ferro, il diagramma vettoriale di un cosifatto circuito ausiliario o di eccitazione, o di compensazione come lo chiamano gli AA, risulta dalla fig. 3.

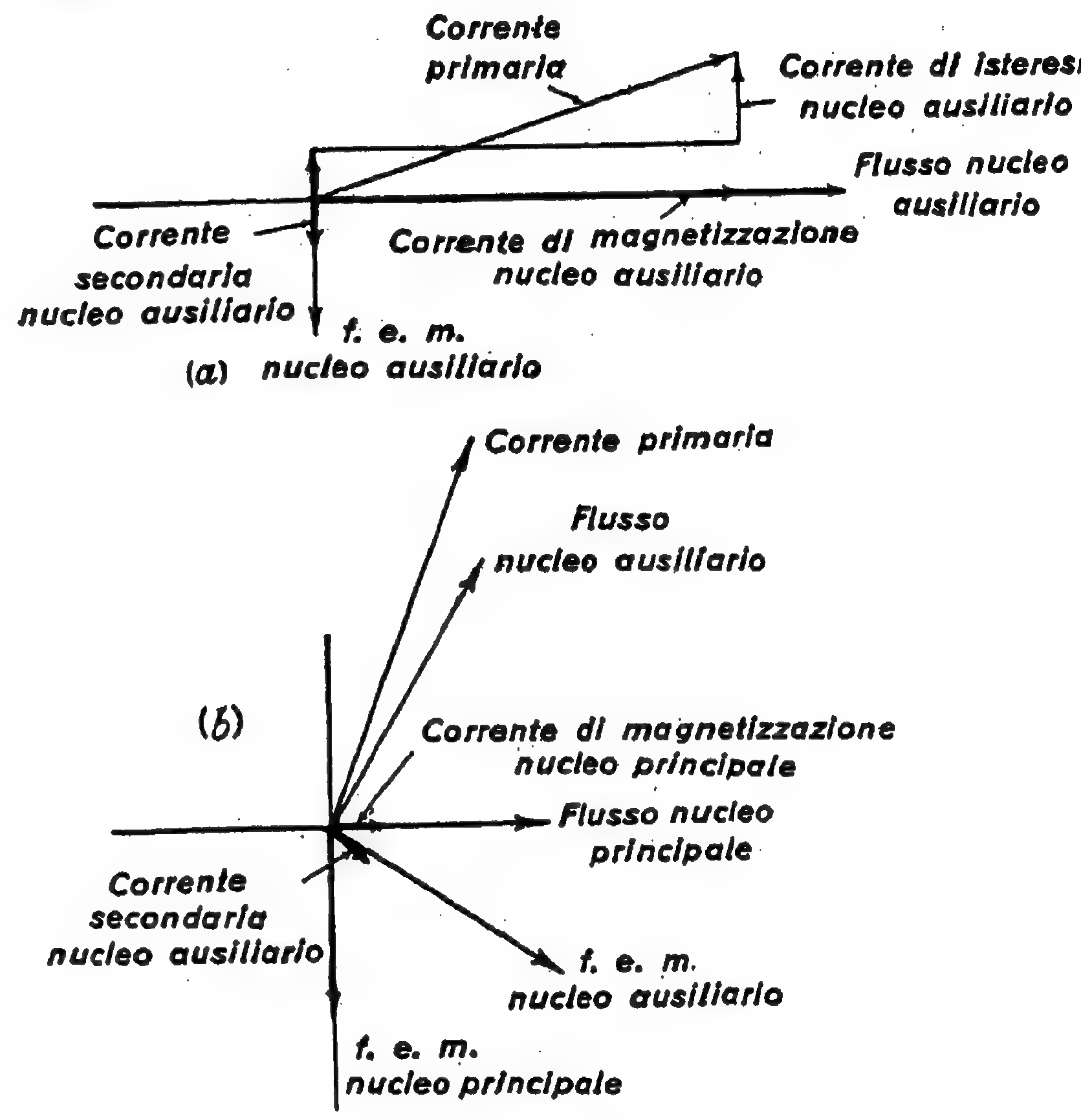


Fig. 3.

Se ora si sovrappongono i due diagrammi 1 e 3 *a*, facendo ruotare quest'ultimo in modo che coincidano i due vettori rappresentanti le correnti primarie, si ottiene il diagramma dato in fig. 3 *b*, che sarebbe il diagramma completo per tutto il trasformatore. Da tale diagramma si vede che la corrente di magnetizzazione nel nucleo principale è data in massima parte dalla

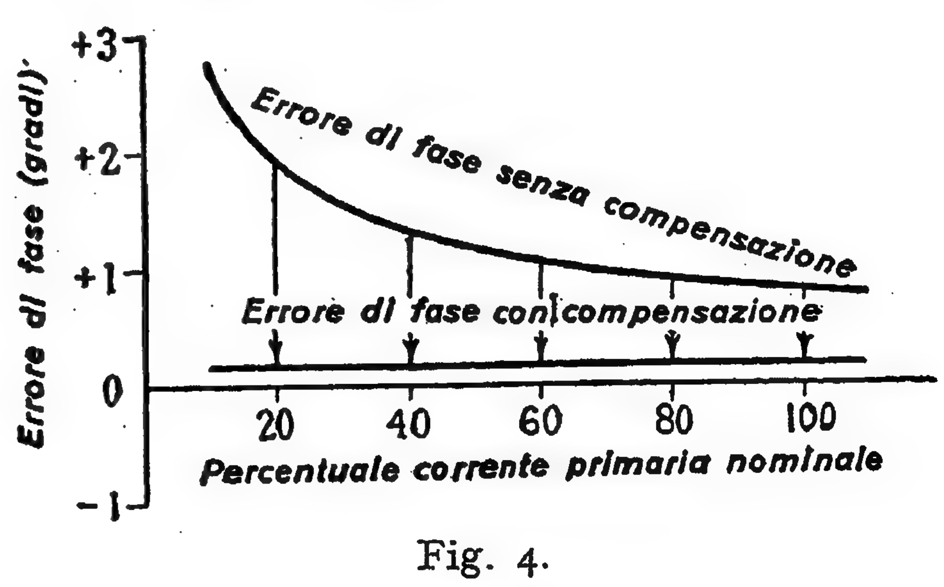


Fig. 4.

corrente dell'avvolgimento di compensazione e pertanto, essendo la corrente primaria chiamata a fornire una piccolissima parte di quella di magnetizzazione, l'errore di fase viene ridotto al minimo. Con una opportuna scelta della saturazione nel ferro del nucleo ausiliario, i Sigg. Wellings e Mayo sono anche riusciti a rendere costante a tutti i carichi tale errore di fase, realizzando una curva come in fig. 4.

Avendo raggiunto questo risultato per gli errori di fase, gli AA. si sono preoccupati di ottenere un risultato analogo per

gli errori nel rapporto di trasformazione, e vi sono riusciti utilizzando ancora il nucleo ausiliario. Su questo hanno avvolto alcune spire dell'avvolgimento secondario principale, come indicato nella fig. 5. Facendo astrazione dall'avvolgimento secondario ausiliario, l'effetto che si ottiene con queste spire può essere spiegato nel modo seguente, tenendo presente che in un riduttore di corrente la tensione secondaria è funzione del carico, e quindi ad un dato carico la tensione è invariabile.

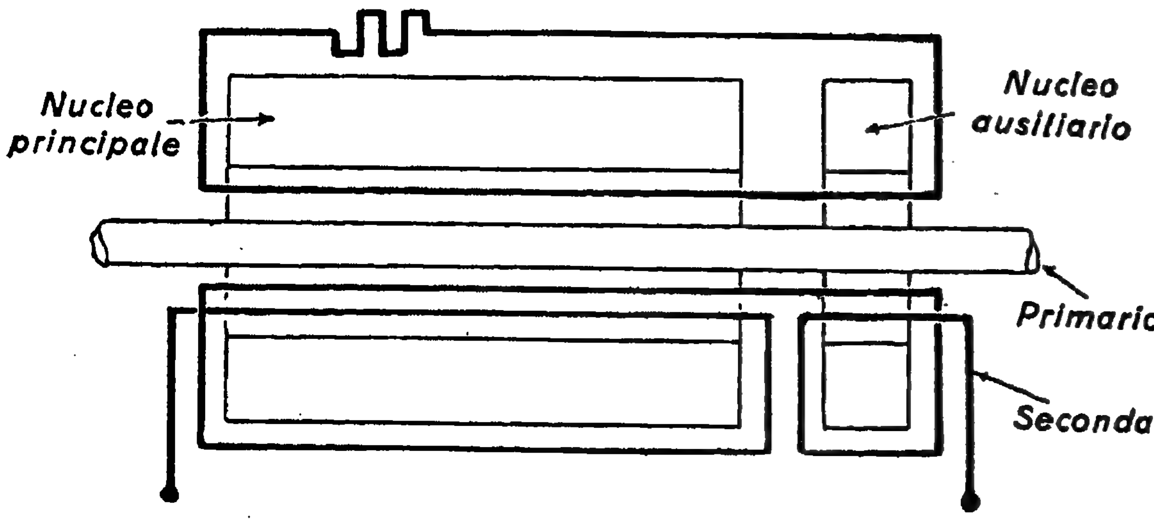


Fig. 5.

Allora anche per le spire aggiunte, o spire di compensazione. possono essere costruiti due diagrammi come quelli in fig. 3. Agli estremi dell'avvolgimento di compensazione risulta così una tensione indotta in anticipo di circa 90° sulla corrente, se si suppone il carico secondario non induttivo. Perchè la tensione indotta nel complesso dell'avvolgimento secondario rimanga in fase con la corrente e si mantenga al valore che le compete per il carico fissato, nelle spire avvolte sul nucleo principale, che sono insieme con quelle di compensazione, deve stabilirsi una tensione sfasata in ritardo di un angolo tale da neutralizzare l'anticipo dell'avvolgimento compensatore (fig. 6). Il flusso nel nucleo principale per essere in anticipo di 90° sulla tensione secondaria indotta, ritarda rispetto alla posizione normale indicata in fig. 1; allora anche la corrente di eccitazione fornita dal primario deve ruotare per seguire questo ritardo.

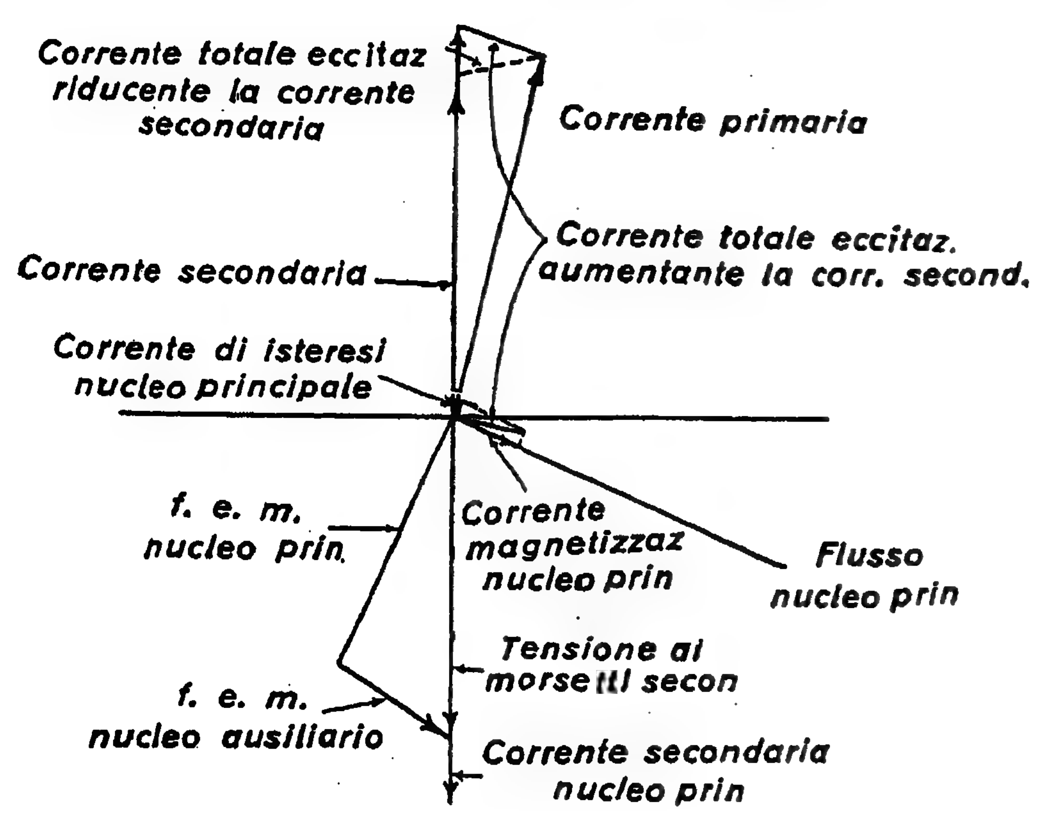


Fig. 6.

In questo modo la corrente che residua quale differenza fra la corrente applicata e la corrente di eccitazione varia così da ottenere il modo di correggere l'errore di rapporto. Gli AA. anzi affermano che calcolando opportunamente il circuito compensatore anche l'errore di rapporto può essere reso costante a qualsiasi carico.

Gli AA. nella loro memoria illustrano in modo abbastanza ampio i vantaggi e i dettagli costruttivi di un simile riduttore di corrente. In una seconda parte dello studio esaminano i requisiti che devono avere i riduttori per il funzionamento dei relais.

Passando ai trasformatori di tensione, l'articolo illustra il metodo della misura compensata sul secondario dei trasformatori di potenza per risparmiare i riduttori di tensione, che come è noto sono costosissimi per l'alta tensione. Tale sistema è già noto in Italia da anni, grazie ai brevetti presi da una Casa costruttrice, e pertanto ci dispensiamo dal parlarne.

m. a.

STUDI SULLE SOVRATENSIONI DI ORIGINE ATMOSFERICA

Electrical World, 1° febbraio 1930.

Lo studio delle sovratensioni di origine atmosferica ha ricevuto in questi ultimi anni un impulso considerevole, sopratutto agli Stati Uniti. Grazie alle numerose indagini fatte sugli impianti americani durante il 1929, un gran passo è stato fatto verso la soluzione del problema, chiarendo molti concetti e fornendo la spiegazione di questioni prima insolute. Tale progresso è stato reso possibile anche dall'introduzione di nuovi strumenti, come il registratore dei colpi di fulmine, il registratore delle intensità del campo ecc.

Molti investigatori hanno comunicato all'*A.I.E.E.* i risultati dei loro studi e l'importanza di questi ha indotto l'*Electrical World* a riassumere, per informazione dei propri lettori, i risultati raggiunti. I lavori compresi nell'articolo riassuntivo sono i seguenti:

1° F. H. Cox e E. Beck: *Cathode-Ray Oscillograph Studies of Lightning.*
2° R. H. George e J. R. Eaton: *Lightning Voltages on Transmission Lines.*
3° K. B. Mc Eachron e W. J. Rudge: *Traveling Waves with Artificial Lightning Surges.*
4° N. N. Smeloff e A. L. Price: *Investigation on 220 kV System of Pennsylvania Power and Light Company.*
5° Ph. Sporn e W. L. Lloyd: *Investigation on Ohio Power Company System.*
6° W. W. Lewis e C. M. Foust: *Lightning Investigation on Trasmission Lines.*
7° R. N. Conwell e C. L. Fortescue: *Lightning Laboratory at Stillwater.*
8° J. J. Torok: *Surge Characteristics of Insulators and Gaps.*

I risultati delle misure che fanno oggetto dello studio 1° sono riassunti nella fig. 1, che dà i vari tipi di sovratensioni d'origine atmosferica registrate con un oscillografo a raggi catodici. Gli stessi risultati sono anche riassunti in Tab. 1. Le lettere si riferiscono alla figura.

TABELLA I.

Sovratensione curva	Polarità	Indice di ripidità kV/microsec.	Valore massimo kV	Tempo in microsecondi per raggiungere il Valore massimo	0.5 × Valore massimo	Località
a	Negativa	143	1.000 +	7	—	Nuova Jersey
b	»	183	750	5	33	Tennessee
c	»	270	550	6	26	Nuova Jersey
d	Positiva	137	325	3	4	Nuova Jersey
e	»	30	180	5	15	Virginia Occ.
f	»	—	45	—	30	Nuova Jersey
g	Negativa	167	160	2,5	8	Virginia Occ.
h	Positiva	500	1.000	2	43	Lab. Trafford

Anche la tabella II dà risultati statistici riferentisi agli oscillogrammi con sovratensioni oltre i 300 kV registrati dalla Pennsylvania Power and Light Company nell'anno 1929 (studio N. 4).

TABELLA II.

Valore massimo kV	Polarità della prima onda	Natura dell'onda	Tempo in μsec p. raggiungere: Tensione massima registrata	0.5 × × tensione massima (dopo la cresta)	Valore zero della prima onda	
1.260	Negativa	Oscillatoria	3,3	3,7	4	arco
360	Positiva	A direz. costante	4	45 +	45 +	
330	»	Oscillatoria	1,6	16	29	
530	»	»	7÷8	18	24	
600	Negativa	A direz. costante	4	14,5	45 +	
740	Positiva	Oscillatoria	7	16	22	
810	Negativa	»	36	?	37	arco
740	»	A direz. costante	6,5	43 +	43 +	
330	»	»	?	12	75	
330	Positiva	Oscillatoria	?	18	25	
390	»	»	6	14	18	
390	»	»	6	35	55	
600	Negativa	A direz. costante	<7,5	69 +	69 +	
500	Positiva	Oscillatoria	<8	32	45	
630	»	»	11	20	29	

Senza riferire più in dettaglio le considerazioni esposte nell'articolo che riassumiamo, poichè questo non è che una rassegna degli altri otto sopra ricordati, ci accontenteremo di riportare le conclusioni.

Durante la stagione dei temporali nel 1929, secondo quanto riferisce lo studio 6°, vennero ottenuti, con oscillografi a raggi catodici installati su tre sistemi diversi, 115 oscillogrammi

con tensioni variabili fino a un massimo di 1200 kV. (Cfr. Tabella II).

In un altro sistema vennero anche registrati due colpi di fulmine diretti, entrambi di polarità negativa (nube negativa), durante i quali nei sostegni circolò una corrente di ca. 175.000 A in un caso e di 100.000 A all'incirca nell'altro. Contemporaneamente si produsse in linea una sovratensione indotta, positiva nel primo caso, con un valore massimo di 8.4 volte la tensione

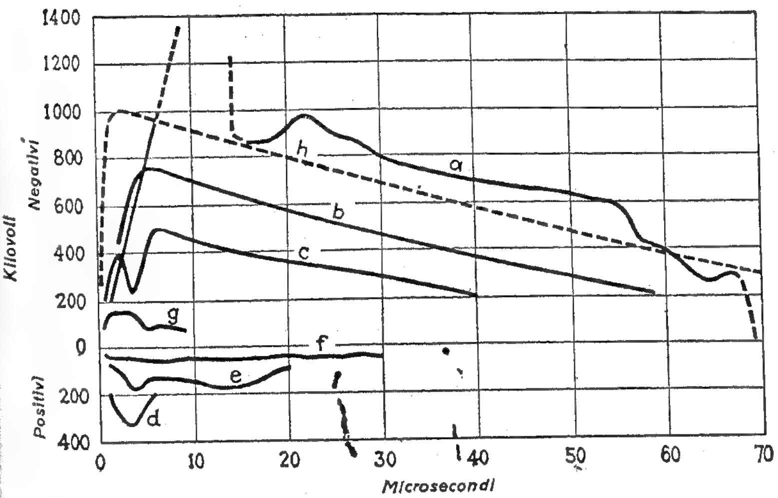


Fig. 1. - Sovratensioni caratteristiche rilevate con l'oscillografo a raggi catodici.

normale, negativa la seconda, che raggiunse 6,5 volte il valore della tensione di esercizio; in entrambi i casi l'onda di sovratensione si attenuò rapidamente sia da una parte che dall'altra del sopporto colpito. Interessante il fatto che solo nel secondo caso la linea andò a terra.

Allo stesso studio 5°, dal quale sono tolti i risultati ora indicati, si riferiscono i diagrammi in fig. 2, che rappresentano le fronti d'onda di sovratensioni atmosferiche, tutte di valore limitato e di polarità positiva.

Dei dieci oscillogrammi così ottenuti, tre sono a fronte ripida (0,5 microsecondi o meno per arrivare al 75 % della tensione massima), quattro a fronte poco ripida (da 4 a 8 microsecondi per arrivare al valore sopraindicato) tre a fronte pochissimo inclinata (10 a 13 microsecondi c. s.). Poichè le fronti d'onda poco inclinate si hanno in seguito a una scarica lenta dalle nubi, e tale scarica non può produrre una tensione indotta molto forte, è naturale che essendo le sovratensioni registrate tutte piuttosto basse, sette fra di esse abbiano fronti poco ripide. Le tre onde a fronte ripido dipendono probabilmente dalla scarica di nuvole lontane anzichè vicine e per tal ragione si son mantenute anch'esse entro limiti piuttosto bassi.

Le sovratensioni atmosferiche sono in massima parte positive, indicando così che sono di origine indotta e non colpi di fulmini diretti. La massima sovratensione positiva registrata raggiunse 8,4 volte e la massima negativa 15,2 volte il valore normale.

Le onde a direzione costante sono più frequenti di quelle a forma oscillatoria.

Nei riguardi dei colpi di fulmine diretti, l'esperienza mostra che essi possono produrre un'interruzione della linea, ma che non conducono necessariamente sempre a tale risultato; qualche volta un fulmine lontano dalla linea provoca l'interruzione di questa.

L'attenuazione delle sovratensioni, stando ai risultati fin qui ottenuti, varia secondo la sezione dei conduttori, la ripidità della fronte d'onda, la polarità della tensione indotta, la presenza o meno della fune di terra e forse anche altri fattori. Il filo di terra ha per vero dire poco effetto sull'attenuazione nel caso di impulsi positivi; quando l'impulso è negativo, la presenza di un filo di terra diminuisce l'attenuazione in modo tale che l'impulso può percorrere in tal caso un tratto di linea doppio di quanto si avrebbe senza filo di terra; quando i fili sono due, tale effetto viene leggermente aumentato. Questi risultati, se verranno confermati, sono importanti perchè sembrano indicare come non sia rispondente al vero il concetto fin qui predominante che la fune di terra attenui rapidamente le onde migranti.

Ma se in questo senso il filo di guardia sembra avere effetto non solo nullo, ma addirittura negativo, le esperienze con onde migranti fatte nel 1929 tendono per contro a confermarne pienamente l'efficacia per ridurre il valore delle tensioni indotte all'inizio; anzi l'effetto protettivo è risultato più alto di quello comunemente calcolato. Si è verificato anche che, entrando od uscendo da un tratto con uno o due fili di terra, la tensione indotta veniva rispettivamente diminuita o aumentata dell'8%, ciò che dimostra come ben poco si guadagni nella riduzione di un impulso sopravveniente quando si aggiungano fili di terra supplementari vicino a una Centrale o sottostazione.

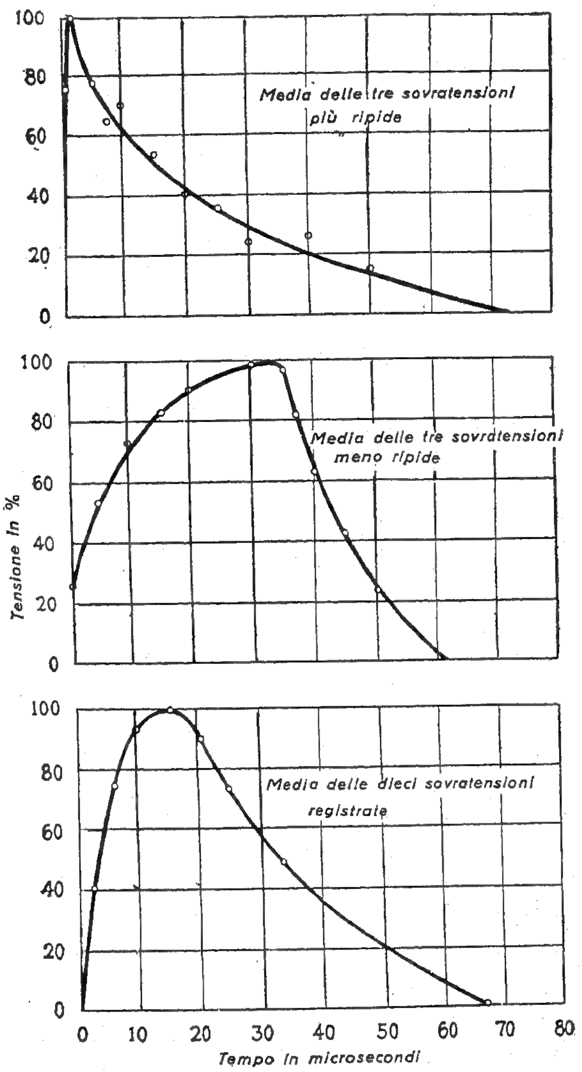


Fig. 2. - Fronti d'onda di sovratensioni atmosferiche.

L'effetto complessivo di protezione del filo di terra, con la disposizione di conduttori adottata, è risultato alle prove del 72%, mentre dal calcolo sarebbe risultato il 79 %. L'efficacia dei fili di terra per la riduzione delle tensioni indotte e delle interruzioni è stata confermata non solo dalle prove, ma anche dai risultati d'esercizio.

Altre conclusioni che si possono dedurre dai lavori esaminati sono che la differenza fra conduttori di rame e di acciaio dal punto di vista della loro capacità a trasmettere impulsi è molto piccola; che le sovratensioni si attenuano meno rapidamente quando in altri conduttori paralleli vicini si stanno propagando sovratensioni analoghe; e che le onde brevi, come per esempio quelle troncate sulla fronte da un arco sull'isolatore, si attenuano più rapidamente delle onde più lunghe con lo stesso valore massimo.

m. a.

L'ELETTRIFICAZIONE DELL'INDUSTRIA CEMENTIZIA (e

Electrical World, 23 novembre 1929. – R. H. ROGERS.

La produzione di cemento degli Stati Uniti rappresenta un'industria importante: nel 1928 vennero prodotti ca. 176 milioni di *barrels* (ogni *barrel* equivale a ca. 119 l.) per un valore di 350 milioni di dollari (circa 7 miliardi di lire). Tale industria è completamente elettrificata, e poichè la produzione di un *barrel* di cemento richiede da 12 a 18 kWh, si arriva a una richiesta globale di energia di 2.5 miliardi di kWh annui, per la maggior parte acquistati presso Società produttrici di energia.

Le fabbriche di cemento rappresentano quindi uno sbocco non indifferente per l'industria elettrica; d'altra parte però, siccome il prezzo del kWh ha un'incidenza abbastanza forte sul costo di produzione del cemento, occorre che gli impianti siano fatti con criteri tecnici assai moderni, in modo da ottenere elevati rendimenti.

Il carico rappresentato da una fabbrica di cemento è caratterizzato da un alto coefficiente d'utilizzazione e da un fattore di potenza vicino all'unità. La fabbricazione del cemento è infatti un processo continuo, con durata ininterrotta giorno e notte per un anno di seguito, e qualche volta per 23 mesi continui, con una breve interruzione per la verifica e manutenzione dell'impianto; e poichè pochi sono i motori che non restino in servizio continuo, il coefficiente d'utilizzazione è migliore, o almeno pari a quello di qualsiasi altra industria. L'uso di motori sincroni per il comando delle macchine a maggior consumo permette poi di mantenere il fattore di potenza molto vicino all'unità.

In una rapida rassegna dell'apparecchiatura e dei tipi di motori necessari in una fabbrica di cemento, l'A. prende ad esempio un impianto di grandezza media, per la produzione di 3000 *barrels* (360 m^3) quotidiani, con un consumo di energia di 45.000 kWh al giorno. Da una sottostazione, generalmente del tipo all'aperto, partono due o tre circuiti d'alimentazione a 2.300 V con interruttori in olio, che vanno al quadro principale, posto entro la fabbrica; nelle cantine sotto il quadro sono installati gli interruttori e i trasformatori con rapporto 2000/440 V per l'alimentazione dei piccoli motori.

I tipi dei motori variano con l'uso a cui sono destinati. Per il comando dei forni rotativi e per gli impianti di alimentazione dei materiali greggi si adoperano motori a c. c. a 230 V a velocità regolabile entro i limiti 2:1 oppure 3:1; per i primi si richiede in genere una potenza di $50 \div 75$ HP, e poichè il forno fa da ½ a 1 giro al 1', occorre una serie di ingranaggi riduttori; per i secondi le potenze richieste sono dell'ordine di 5 HP.

Per le pale con comando elettrico nelle cave di pietra vicino alle fabbriche, ove i carichi sono forti, si adoperano quasi sempre gruppi sincroni motori-generatori, con tre dinamo che comandano tre motori a c.c.; per l'avviamento e la regolazione si usa il sistema Ward-Leonard, che permette di ridurre al minimo la spesa di manutenzione malgrado che i motori lavorino moltissimo. Dove si usi trazione elettrica, si ha un altro impiego dei motori a c. c.

Per i servizi più pesanti (impianti di sollevamento, frantoi di pietre, mazze ecc.) si adoperano motori ad induzione con rotore avvolto; i più grossi vengono alimentati direttamente dai circuiti a 2300 V e i piccoli a 440 V. I motori a gabbia di scoiattolo adoperati sono di due tipi: a reattanza normale, con gabbia semplice, e si usano per pompe, alimentatori a vite senza fine, convogliatori, ventilatori, agitatori ecc.; a forte reattanza, con doppia gabbia, e si usano nei casi di forti carichi all'avviamento, quando non sia necessario un motore a induzione con rotore avvolto.

La maggior parte della potenza in una fabbrica di cemento vien però impiegata per mezzo di motori sincroni. I motori a momento d'avviamento normale trovano impiego nei gruppi motori-generatori destinati a fornire corrente d'eccitazione ai motori sincroni ed energia ai motori a c. c. (due o tre gruppi per ogni impianto); nel comando dei compressori d'aria destinati a fornire aria compressa per il trasporto pneumatico del cemento e per altri usi si adoperano pure motori sincroni con potenze da 75 a 250 HP.

I mulini a sfere, che sono grandi cilindri rotanti contenenti forse 100 T. di sfere in acciaio durissimo, richiedono per il comando motori da 400 a 900 HP; il carico all'avviamento è sempre forte, da 125 a 180 % del carico normale; si adoperano anche qui motori sincroni, con accorgimenti speciali per le esigenze dell'avviamento. La velocità dei motori usati è tale che con un solo ingranaggio di riduzione si ottiene la velocità di 10 giri al 1' richiesta per il mulino; i motori sincroni possono d'altronde costruirsi per le necessarie velocità senza sacrificare altre loro utili qualità, e questo fatto insieme all'alto rendimento, li rende di uso universale per i comandi dei mulini, sia per la macinazione grezza che fine.

Una fabbrica di cemento con produzione di 3600 *barrels* al giorno (430 m^3) ha una potenza complessiva installata di motori di ca. 6500 HP, di cui forse 3000 HP son rappresentati da motori a induzione e 3500 da motori sincroni. I motori a induzione, nelle fabbriche moderne, sono macchine a velocità abbastanza alta e marcianti vicino al pieno carico: il loro fattore di potenza raggiungerà pertanto il valore di $0,82 \div 0,85$. Il carico dei motori sincroni è maggiore: alcuni potranno marciare con fattore di potenza 1, altri con 0,90 o 0,80 in anticipo, così che il fattore di potenza dell'impianto complessivamente sarà da 0,9 a 1. Spesso si usa far marciare i motori sincroni più piccoli con cos $\varphi = 1$ e 4 motori da 600 HP con cos $\varphi = 0,9$ in anticipo; p. es. 3000 HP con cos φ di 0,82 in ritardo, 1000 HP con cos $\varphi = 1$ e 2400 HP con fattore di potenza di 0,90 in anticipo danno un fattore di potenza complessivo dell'impianto di 0,97.

Oltre agli accorgimenti indicati, nell'industria cementizia si usa un sistema per la limitazione automatica del carico, con due funzioni: limitare l'entità delle punte di breve durata e ridurre i carichi dopo $12' \div 13'$ di eccessiva richiesta in modo da non oltrepassare i 15' stabiliti generalmente nei contratti per la durata delle punte.

Da quanto si è detto risulta che le fabbriche di cemento rappresentano un'applicazione quasi ideale dell'energia elettrica.

m. a.

UNA CASA DI CAMPAGNA COMPLETAMENTE ELETTRIFICATA

(f

Electrical Review, 6 dicembre 1929.

Questa descrizione sommaria può interessare i lettori, perchè è difficile e raro vedere una casa elettrificata, nella quale l'elettricità è usata in misura così larga. Nella casa del Signor Douglas-Hamilton a Surrey tutto si fa elettricamente! Il nome della casa è semplice, « The Bungalow », che vuol dire casa di campagna, ma la bella casa ha ben 40 locali ed ha tante comodità che non si trovano facilmente in una casa di città. La fig. 1 dà una veduta generale della casa elettrificata.



Fig. 1. - Veduta generale di « The Bungalow ».

Dalla vicina città di Farnham arriva l'energia elettrica con una linea trifase a 2000 V.; il massimo carico richiesto è di 120 kW e viene utilizzato alla tensione di 230 V. La trasformazione avviene in un locale sotterraneo della casa, che ha accanto il locale degli interruttori (fig. 2); il carico è distribuito pressochè ugualmente sulle tre fasi, come vedremo in seguito.

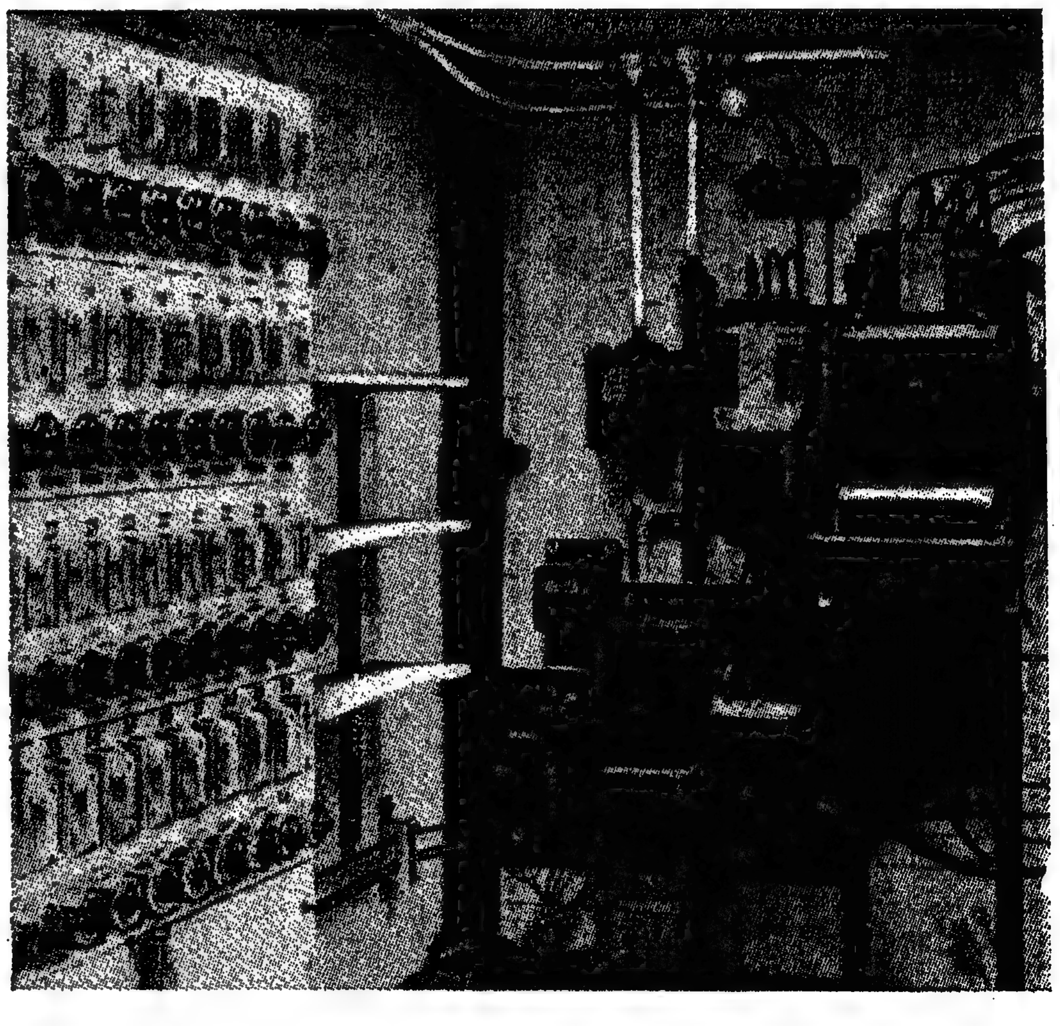


Fig. 2. - Una parte del locale degli interruttori.

Gran parte del carico è richiesto da uno speciale sistema tubolare di riscaldamento, che è applicato in tutte le camere, nei corridoi, ecc.; ogni elemento riscaldatore è munito di termostato, che serve a regolare le temperatura, mantenendola costante ed uniforme. Il carico massimo che può essere richiesto da questo sistema di riscaldamento è di 37 kW.

Nelle camere da bagno invece dei tubi si hanno elementi da 500 W, provvisti di una lampada di spia, che si accende quando l'elemento è inserito. In alcune camere speciali, salotti da ricevimento, sale da pranzo, ecc., oltre al solito riscaldamento si hanno delle stufe disposte opportunamente nei focolari e che quando sono inserite dànno l'illusione di avere un camino con legna accesa; occorrendo si inseriscono anche delle resistenze nascoste in due treppiedi posti davanti al camino (fig. 3). In che ha internamente nel fondo un agitatore mosso da un motorino elettrico e superiormente un sostegno per i piatti, fatto con fili metallici. Quando i piatti sono sul sostegno viene spruzzata su di essi con forte velocità dell'acqua che li lava; quindi i piatti passano nel recipiente sottostante per essere risciacquati.

Vi è pure una macchina elettrica frigorifera per la dispensa, un apparecchio elettrico per ridurre la durezza dell'acqua di circa 16 gradi ed altri piccoli come aspirapolvere pulitrici, ecc.

Tutti questi apparecchi sono così distribuiti sulle tre fasi: 36 circuiti, che comprendono la cucina e degli elementi di riscaldamento, su una fase; 6 scalda-acqua, alcuni circuiti di controllo e gli asciuga-salviette, in tutto ancora 36 circuiti, sulla seconda fase; 27 circuiti di controllo, 8 scalda-acqua, i circuiti della

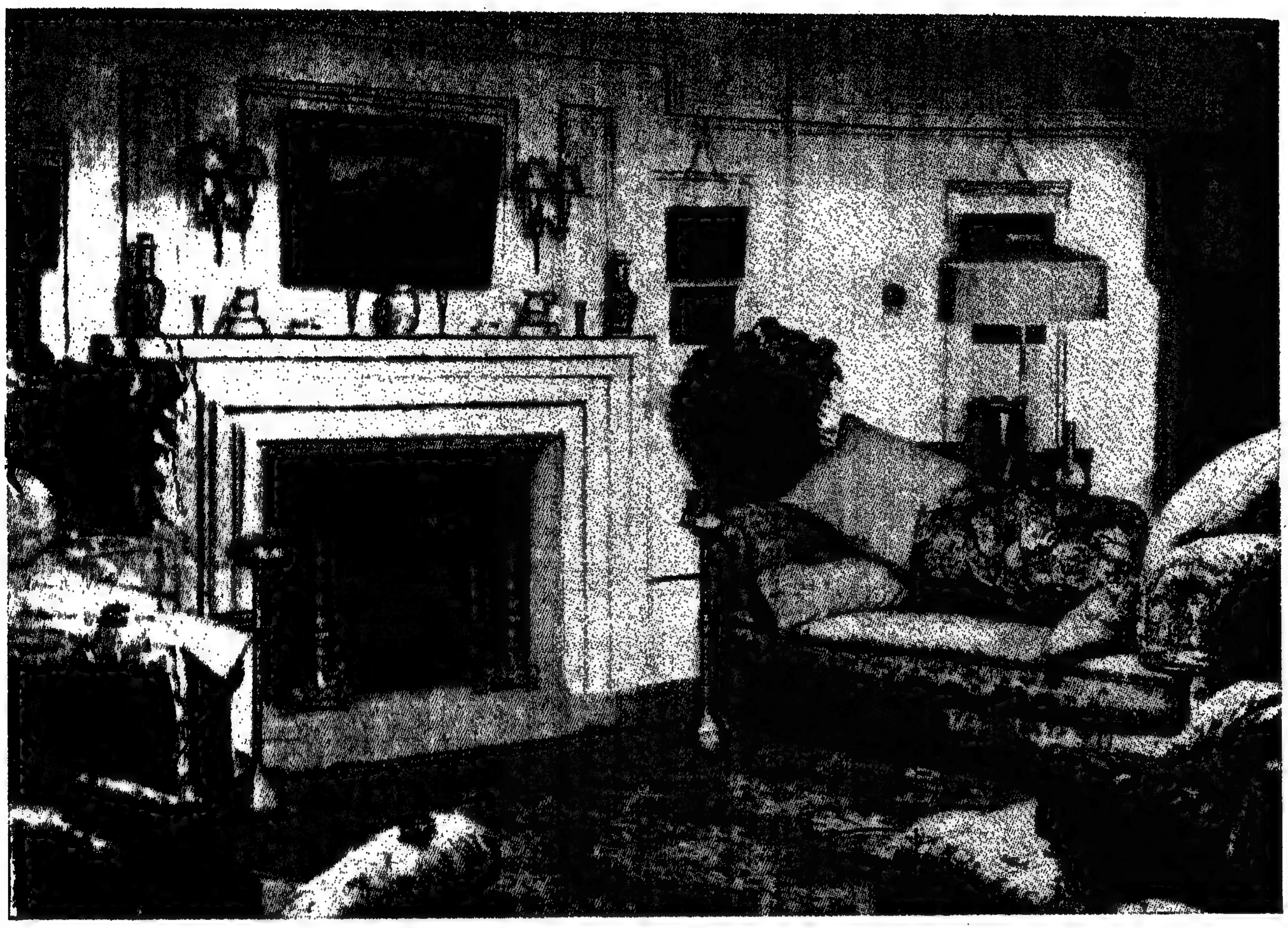


Fig. 3. Sala di ricevimento.

qualche caso si nascondono delle resistenze presso la volta del focolare e con riflettori parabolici, pure nascosti, si riflette il calore. Le stufe che si dispongono nei focolari hanno una particolare costruzione e una forma artistica che si adatta alle decorazioni ed allo stile della camera.

In totale il carico per il riscaldamento degli ambienti con i diversi sistemi, ammonta a 78 kW.

Vengono poi gli scalda-acqua: ve ne sono installati 14 del tipo automatico, con una capacità totale di litri 1570, che richiedono complessivamente una potenza di 21,3 kW. La temperatura dell'acqua riscaldata è di circa 90° C. ed è controllata da un termostato; questo dispositivo evita che si trovino allacciati insieme tutti gli scalda-acqua perchè li disinserisce quando l'acqua in essi è calda. Questi apparecchi sono distribuiti opportunamente per la casa e sono provvisti di un particolare dispositivo di controllo che fa accendere una lampadina disposta vicino all'interruttore, nel locale dei comandi: da questo locale è possibile controllare in ogni momento il numero degli scalda-acqua funzionanti ed è possibile per es. distaccare quegli apparecchi delle camere da bagno per ospiti od altri non usati, e che basta inserire poche ore prima dell'uso.

L'alimentazione d'acqua per tutti gli scalda-acqua è assicurata da un grande serbatoio disposto nel solaio, sempre pieno di acqua fredda, dal quale partono le tubazioni per i diversi apparecchi. Gli scalda-acqua sono di ottima costruzione: il recipiente che contiene l'acqua è costituito di lamiera di rame saldata ed è stagnato accuratamente con stagno puro sia all'interno che all'esterno.

Un altro carico importante è richiesto dalla cucina: questa comprende 5 piastre di riscaldamento, una graticola e due forni; tre piastre hanno il diametro di 222 mm e prelevano fino a 1800 W ciascuna, due sono del diametro di 178 mm e prelevano fino a 1200 W ciascuna; la graticola è di 3000 W, un forno di 3000 W e l'altro di 2000 W. Tutte queste parti della cucina sono munite di interruttore per tre gradazioni di calore e sono montate insieme su una incastellatura smaltata; i forni hanno in più un termometro.

Nel retro-cucina c'è una comoda macchina elettrica per avare i piatti: un recipiente cilindrico smaltato di fuori,

luce e de'campanelli e quelli rimanenti sulla terza fase. Ogni circuito è numerato e sullo schema dei circuiti è facile vedere a quale apparecchio si riferisce un interruttore. Cucina e riscaldamento d'acqua hanno ciascuno un interruttore generale; vi è poi un interruttore generale che comprende tutti i circuiti.

Completano l'impianto elettrico della casa, delle serre che vengono riscaldate ed illuminate elettricamente.

Di tutto questo impianto il proprietario della casa è soddisfatto e dice che se si tien conto giustamente della spesa del personale, della pulizia e della comodità, si trova soltanto una piccola differenza tra il costo di esercizio di un impianto elettrico e di uno a carbone.

f. j.

Pubblicazioni

DI TUTTE LE PUBBLICAZIONI INVIATE ALLA RIVISTA IN DOPPIO ESEMPLARE VERRÀ FATTO UN CENNO BIBLIOGRAFICO.

D. C. PRINCE e F. B. VOGDES: *Raddrizzatori a vapore di mercurio: Principii - Circuiti per il loro impiego.* Iª ediz. italiana a cura della Compagnia Generale di Elettricità. Prefazione del Prof. Ing. Angelo Barbagelata (Ulrico Hoepli editore, Milano 1930, L. 30).

Coi raddrizzatori a vapori di mercurio si è verificato ancora una volta il fenomeno che la pratica ha preceduto la teoria. Anzi a volere essere esatti la spiegazione dei fenomeni che sono alla base del funzionamento di questi apparecchi manca tutt'ora. Logica conseguenza di questo fatto è la mancanza di un qualsiasi trattato su questo apparecchio, così che chi ha dovuto

occuparsene è stato costretto a spigolare notizie e dati sulle riviste. Pertanto giunge opportuna l'opera degli A.A. che hanno cercato di ovviare all'inconveniente, raccogliendo in forma organica e scevra da complicazioni matematiche i risultati degli studi e della pratica attuale.

Nel libro sono così esposti in una prima parte le teorie e le proprietà fisiche di questi apparecchi e viene esaminato il fenomeno del ritorno d'arco. La seconda parte, più complessa e matematica, viene invece dedicata alla forma d'onda ed alla regolazione.

Notiamo però che il testo può essere letto con profitto solo da chi ha già una qualche conoscenza dell'argomento.

Con rammarico dobbiamo ancora notare che la Compagnia Generale di Elettricità, la quale ha avuto l'ottima iniziativa di presentare al pubblico italiano quest'opera americana, si è accontentata di una traduzione troppo pedissequa, con scapito della chiarezza e della proprietà di linguaggio.

Il testo italiano è preceduto da una prefazione del Prof. Barbagelata, che ricorda a grandi tratti la breve storia del raddrizzatore a vapore di mercurio.

***

Relazione sull'attività dell'A.N.P.I. nell'anno 1928.

L'« Associazione degli Industriali d'Italia per prevenire gli infortuni del lavoro », fondata nel 1894 in Milano, è stata trasformata nel 1927 in Ente Nazionale con la denominazione di « Associazione Nazionale per la Prevenzione degli Infortuni sul lavoro » ed ha abbracciato da allora tutte le Imprese industriali ed agricole soggette per legge all'assicurazione dei propri operai.

Con questa trasformazione il mandato dell'Associazione si è fatto molto vasto e per assolverlo hanno dato tutta la loro attività 80 Ispettori, distribuiti in 11 Sedi Regionali.

La « Relazione sull'attività dell'A.N.P.I., nel 1928 » raccoglie nella 1ª parte i rapporti delle diverse Sedi Regionali, Sezione Industriale; questi minuziosi rapporti costituiscono una fonte di notizie interessanti, perchè mettono in evidenza l'attività delle Sedi e raccolgono anche tutte quelle utili prescrizioni che servono se non a prevenire del tutto, almeno a limitare le infinite cause di infortunio.

Nella 2ª parte sono i rapporti della Sezione Agricola, raccolta di dati interessanti anche questa. Qui si accenna alla Relazione statistica sugli infortuni agricoli verificatisi nel 1927, che sarà pubblicata presto e che desterà certamente un grande interesse.

Seguono notizie sull'attività dei Servizi speciali di controllo e di quelli per la Propaganda e la Stampa.

Parte dell'opera dell'Ufficio Propaganda e Stampa è rivolta alla campagna contro l'infortunio agricolo: per questa campagna sono stati distribuiti nel 1928 400.000 tra cartelli, cartoline e foglietti istruttivi e si è preparato un film che è stato proiettato anche a Ginevra alla XI Conf. Intern. del Lavoro.

***

ING. UGO BELLOMETTI: *Le moderne condotte forzate metalliche per impianti elettrici - Norme e calcolo.* Ulrico Hoepli, Milano 1930.

Il titolo, la prefazione dell'autore e l'indice si presentano suggestivi a chi si occupa di argomenti relativi agli impianti idroelettrici o d'idraulica in generale. La lettura del volume, in 150 pagine di bella, ma larga stampa, provoca un senso di delusione sin dalle prime pagine, senso che si aggrava man mano che la lettura si avvicina alla fine.

È sorprendente che l'autore abbia intrapreso a scrivere senza la preoccupazione di impadronirsi in precedenza del linguaggio tecnico necessario. È ben vero che ci si intende egualmente se, ad esempio, si dice volume d'acqua anzichè portata, prevalenza invece di salto, sforzo invece di forza, ecc.: ma è pur bello intendersi senza ambiguità e con locuzioni bene appropriate, perchè, dall'eccesso di trascuratezza si può giungere anche a chiamare, curiosamente, *gittata* la distanza fra i due sostegni su cui poggia la condotta per sorpassare le forti depressioni del terreno.

Passando al contenuto del libro si deve dire che vi è notevole deficienza per quanto riguarda il calcolo idraulico relativo al progetto di una condotta. A quanto appare, l'autore ammette la sola formula di Darcy per le perdite di carico continue e l'applica con coefficiente costante e pari a 0,0025 per qualunque diametro. Parlando del criterio di massima economia per la determinazione del diametro più conveniente, trascura la variabilità della portata durante il giorno. Infine è quanto mai singolare il modo con il quale tratta, o meglio non tratta, la questione delle condotte a diametro variabile senza riassumerle cita alcune pubblicazioni e conclude che *alcuni buoni costruttori hanno sperimentato procedimenti che tengono gelosamente segreti e quindi anche da questo lato non è il caso di entrare in merito.*

Sempre nel campo dell'idraulica l'autore dichiara che la pendenza delle livellette non deve essere troppo piccola altrimenti *non potrebbe dare istantaneamente una maggior quantità d'acqua, nel caso di repentino richiamo alle macchine in Centrale:* certo è che in questa frase l autore ha scritto ciò che è inammissibile abbia pensato.

Ma che pensare del modo con il quale è svolto il paragrafo dei misuratori di portata, che comincia e finisce in due righe? (si dice due !).

La parte più sviluppata è quella che riguarda il calcolo delle chiodature, delle flangie, delle cerniere, ecc.: è accennata qualche questione di pratica di officina, sui pezzi speciali e sull'esercizio delle condotte; però, nessuno degli argomenti trattati viene adeguatamente svolto.

In ogni modo è encomiabile lo sforzo compiuto dall'autore per scrivere un libro nuovo ed è da augurarsi che a tale sforzo egli ne voglia aggiungere moltissimi altri per mettersi in grado di scrivere un libro sulle condotte forzate, libro che andrà ad occupare un posto tuttora vuoto nella letteratura tecnica italiana.

La veste tipografica è veramente degna delle nobili tradizioni della Casa editrice.

NOTIZIARIO

CORSI SERALI PER INGEGNERI ELETTRICISTI

Per aderire alle richieste da più parte pervenute, la Direzione della *Scuola Speciale di perfezionamento per ingegneri elettricisti*, sorta da un anno presso la R. Scuola di Ingegneria di Milano, ha deciso di tenere a titolo di esperimento i seguenti corsi serali di carattere monografico, che richiederanno circa otto sere ciascuno.

1° Dal 12 marzo in avanti: PROF. A. BARBAGELATA, *I metodi fondamentali per le misure industriali.*

2° Da iniziarsi verso la fine di aprile: ING. L. EMANUELI, *La tecnica dei cavi ad alta tensione.*

3° Da iniziarsi nella seconda metà di maggio: PROF. E. BOTTANI, *Fenomeni transitori.*

Le lezioni si svolgeranno in un'aula della *Istituzione Elettrotecnica Carlo Erba* alla Città degli Studi (ingresso da via G. Ponzio, 25) dalle 21 alle 22,30. Si faranno di regola due lezioni per settimana nelle sere che saranno di volta in volta indicate.

Le lezioni saranno libere agli ingegneri elettricisti che faranno domanda scritta di assistervi.

NUOVO POTENZIOMETRO PER ALTE TENSIONI

Si tratta di un apparecchio da impiegarsi nella misura di precisione del voltaggio di correnti continue, dove, non potendosi eseguire misure dirette, necessita l'impiego di un riduttore della tensione. Impiegando a tale scopo parecchie resistenze ohmiche tarate e collegate in serie, dalla parte della alta tensione, i risultati restano falsati per le perdite di effluvio, specie nei punti ove esistono dei collegamenti metallici. Si ovvia a tale inconveniente racchiudendo dette resistenze entro tubi di vetro ad alto potere isolante, atto ad impedire gli effluvi, e facenti capo a sfere di diametro sufficiente per ridurre le perdite al minimo. Impiegando un voltmetro multicellulare, e 300 $M\Omega$ di resistenza complessiva si possono eseguire misure su tensioni di 30 kV con un errore compreso fra l'$1 \div 2$ %.

(b

SEN. PROF. O. M. CORBINO, *Direttore* ARTI GRAFICHE E. CALAMANDREI & C. - MILANO Fotoincisioni della « ZINCOGRAFICA » - MILANO ETTORE CESARI, *Redattore-Capo Responsabile*

MILANO
Aprile 1930 – Anno VIII

Fascicolo IV
Volume VII

L'Energia Elettrica

UFFICIALE PER GLI ATTI DELL'UNIONE NAZIONALE FASCISTA INDUSTRIE ELETTRICHE (UNFIEL)
E DELLA FEDERAZIONE NAZIONALE FASCISTA DEI GRUPPI REGIONALI IMPRESE ELETTRICHE (FENAGRIEL)
Direttore: SENATORE PROF. O. M. CORBINO

SOMMARIO del N. 4 del 1930

(da pag. 279 a pag. 374)

MILANO
Aprile 1930 - Anno VIII.

Fascicolo IV
Volume VII

L'Energia Elettrica

UFFICIALE PER GLI ATTI DELL'UNIONE NAZIONALE FASCISTA INDUSTRIE ELETTRICHE (UNFIEL)
E DELLA FEDERAZIONE NAZIONALE FASCISTA GRUPPI REGIONALI IMPRESE ELETTRICHE (FENAGRIEL)
Direttore: SENATORE PROF. O. M. CORBINO

Unione Nazionale Fascista Industrie Elettriche
(UNFIEL)

SECONDO CONGRESSO

ROMA – 29 MAGGIO – 1º GIUGNO 1930 - VIII

SOTTO L'ALTO PATROCINIO DI

S. E. BENITO MUSSOLINI

CAPO DEL GOVERNO

COMITATO D'ONORE

Presidenti del Comitato d'Onore

S. E. ARALDO di CROLLALANZA, Ministro dei Lavori Pubblici
S. E. GIACOMO ACERBO, Ministro per l'Agricoltura e Foreste
S. E. COSTANZO CIANO, Ministro per le Comunicazioni
S. E. GIUSEPPE BOTTAI, Ministro delle Corporazioni
S. E. FRANCESCO BONCOMPAGNI LUDOVISI, Governatore di Roma
ON. ANTONIO STEFANO BENNI, Presidente della Conf. Gen. Fascista dell'Industria Italiana

Membri del Comitato d'Onore

S. E. ANTONIO LEONI, Sottosegretario di Stato al Min. dei Lavori Pubblici
S. E. ARRIGO SERPIERI, Sottosegretario di Stato per la Bonifica Integrale
S. E. ARTURO MARESCALCHI, Sottosegretario di Stato per l'Agricoltura e Foreste
S. E. FILIPPO PENNAVARIA, Sottosegretario di Stato al Min. delle Comunicazioni
S. E. FERDINANDO PIERAZZI, Sottosegretario di Stato al Min. delle Comunicazioni
S. E. EMANUELE TRIGONA, Sottosegretario di Stato al Min. delle Corporazioni
S. E. DINO ALFIERI, Sottosegretario di Stato al Min. delle Corporazioni
S. E. GUGLIELMO MARCONI, Presidente del Consiglio Nazionale delle Rierche
S. E. GIUSEPPE VOLPI, Presidente Onorario della Un. Naz. Fasc. Ind. Elettriche
S. E. FRANCESCO MONTUORI, Prefetto di Roma
ON. GINO CACCIARI, Presidente della Conf. Gen. Fascista dell'Agricoltura
ON. FERRUCCIO LANTINI, Presidente della Conf. Nazionale Fascista dei Commercianti
ON. GINO OLIVETTI, Segretario Gen. della Conf. Gen. Fasc. dell'Industria Italiana
AVV. ALDO VECCHINI, Segretario Federale dell'Urbe
SEN. ATTILIO ODERO, Presidente della Società Terni
PROF. GAETANO CRISOSTOMI MARINI, Presidente della Azienda Elettr. Governat. di Roma
GR. UFF. ENRICO PARISI, Presidente della Società Elettricità e Gas di Roma

COMITATO ESECUTIVO

PRESIDENTE DEL COMITATO ESECUTIVO

On. GIACINTO MOTTA, Presidente della Unione Nazionale Fascista Industrie Elettriche

MEMBRI DEL COMITATO ESECUTIVO

I COMPONENTI IL COMITATO DIRETTIVO DELLA UNIONE NAZIONALE FASCISTA INDUSTRIE ELETTRICHE

COMITATO DI ORGANIZZAZIONE

Presidente : Ing. ALESSANDRO TACCANI

Membri : Ing. ARTURO BOCCIARDO
» ADOLFO COVI
» GUIDO LEONE FANO
» ORESTE SIMONOTTI
» ETTORE CESÀRI

Segretari : Ing. ANTONIO BANTI
Sig. A. G. BIANCHI
Sig. MICHELE MATTEO

PROGRAMMA

PRIMO GIORNO: GIOVEDÌ, 29 MAGGIO

Ore 9.45 - Adunata in Piazza Venezia.
» 10.— - Omaggio all'Altare della Patria.
» 10.30 - Omaggio all'Ara dei Caduti Fascisti.
» 11.— - Seduta inaugurale (Sala Borromini).
» 15.— - Prima seduta per la discussione dei temi del Congresso (Sala Borromini).
» 20.30 - Pranzo sociale all'Hôtel Continentale.

SECONDO GIORNO: VENERDI, 30 MAGGIO.

Ore 9.— - Seconda seduta per la discussione dei temi del Congresso (Sala Borromini).
» 12.30 - Colazione al Lido di Ostia offerta dalla Società Elettricità e Gas di Roma.
» 15.— - Terza seduta per la discussione dei temi del Congresso (Sala Borromini).
» 20.30 - Pranzo offerto dalla Presidenza della UNFIEL alle Autorità.

NB. - Nel pomeriggio del 30 Maggio le Signore saranno accompagnate al Lago di Nemi e verrà loro offerto un tea al Grand Hôtel di Rocca di Papa.

TERZO GIORNO: SABATO, 31 MAGGIO.

Ore 9.— - Partenza per la visita agli impianti dell'Acquoria.
» 12.— - Colazione a Villa d'Este offerta dal Consorzio Idroelettrico dell'Aniene.
» 15.— - Seduta del Consiglio Direttivo della UNFIEL (Sala Borromini).
» 15.30 - Assemblea delle Sezioni Economica e Tecnologica della UNFIEL (Sala Borromini).
» 16.30 - Quarta seduta per la discussione dei temi del Congresso (Sala Borromini).
» 20.— - Pranzo offerto dalle Società Elettricità e Gas di Roma e «Terni».

NB. - Nel pomeriggio del 31 Maggio alle Signore verrà offerto un tea al Castello dei Cesari.

QUARTO GIORNO: DOMENICA, 1° GIUGNO.

Ore 7.30 - Partenza per la visita agli Impianti della Società Terni a Galleto.
Visita alla Cascata delle Marmore.
» 12.30 - Colazione offerta dalla Società Terni.
Scioglimento del Congresso, e ritorno a Roma.

TEMI DA DISCUTERE

La quantità probabile di energia idroelettrica italiana. — Relatori: ING. PIERO MARINONI (Società Edison) e ING. ANGELO TESTA (UNFIEL).

La curva integrale delle pioggie e le curve segnalatrici delle possibilità climatiche. — Relatore: PROF. ING. GAETANO GANASSINI.

La disponibilità totale di combustibili italiani – possibilità e convenienza della utilizzazione per produzione di energia elettrica. — Relatore: ING. IGNAZIO PRINETTI (Società Elettrica del Valdarno).

Stato attuale e progressi probabili delle grandi centrali a vapore. — Relatore: ING. PIERO FERRERIO (Società Edison).

Stato attuale e progressi probabili del motore «Diesel». — Relatore: ING. MARIO MAINARDIS (Società Adriatica).

Costo attuale degli impianti idraulici – Previsioni per il futuro. — Relatore: ING. ALDO RONCALDIER (Società Idroelettrica Piemonte).

Costo della distribuzione nei grandi centri. — Relatore: ING. GIUSEPPE CENZATO (Società Meridionale).

Costo della distribuzione in campagna per scopi agricoli. — Relatore: ING. PIERO CASINI (Società Elettrica Bonifiche Irrigazioni).

Stato attuale e possibilità future nelle applicazioni domestiche e agricole. — Relatore: ING. CESARE PEDRINI (Unione Esercizi Elettrici).

Incidenza della spesa dell'energia elettrica sui varii bilanci. — Relatore: ING. ALESSANDRO TACCANI (UNFIEL).

Legislazione comparata. — Relatore: ING. ETTORE CESÀRI (UNFIEL).

ING. ANGELO TESTA
DELL'UNIONE NAZIONALE FASCISTA INDUSTRIE ELETTRICHE

Sull'effetto di regolazione dei serbatoi a scopo industriale nei bacini alpini

I – PREMESSE.

In uno studio precedente (1), valendoci delle misure di portata che presentemente si posseggono per i corsi d'acqua alpini — dalla Dora Baltea al Piave — abbiamo messo in evidenza come i regimi di questi corsi d'acqua riferiti ai caratteri geografici e morfologici dei rispettivi bacini, si prestino ad essere classificati in un numero relativamente limitato di tipi, caratterizzati, ciascuno, da particolari valori numerici degli elementi che maggiormente interessano il problema delle utilizzazioni idroelettriche.

La classificazione effettuata è la seguente:

I° Gruppo : Piccoli bacini ad alta quota con estese aree glaciali (dal 20 al 5 % della superficie totale):

a) Alpi piemontesi;
b) » lombarde;
c) » venete.

II Gruppo : Grandi bacini alpini con aree glaciali di media e piccola estensione (sino al 6 % della superficie totale):

a) Alpi piemontesi;
b) » lombarde;
c) » venete.

III Gruppo : Bacini prealpini, senza ghiacciai e nevai permanenti.

Nello studio accennato si è però considerato soltanto il caso delle utilizzazioni senza serbatoio. Volendo ora completare l'indagine è necessario estendere l'esame anche al problema delle utilizzazioni con serbatoio, pur tanto frequenti specialmente nella regione alpina.

Per poter istituire, senza troppe difficoltà, un confronto abbastanza attendibile fra le utilizzazioni attuabili in bacini diversi, ci riferiremo al caso più semplice di un serbatoio unico che regoli — completamente o parzialmente — i contributi del proprio bacino imbrifero soltanto.

È questo il caso, del resto abbastanza frequente, di un serbatoio che debba provvedere all'integrazione dei *deflussi* utilizzabili in uno o più impianti immediatamente sottostanti, i quali non ricevano sensibili contributi da altri bacini imbriferi non regolati (2).

Un serbatoio in queste condizioni ha lo scopo precipuo di sostituire, per un dato periodo di tempo, alla successione naturale delle portate disponibili alla sezione di sbarramento (o di presa), una portata continua (1) uguale a quella media del periodo considerato (*regolazione totale*), oppure una nuova successione di portate, tale che gli scostamenti di queste dalla loro media soddisfino ad una condizione di minimo che preciseremo meglio in seguito (*regolazione parziale*).

Nel 1° caso (regolazione totale), quando sia nota la successione naturale degli afflussi al serbatoio, durante il periodo preso in esame, si può determinare facilmente la capacità necessaria per la voluta regolazione. I metodi che servono per questa determinazione sono ormai ben noti e sarebbe superfluo il trattarne qui diffusamente.

La detta capacità dipende anzitutto dalla distribuzione e dai valori effettivi delle portate durante il periodo considerato e risulta tanto più elevata, a parità di ogni altra condizione, quanto maggiori sono le differenze fra le magre e le piene e quanto più è irregolare la distribuzione delle portate stesse. Essa varia col numero degli anni (consecutivi) che si considerano (2) ed è diversa da periodo a periodo.

Quest'ultima circostanza fa sì che il problema della regolazione totale, nell'ambito di uno o pochi anni consecutivi, risulti parzialmente indeterminato per ciò che riguarda la scelta della capacità da assegnare al serbatoio e la valutazione delle portate minime erogabili con diverse capacità di invaso. Nel caso, ad esempio, che si consideri la *regolazione annuale* delle portate di un corso d'acqua, la capacità occorrente varia da un anno all'altro (come varia, del resto, anche la portata media disponibile).

Stabilite quindi, per i singoli anni di un periodo abbastanza lungo, le capacità occorrenti per l'accennata regolazione, il problema non è ancora completamente risolto in quanto resta da decidere a quale dei valori trovati si debba commisurare il serbatoio.

---

(1) « I caratteri idrologici dei corsi d'acqua alpini nei riflessi delle utilizzazioni idroelettriche », *L'Energia Elettrica*, 1929, fascicolo IX.

(2) Nel caso più generale, il bacino imbrifero di un serbatoio non è che una parte soltanto dell'intero bacino sotteso dall'opera (o dalle opere) di presa dell'impianto (o, risp., degli impianti) che il serbatoio stesso deve servire. Allora la funzione del serbatoio, come è ben noto, è essenzialmente quella di compensare la variabilità degli afflussi in modo tale da assicurare al *complesso* degli impianti sottostanti una *produzione di energia* per quanto possibile conforme a prestabiliti diagrammi di carico; la capacità e le modalità di erogazione dal serbatoio dipendono, oltre che dall'andamento di questi diagrammi e dalle condizioni idrologiche dei singoli bacini che si considerano, anche dai rapporti che intercedono fra i contributi di questi e fra i salti dei singoli impianti.

Tale problema non si presta però ad alcuna trattazione generale, in quanto ogni possibile combinazione forma un caso particolare che va studiato a sè.

(1) In questi casi, quando si parla di *portata continua*, si fa astrazione da qualsiasi *concentrazione* diurna, essendo questa generalmente assicurata in qualunque epoca del periodo considerato, dalla grande capacità del serbatoio.

(2) Sembra probabile che coll'aumentare indefinito del numero degli anni del periodo esaminato, la capacità utile necessaria per la regolazione in oggetto tenda ad un valore limite (FROSINI: « Sulla capacità da assegnare ai serbatoi stagionali », *Annali dei LL. PP.*, 1928, N. 9).

Si può ovviare a questa indeterminatezza impostando il problema in modo diverso e cioè ricercando, per esempio, *quale sia la capacità di serbatoio che consente di erogare con continuità, durante un periodo abbastanza lungo di anni consecutivi, una data portata compresa fra la più bassa delle medie annuali verificatesi nel periodo considerato e la portata media relativa al periodo stesso.* Naturalmente, in tal caso non converrà tener conto dei periodi più critici, se non per trarne qualche indizio circa la loro frequenza probabile. È ovvio, peraltro, che la capacità così prescelta consentirà di regolare in alcuni anni portate anche superiori a quella minima prevista (1).

Non sempre le condizioni topografiche, geomorfologiche e antropogeografiche della località interessata dallo sbarramento che si vuol creare, nonchè le condizioni di tornaconto economico, consentono di realizzare la capacità occorrente per la regolazione totale delle portate, anche nell'ambito dei singoli anni soltanto. In tal caso, fissati i limiti entro i quali può praticamente variare la capacità del serbatoio che si intende costruire, occorre determinare, per ogni possibile valore della capacità stessa (o per alcuni valori compresi fra i limiti suddetti):

1° il regime di erogazione più conveniente (nel senso specificato più avanti);

2° il massimo volume d'acqua utilizzabile in più per effetto del serbatoio e la portata massima (continua) derivabile che assicura la completa utilizzazione di tale volume.

Al primo quesito si può rispondere facilmente valendosi del noto criterio stabilito dal Prof. Conti (2); alla risoluzione del secondo si giunge poi attraverso una serie di elaborazioni delle quali tratteremo diffusamente al III paragrafo. Una volta stabiliti questi elementi, si sceglierà la capacità da assegnare al serbatoio, in base a condizioni di massimo tornaconto.

Nel presente studio, facendo riferimento alla classificazione dei principali corsi d'acqua alpini dianzi accennata, si mostrerà come variano, da bacino a bacino, e in relazione ai diversi regimi idrologici:

1° le capacità di serbatoio occorrenti per la regolazione delle portate nell'ambito rispettivamente, di uno o due anni (consecutivi);

2° l'effetto regolatore di un serbatoio di data capacità (espressa come percentuale del deflusso medio annuo disponibile o in migliaia di mc. per Kmq.).

L'indagine è stata riferita per la maggior parte dei corsi d'acqua considerati, al quadriennio 1924-1927; la prima parte dell'esame, però, è stata estesa al quinquennio 1924-1928 (eccezion fatta per i bacini della Sesia e della Dora Baltea per i quali si possedeva soltanto la serie dei dati relativi al quinquennio 1925-1928). Si sono i[illegible]tuiti anche alcuni confronti con i dati relativi a periodi più l[illegible]nghi, on[illegible]e precisare il significato e la portata dei risultati ot[illegible]enuti per i[illegible] quadriennio 1924-1927.

II – Capacità occorrenti [illegible]er la re[illegible] lazione delle portate disponibili nell'ambit[illegible] di un anno e di un biennio.

La capacità di serbatoio[illegible]ente per la regolazione totale delle portate disponibili ir[illegible]ato periodo varia, come si è detto, da bacino a bacino [illegible]do funzione dell'andamento e dell'entità delle portate d[illegible]orso d'acqua che si considerà. Essa costituisce quindi u[illegible]imo termine di confronto molto utile e significativo che p[illegible]rmette di stabilire senz'altro una classificazione preliminare dei diversi bacini idrografici in rapporto all'efficacia (regolatrice) dei serbatoi. Nel caso specifico dei corsi d'acqua alpini, ai quali si riferisce la presente indagine, è anche interessante di verificare se tale classificazione concorda con quella già stabilita nello studio precedente in base alle caratteristiche morfologiche e idrografiche dei singoli bacini presi in esame.

Nel prospetto 1° sono riportati alcuni valori (C_a e C_b) delle capacità occorrenti, rispettivamente, per la regolazione annuale e per quella biennale delle portate disponibili nei principali corsi d'acqua compresi fra la Dora Baltea e il Piave.

Per ciascuno di questi si è dapprima tracciata la curva dei deflussi (o portate integrali) relativa al periodo indicato nella 2ª colonna del detto prospetto; indi si sono determinati i valori di C_a corrispondenti ai singoli *intervalli compresi fra due periodi*

(1) In realtà, la conoscenza — sia pure approssimativa — dei valori estremi entro cui si può variare la portata erogabile da un serbatoio di data capacità, non è meno importante di quella della minima portata che il serbatoio stesso può assicurare con continuità per un certo numero di anni comprendenti o no casi particolarmente critici.

Fissata quindi la capacità necessaria per assicurare una data portata minima, indipendentemente — entro certi limiti, più o meno estesi — dalle condizioni di afflusso al serbatoio, converrà determinare, per un periodo possibilmente lungo di anni, il regime effettivo di erogazione consentito dal serbatoio stesso, in modo da precisare i valori limiti delle portate erogabili nei singoli mesi o nelle singole stagioni dell'anno e, conseguentemente, i livelli minimi e massimi entro i quali può praticamente oscillare — nell'ambito di ciascun mese (o di ogni stagione) — l'invaso del serbatoio. Questa ricerca, che può essere condotta col metodo Conti oppure con un metodo alquanto più laborioso proposto nel 1922 dall'Ing. Righi (v. *L'Elettrotecnica*, 1922, n. 3), riconduce il problema in esame ad un caso particolare di regolazione parziale dei deflussi della quale tratteremo più ampiamente al paragrafo III).

(2) Come è noto, se $O\,O_1$ (fig. 1 *a*) rappresenta la curva degli afflussi ad un serbatoio, ed $O'\,O'_1$ è la stessa curva spostata parallelamente a sè stessa (nel senso delle ordinate) di un segmento $S\,R$, corrispondente al volume di invaso di cui si dispone il diagramma delle erogazioni più convenienti dal serbatoio resta definito dalla spezzata mistilinea $O\,S\,S_1\,S_2\,O_1$ riproducente la posizione che assumerebbe un filo teso nell'interno della striscia compresa fra le curve OO_1, $O'O'_1$ (con il vincolo di non uscire dalla stricia stessa). Si dimostra facilmente che la spezzata $O\,S\,S_1\,S_2\,O_1$, fra tutte quelle (comprese nella striscia anzidetta) che partono da O e finiscono in O_1 è quella che ha la minima lunghezza. L'Ing. Gherardelli ha di recente dimostrato ancora che tale condizione è equivalente all'altra:

$$\int_0^T q^2\,d\,t = minimo \text{ ove } q = \frac{d\,y}{d\,t}$$ rappresenta la portata derivata dal serbatoio in un istante generico dell'intervallo T.

Quest'altra condizione, alla sua volta, corrisponde *al minimo dello scarto quadratico medio delle portate q (regolate) dalla loro media aritmetica*. Il metodo Conti, interpretato sotto questa forma è estensibile anche ad alcuni casi particolari ai quali non è invece applicabile direttamente il metodo grafico sopra accennato. Ci esimiamo però dal diffonderci sopra tali problemi perchè ci allontaneremmo troppo dall'oggetto della presente indagine.

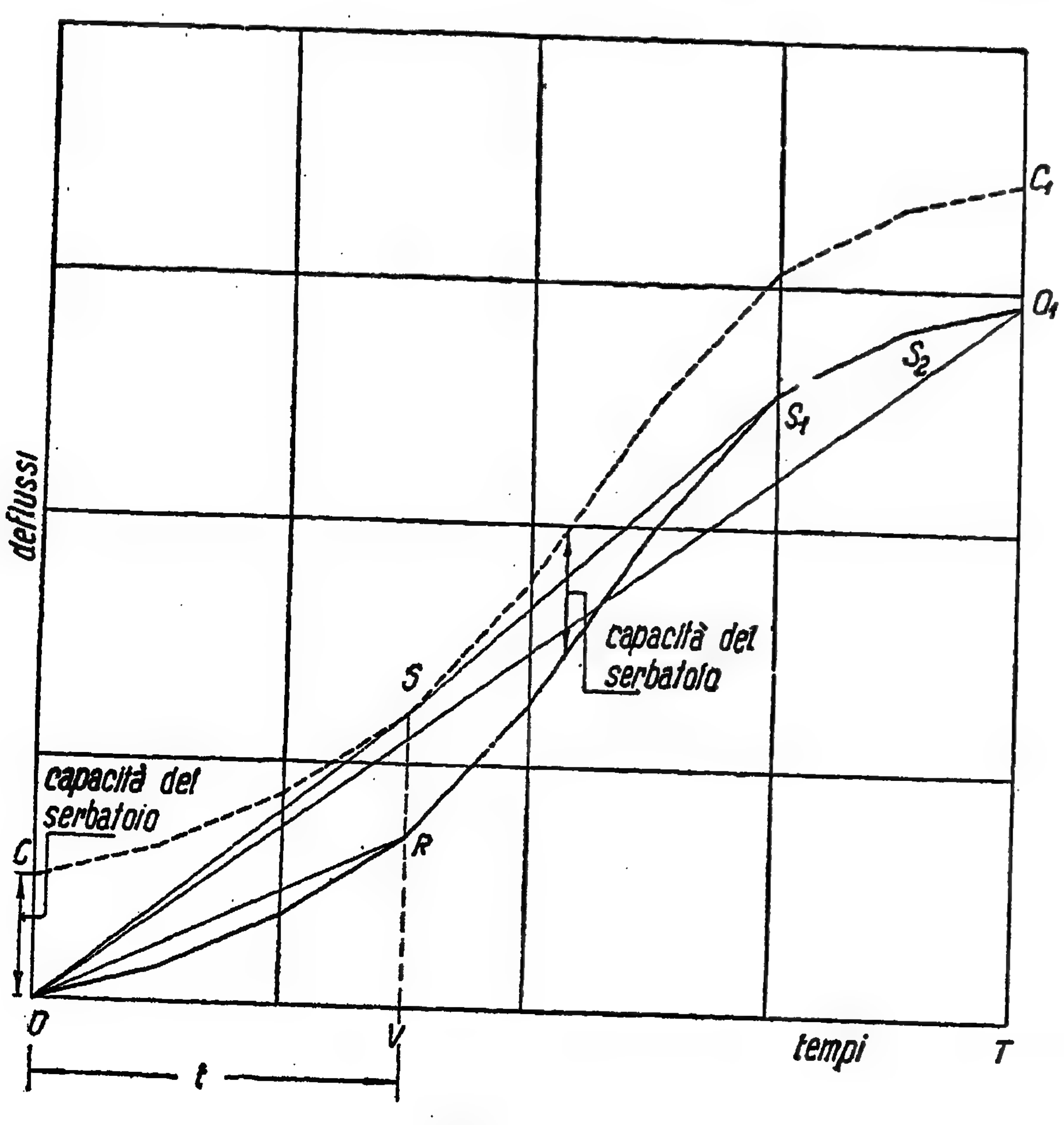


Fig. 1 *a*.

PROSPETTO I.

CORSO D' ACQUA	Periodo d'osservazione	Capacità di invaso (in % del *d. m. a.* relativo al periodo considerato) occorrenti per la regolazione — **Annuale** (C_a) delle portate disponibili: Minima	**Ordinaria**	Massima	**Biennale** (C_b) delle portate disponibili: Minima	**Ordinaria**	Massima
Mera (a Vicosoprano)	1924–1928	35.0	**41.2**	51.6	42.5	**44.2**	51.6
Sesia (a Campertogno)	1925–1928	29.8	**34.5**	37.3	36.3	**37.5**	39.3
Moesa (a S. Giacomo)	1924–1928	29.2	**33.3**	43.5	32.8	**37.5**	45.6
	1920–1928	16.5	**34.0**	45.0	—	—	—
Dora Baltea (a P. Bajo)	1925–1928	26.8	**32.8**	38.8	34.4	**39.0**	40.8
Adda (a Fuentes)	1924–1928	22.5	**30.0**	40.0	26.6	**36.0**	51.7
	1899–1912	13.5	**29.6**	46.5	—	—	—
Oglio (a Temù)	1924–1928	20.0	**27.7**	40.0	28.7	**35.0**	47.5
Ticino (a Bellinzona)	1924–1928	21.4	**24.4**	29.2	25.7	**28.4**	34.0
	1920–1928	12.6	**25.0**	36.8	—	—	—
Noce (a Tassello)	1924–1928	16.7	**21.0**	34.2	21.3	**44.0**	48.3
Adige a Trento	1924–1928	18.3	**20.4**	34.2	22.0	**34.0**	41.7
Brenta a Sarson	1924–1928	10.4	**14.4**	25.8	16.2	**28.8**	33.4

successivi di morbida o di magra e, infine, i valori di C_b relativi agli intervalli risultanti dalla combinazione, a due a due, dei periodi anzidetti.

Gli intervalli così prescelti non coincidono con gli anni (o i bienni) solari ed hanno durate variabili, in generale, da 11 a 14 mesi (rispett. da 22 a 26 mesi) (1).

Questa suddivisione dei periodi presi in esame è evidentemente più logica di ogni altra in quanto essa presuppone che i serbatoi stagionali siano pieni al termine dei periodi di morbida e vuoti al termine di quelli di magra e porta quindi a considerare dei cicli chiusi che si possono ripetere per un numero indefinito di anni e che sono inoltre bene determinati qualunque sia il periodo che si prende a base dell'indagine.

È ovvio, peraltro, che essendo diverse, in generale, le portate disponibili fra due periodi di morbida da quelle disponibili fra due periodi di magra — compresi nello stesso biennio solare — saranno in generale diverse anche le capacità di serbatoio occorrenti nei due casi. Adottando quindi l'accennata suddivisione, si sono ricavati, per ogni corso d'acqua, $2(n-1)$ valori di C_a e $2(n-2)$ valori di C_b (ove n indica il numero degli anni solari compresi nel periodo considerato). Di questi valori si sono riportati, nel prospetto I°, i massimi, i minimi e quelli che, durante i periodi considerati sono stati raggiunti (o superati) per $(n-1)$ (o, rispettivamente, per $n-2$) volte e che si possono distinguere con l'epiteto di *ordinari*.

Allo scopo di facilitare i confronti fra bacini diversi si sono espressi i valori di C_a e di C_b come percentuali dei deflussi medi annui relativi ai periodi presi in esame.

In tal modo resta eliminata la dipendenza di C_a e di C_b dal valore effettivo dei deflussi mentre viene messa in maggiore evidenza l'influenza dell'andamento delle portate.

Nei confronti tra bacini diversi conviene pure tener presente che i valori massimi di C_a e di C_b non hanno, a questo riguardo, molto significato perchè essi corrispondono a casi piuttosto singolari.

Maggior significato hanno invece i valori di ordine intermedio ed in particolare, quelli (ordinari) scelti col criterio dianzi accennato.

(1) Notiamo incidentalmente che, nel caso dei corsi d'acqua alpini, gli intervalli compresi fra due periodi successivi *di magra* hanno in generale durata costante ed uguale a 12 mesi; mentre più variabili da anno ad anno sono le durate degli intervalli compresi fra i successivi periodi di *morbida*. Ciò deriva manifestamente dal fatto che le magre dei fiumi alpini ricadono quasi sempre negli stessi mesi dell'anno, mentre le morbide più sentite — dovute molte volte a fenomeni puramente accidentali — possono verificarsi in mesi diversi da un anno all'altro.

Dall'esame dei valori ordinari di C_a, riportati nel prospetto I°, risulta evidente come le loro variazioni, dal bacino del Mera a quello del Brenta, siano perfettamente concordanti con la classificazione precedentemente stabilita per i corsi d'acqua presi in esame, nel senso che, mentre i valori più elevati si riscontrano nei bacini glaciali del 1° gruppo e quelli intermedi nei bacini del II gruppo, i valori più bassi corrispondono invece ai bacini prealpini, il regime dei quali presenta escursioni assai meno accentuate fra portate minime e massime. Meno concordanti con tale classificazione sono le variazioni delle capacità occorrenti per la regolazione biennale (C_b); ma ciò si spiega tenendo conto dei fenomeni di carattere accidentale, gli effetti dei quali, pur riuscendo appena sensibili nell'ambito di un anno, possono avere invece ripercussioni maggiori nell'ambito di un biennio, specie se ad un anno di relativa magra ne segue uno di morbida. Un'altra circostanza notevole che emerge dall'esame del prospetto I° è questa: che, mentre i valori massimi e minimi trovati per il quinquennio 1924-1928 (o per il quadriennio 1925-1928) sono generalmente compresi nell'intervallo corrispondente ai valori massimi e minimi relativi a periodi più lunghi (un novennio per la Moesa e il Ticino, un ventiquattrennio per l'Adda) i valori ordinari invece, sono pressochè coincidenti per i diversi periodi considerati; ciò induce ad ammettere che questi valori siano estensibili, con approssimazione praticamente sufficiente, anche a periodi diversi e più estesi del quinquennio considerato.

Valendosi di questa circostanza e tenendo presente la classificazione già più volte menzionata, si possono stabilire facilmente i valori limiti ordinari delle capacità (effettive) C_a e C_b pei diversi *tipi* di corsi d'acqua esaminati. I risultati di questa valutazione sono riportati nel prospetto II.

S'intende che i valori così determinati hanno significato semplicemente indicativo; essi permettono, tuttavia, di istituire un interessante confronto fra i diversi bacini considerati.

III – REGOLAZIONE PARZIALE DELLE PORTATE (Considerazioni generali).

Come già si è accennato al N. 1, quando un serbatoio non ha capacità sufficiente per regolare completamente i deflussi disponibili alla sezione di sbarramento, durante un dato periodo, v'ha luogo a parlare di *migliore o più conveniente regolazione*, intendendosi generalmente per tale quella definita dal metodo grafico proposto dal Prof. Conti.

Noto il diagramma delle portate disponibili ad una sezione di sbarramento, per un dato periodo, questo metodo permette

PROSPETTO II.

Valori estremi delle capacità (ordinarie) di invaso occorrenti per la regolazione annuale e biennale delle portate disponibili nei diversi tipi di bacini alpini.

BACINI		Valori estremi del modulo (in l/sec. × kmq)		Capacità (ordinarie) (in mil. di mc per kmq) occorrenti per la regolazione			
				Annuale		Biennale	
Gruppo	Sottogruppo	da	a	da	a	da	a
I	*a)*	30,0	40,0	0,310	0,520	0,350	0,570
	b)	50,0	60,0	0,520	0,775	0,590	0,850
	c)	40,0	50,0	0,415	0,65c	0,475	0,710
II	*a)*	25,0	35,0	0,235	0,375	0,275	0,440
	b)	33,	53,0	0,260	0,500	0,290	0,600
	c)	25,0	30,0	0,155	0,240	0,235	0,425
III	—	30,0	45,0	0,130	0,285	0,265	0,485

di determinare senz'altro, *per ogni capacità di serbatoio*, la successione più conveniente delle portate erogabili. Stabilito il regime di erogazione, si può costruire, per ciascuna delle capacità di serbatoio considerate, il diagramma di durata delle portate regolate e da questo risalire alla corrispondente *caratteristica di utilizzazione*.

Quest'ultima sarà generalmente rappresentata da una spezzata avente per ascisse i valori delle portate derivabili e per ordinate i valori delle portate medie corrispondentemente utilizzabili nel periodo preso in considerazione.

Nella figura 1 sono riportate, per un caso generico, diverse curve caratteristiche (*b*, *c*, *d*, *e*) corrispondenti a varie capacità di serbatoio (*C*). La curva *a* rappresenta, per lo stesso bacino

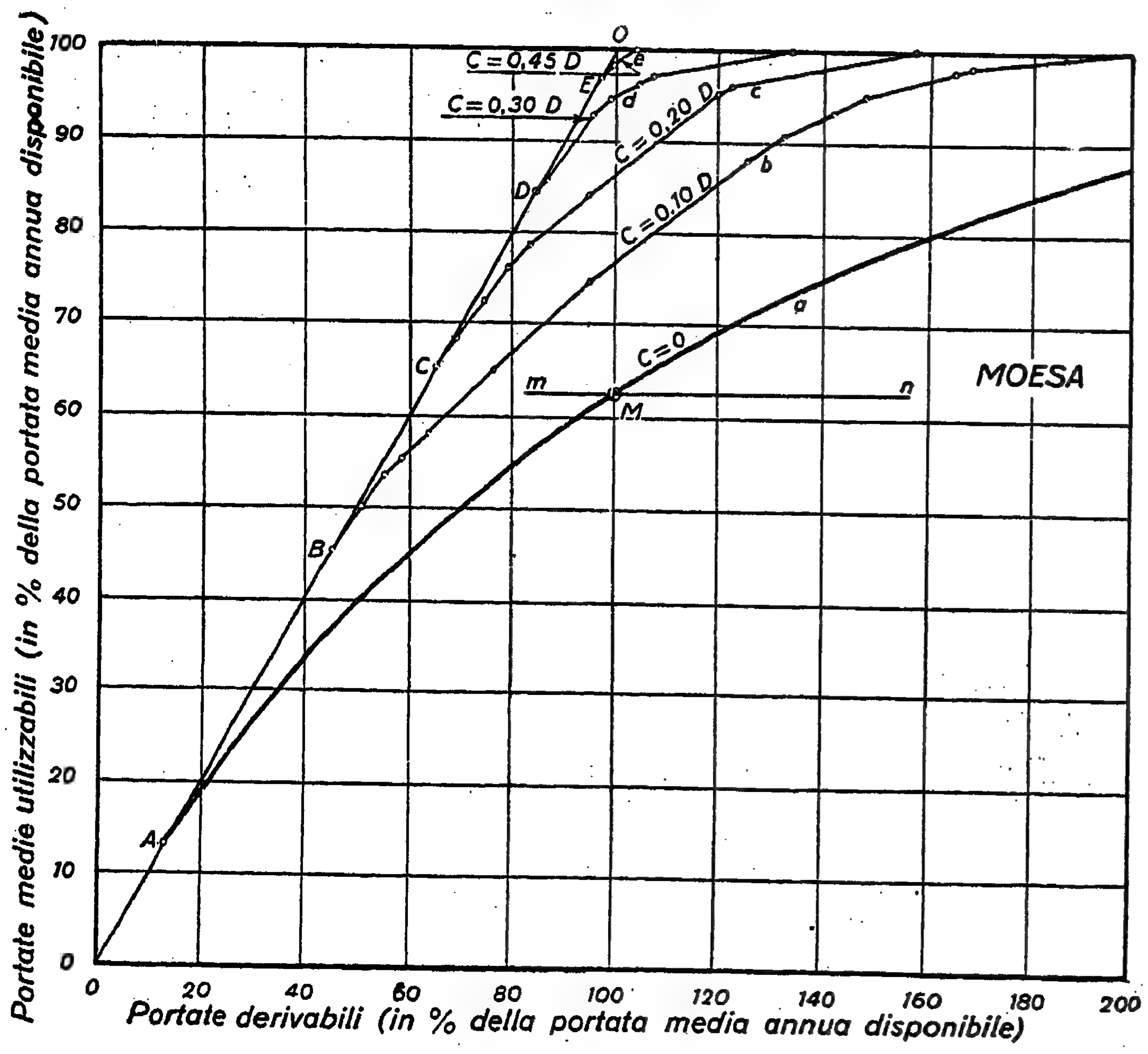


Fig. 1.

e per il medesimo periodo, la curva caratteristica che diremo *naturale* essendo desunta dalla successione naturale delle portate disponibili alla sezione di presa.

Le portate (massime derivabili e medie utilizzabili) sono state espresse come percentuali della portata media relativa al periodo preso in esame e le capacità *C* sono state espresse come frazioni del deflusso annuo medio (*D*) relativo allo stesso periodo.

I diagrammi della fig. 1 permettono di valutare facilmente l'effetto di regolazione di un serbatoio di data capacità, sia per rispetto alla minima portata che esso è in grado assicurare durante il periodo considerato, sia per riguardo al deflusso che esso consente di utilizzare *in più* rispetto ad una qualsiasi utilizzazione senza serbatoio.

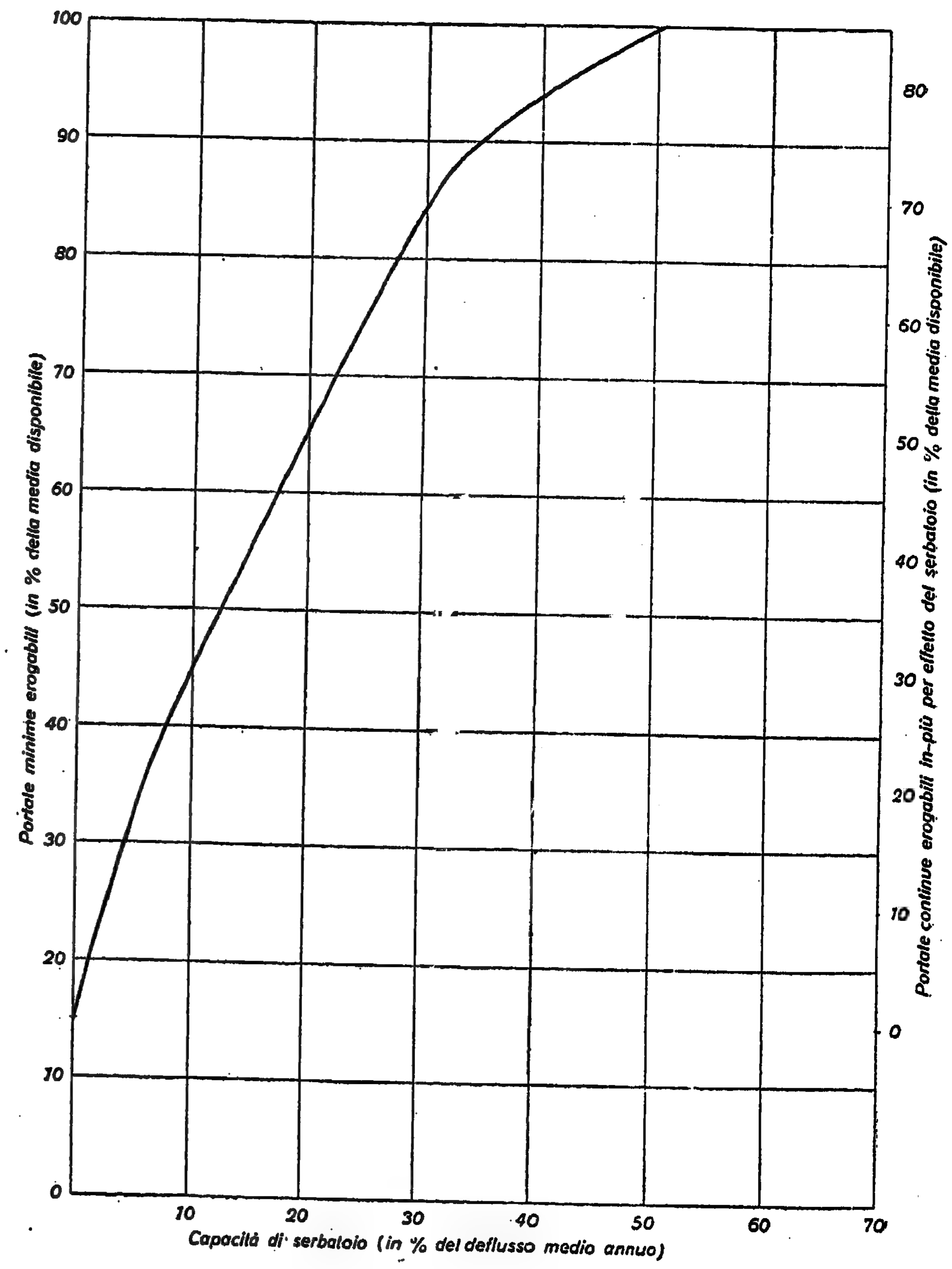


Fig. 2.

Le portate minime assicurate dalle diverse capacità sono rappresentate, nella fig. 1, dalle ordinate dei punti *B, C, D, E*, (di intersezione delle rispettive curve *b, c, d, e*, con la retta *O-O*).

Riportando i valori di queste ordinate in un diagramma avente per ascisse le corrispondenti capacità di invaso, si ottiene una curva, abbastanza significativa, del tipo di quella rappresentata nella fig. 2, la quale permette di determinare, per ogni capacità, la portata minima erogabile durante il periodo considerato o, viceversa, la capacità necessaria per assicurare — durante il medesimo periodo — l'erogazione continua di una data portata (1).

Se la curva viene spostata parallelamente a sè stessa (nel senso delle ordinate) sino a passare per l'origine degli assi coordinati si otterrà la curva delle portate continue erogabili *in più* — rispetto alla minima naturalmente disponibile — per effetto del serbatoio (v. scala di destra della fig. 2).

Come si rileva dalla curva in esame (la quale corrisponde, peraltro, ad un caso reale) la portata continua, utilizzabile *in più* per effetto di un serbatoio, aumenta rapidamente con la capacità di invaso sino ad un certo valore di questa; da tale valore in poi l'incremento di detta portata diventa minore. Il punto corrispondente al « gomito » della curva permette

(1) Questa curva può essere dedotta più semplicemente partendo dal diagramma dei deflussi e rilevando da questo le capacità massime occorrenti per assicuare, durante il periodo considerato, diverse portate continue comprese fra la più bassa delle medie annuali verificatesi durante il periodo stesso e quella media relativa al medesimo.

quindi di stabilire un valore per la capacità del serbatoio, che non conviene oltrepassare.

È opportuno notare, tuttavia, che questo stesso valore limite non è, in pratica, sempre raggiungibile, specialmente quando si tratta di bacini relativamente estesi.

Circa l'esistenza del predetto « gomito », essa si spiega facilmente osservando che le maggiori portate e le capacità che occorrerebbero per assicurarne l'erogazione durante un periodo relativamente lungo sono legate a fenomeni di carattere accidentale che si presentano solo di rado anche in lunghi periodi di anni.

Se in un diagramma avente per ascisse le portate derivabili, si riportano come ordinate i segmenti verticali intercetti fra la curva caratteristica *a* e ciascuna delle altre curve (*b, c, d, e*); si ottiene un fascio di curve mistilinee (fig. 3) ognuna delle quali rappresenta i valori dei deflussi (o delle portate medie) utilizzabili in più, per effetto di un serbatoio di data capacità, in funzione delle portate derivabili.

L'ordinata di un punto generico della curva relativa ad una data capacità di invaso rappresenta il deflusso utilizzato in più, per effetto di questa capacità, con una utilizzazione commisurata alla portata espressa dall'ascissa del punto prescelto. In tal modo si viene ad istituire un confronto fra le portate medie utilizzabili, rispettivamente, in un impianto con serbatoio ed in uno a derivazione diretta, commisurati entrambi alla *stessa portata massima.*

Come si rileva dalla fig. 3, per ogni valore della capacità di invaso esiste un intervallo nel campo delle portate derivabili, entro il quale il volume d'acqua utilizzato *in più* per effetto del serbatoio assume i valori più elevati e tra questi il valore massimo, che può verificarsi anche per portate derivabili diverse; per ogni data capacità di invaso è dunque possibile individuare un particolare valore, o un intervallo determinato di valori delle portate derivabili al quale corrisponde il massimo *rendimento* possibile del serbatoio prescelto. La maggiore di queste portate, permettendo di realizzare rispetto alle altre la più vasta utilizzazione dei deflussi disponibili, si potrà ritenere idraulicamente più conveniente e ad essa converrà quindi commisurare la potenza della divisata utilizzazione (salvo, s'intende, tener conto delle eventuali concentrazioni diurne di erogazione, imposte dagli scopi particolari dell'impianto) (1).

Non sempre le condizioni di massima convenienza idraulica coincideranno esattamente con quelle relative al massimo tornaconto economico perchè il costo delle diverse parti dell'impianto è funzione più o meno complessa della portata derivabile; ma si può ritenere che, nella maggior parte dei casi, i valori compresi nell'intervallo anzidetto corrispondano abbastanza bene sia alle une che alle altre.

Le affermazioni generali in argomenti di questo genere sono sempre difficili, attese la grande varietà e variabilità delle circostanze che si possono presentare. Tuttavia, qualche verifica sommaria riferita ad alcuni casi concreti ha confermato l'accennata corrispondenza.

In pratica, oltre alla determinazione dei deflussi utilizzabili in più per effetto di un serbatoio — *a parità di portata derivabile* — può interessare anche la valutazione dei deflussi utilizzabili in più con una derivazione provvista di serbatoio, rispetto ad una utilizzazione semplice commisurata ad una portata prestabilita, minore di quella derivata con la prima.

(1) È necessario tener presente che le portate ora accennate corrispondono al caso di una erogazione costante nelle 24 ore, e che perciò quando si fa riferimento ad esse, nel commisurare la potenza di un impianto, si prescinde da qualsiasi concentrazione diurna di erogazione. In generale, però, un impianto con serbatoio deve presentare una certa elasticità che permetta di sopperire a punte orarie o diurne anche di elevata potenza. In tal caso si deve determinare la portata *massima* che dovrebbe essere effettivamente derivata, tenendo conto del diagramma di massimo carico prestabilito per la centrale: a questa portata massima dovranno essere commisurate, manifestamente, le condotte forzate e le turbine idrauliche; nel caso che la derivazione dal serbatoio venga fatta mediante un canale a pelo libero, la capacità di questo sarà invece commisurata alla portata idraulicamente più conveniente sopra menzionata (alla quale dovrà corrispondere l'ordinata media del diagramma diurno di massimo carico).

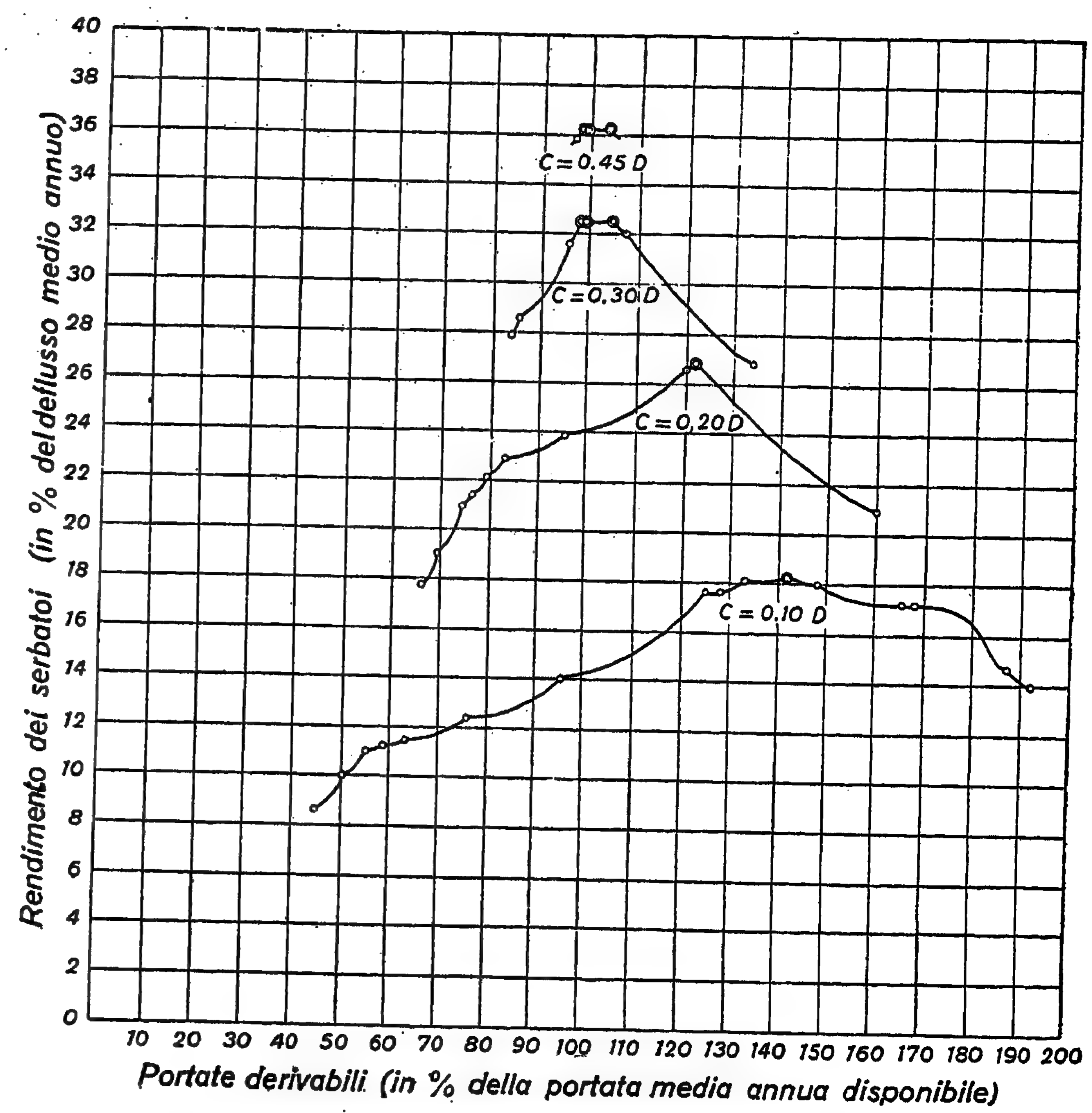


Fig. 3.

Occorre notare, però, che in tal caso, essendo le caratteristiche delle due utilizzazioni affatto diverse fra loro, gli elementi posti a confronto non sono più rigorosamente paragonabili fra loro. Le utilizzazioni senza serbatoio vengono ordinariamente commisurate alla portata (naturale) semi permanente; spesso anche alla portata media disponibile alla sezione di presa (che nel caso dei corsi d'acqua alpini ha una durata media di 5 mesi su 12). Se, nel caso generico dianzi considerato, si suppone, ad esempio, di assumere come termine di confronto la portata utilizzata con una derivazione commisurata alla portata media disponibile (posta, nel diagramma della fig. 1, uguale a 100), i deflussi utilizzabili in più con una derivazione provvista di serbatoio, saranno rappresentati, per le diverse portate derivabili, dai segmenti compresi fra la curva caratteristica corrispondente alla capacità prescelta e la orizzontale *m-n* passante per il punto *M*, che corrisponde alla portata media utilizzata con la derivazione semplice posta a base del confronto.

Il volume utilizzabile in più si compone evidentemente di una parte dovuta all'aumentata capacità dell'impianto e di una parte dovuta invece esclusivamente all'effetto regolatore del serbatoio. Quest'ultima assumerà ancora il suo valore massimo in corrispondenza di quelle portate derivabili di cui si è parlato or ora e che sono in generale, minori della massima portata che il serbatoio è capace di assicurare.

Se si vuole quindi conseguire il miglior rendimento del serbatoio considerato converrà commisurare, in ogni caso, la corrispondente utilizzazione ad una delle portate suddette. Questa condizione assume particolare importanza nel caso dell'ampliamento di un impianto a derivazione diretta, mediante l'aggiunta di un serbatoio.

IV – Applicazione dei criteri precedentemente esposti ai principali corsi d'acqua alpini.

A) *Curve caratteristiche di utilizzazione*

Nel prospetto III sono riportati, per diversi corsi d'acqua — ordinati secondo la classificazione richiamata al N. 1 — i valori delle portate medie utilizzabili con impianti provvisti di

PROSPETTO III.

Gruppo	Sottogruppo	CORSO D'ACQUA E SEZIONE	Portate medie *utilizzabili* (in % della portata media annua disponibile) mediante utilizzazioni commisurate alle portate *regolate* della durata di mesi											
		Durate (mesi)	6	3	6	3	6	3	6	3	6	3	6	3
		Capacità di serbatoio	$C = 0$		$C = 0{,}05\ D$		$C = 0{,}10\ D$		$C = 0{,}20\ D$		$C = 0{,}30\ D$		$C = 0{,}45\ D$	
I	*a*)	Mera (a Vicosoprano)	33,4	77.0	*	*	58.5	90.7	68.6	91.1	85.2	95.2	94.4	97.9
		Moesa (a S. Giacomo) ...	46.4	76.7	*	*	74.6	95.0	84.5	96,5	94.4	96,6	98.1	98,5
II	*b*)	Adda (a Fuentes)	52,0	79,0	*	*	74,5	92,3	84,7	97,7	88,8	97,7	96,2	100,0
	c)	Ticino (a Bellinzona)	57,0	77,5	71,2	94,1	86,7	97,0	95,9	98,8	97,3	99,4	—	—
		Noce (a Tassullo)	64,0	85,4	74,0	89,4	81,2	92,8	87,5	94,4	90,0	94,5	—	—
III		Brenta (a Sarson)	67,4	84,4	89,6	91,2	89,9	93,5	91,3	6,0	94 5	98,5	—	—

* Sono stati senz'altro omessi i valori desunti, per questa capacità, dalle curve dei deflussi *mensili* (relative ai bacini glaciali), perchè non sufficientemente esatti.

serbatoi di diversa capacità, e commisurati alle portate *regolate* della durata di 6 e di 3 mesi su 12.

Come si rileva facilmente da questo prospetto, l'effetto di regolazione di un serbatoio è particolarmente sensibile, a seconda del tipo di bacino che si considera, fino a capacità dell'ordine sottoindicato:

20÷30 % del deflusso medio annuo, nei piccoli bacini ad alta quota e in quelli (piccoli e grandi) delle Alpi Occidentali (1);
20 % ∼ del d. m. a. nei grandi bacini delle Alpi lombarde;
10÷20 % » » » » » grandi bacini delle Alpi venete;
5÷10 % » » » » » bacini prealpini.

Per capacità di ordine superiore, l'effetto di regolazione anzidetto è evidentemente maggiore; ma il rendimento del serbatoio (inteso sul senso sopra specificato) è via via minore.

Praticamente, quindi, non converrà superare i suddetti valori se non in casi speciali.

Degno di nota è il fatto che i valori in questione corrispondono perfettamente alle minime capacità di serbatoio occorrenti per la regolazione annuale delle portate disponibili nei singoli corsi d'acqua esaminati.

L'effetto globale di regolazione di un serbatoio di data capacità è messo in maggiore evidenza, per ciascuno dei corsi d'acqua considerati, dalle curve caratteristiche della fig. 4, le quali — per facilitare i confronti fra bacini diversi — sono state riferite ai valori delle portate (derivabili ed utilizzabili) e delle capacità di serbatoio espressi come percentuali, rispettivamente, della portata media e del deflusso medio annuo disponibili. Queste curve sono state desunte dai diagrammi dei *deflussi mensili* relativi al quadriennio 1924-1927, invece che da quelli *giornalieri*. In tal modo si è implicitamente ammesso che le capacità di invaso considerate fossero atte a regolare le portate giornaliere nell'ambito di ciascun mese (2). Ciò si verifica precisamente per capacità superiori al 10 % ∼ del deflusso medio annuo, nel caso dei corsi d'acqua glaciali (I° gruppo) e per capacità maggiori del 5 % ∼ del d. m. a., nel caso dei bacini prealpini, mentre per le capacità minori, la detta ipotesi non è più esatta e le curve caratteristiche reali restano leggermente al disotto di quelle desunte nel modo ora accennato. Tuttavia gli scostamenti massimi sono assai limitati (1÷2,5 % circa della portata media disponibile) e quindi praticamente trascurabili.

Il confronto fra i diversi diagrammi della fig. 4 dimostra che, a parità di capacità (relativa) di serbatoio, le condizioni più favorevoli all'utilizzazione delle portate disponibili si verificano ancora — come nel caso di utilizzazioni senza serbatoio — per i corsi d'acqua prealpini (gruppo III); e le meno favorevoli, pei torrenti glaciali con piccolo bacino imbrifero (gruppo I°).

B) *Portate minime assicurate da serbatoi di diversa capacità.*

Questa parte dell'indagine è stata estesa a tutti i bacini già considerati al N. II, per la determinazione delle capacità occorrenti per la regolazione annuale e biennale delle portate. Il periodo preso in esame si limita però al quadriennio 1924-1927, eccezion fatta per la Dora Baltea e per il Sesia, pei quali si è fatto riferimento al quadriennio 1925-1928 (del resto non molto dissimile dal precedente).

Nel prospetto IV sono raccolti i valori delle portate minime assicurate, per i periodi suddetti, da diverse capacità di invaso.

Anche in questo caso, sempre allo scopo di facilitare i confronti fra bacini diversi, si sono espresse le portate derivabili e le capacità di invaso come percentuali rispettivamente della portata media e del deflusso medio annuo (*d. m. a.*) disponibili Sulla scorta di questi valori — desunti in parte dalle curve caratteristiche della fig. 4 ed in parte direttamente dai diagrammi dei deflussi — si sono tracciate le curve della fig. 5. Da queste si rileva, anzitutto, che per assicurare l'erogazione *continua* di una data portata, occorrono in generale capacità

(1) Come già si è rilevato nello studio precedente (sui caratteri idrologici dei corsi d'acqua alpini ecc.), le caratteristiche dei bacini delle Alpi piemontesi risultano intermedie fra quelle del Mera e dell'Adda; ciò, del resto, è confermato anche dai valori riportati nel prospetto I.

(2) La capacità necessaria per regolare — nell'ambito di ciascun mese — le portate giornaliere del Mera e del Brenta (tipi estremi) variano rispettivamente dal 2 al 3 % (massima eccezionale: 9 %) del *d. m. a.* per il primo e dal 0,1 % all' 1,5 % (massimo eccezionale: 2,5%) per il secondo. I valori normali di dette capacità corrispondono, rispettivamente, al 2,5 % (del *d. m. a.*) per il Mera e all' 1,0 % (del *d. m. a.*) per il Brenta. Tali capacità di invaso, però, consentono di effettuare anche una regolazione stagionale dei deflussi relativamente ampia e le curve caratteristiche ad esse relative si mantengono sensibilmente superiori a quelle *naturali* (valide per utilizzazioni senza serbatoio), con uno scostamento medio (nel senso delle ordinate) dell'ordine del 3÷4 % (della portata media disponibile). Differenze di quest'ordine sono ancora praticamente tollerabili, specialmente quando si tratta di valutazioni di massima; e perciò si può ritenere che le capacità anzidette segnino i limiti a partire dai quali non è più trascurabile — praticamente — l'effetto di un serbatoio e quindi non è più valida la curva caratteriistica naturale (desunta dalla successione naturale delle portate giornaliere disponibili).

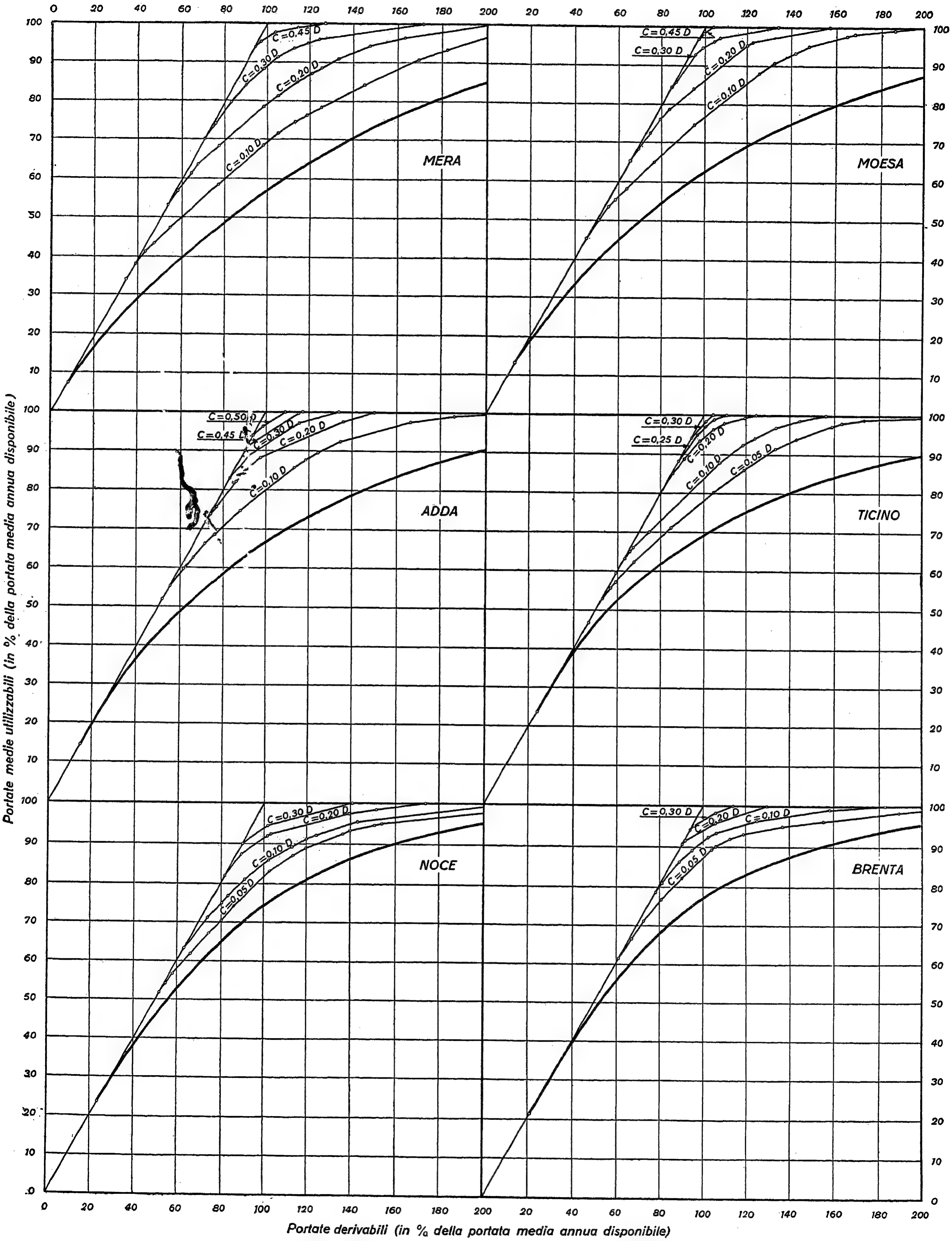

MERA
MOESA
ADDA
TICINO
NOCE
BRENTA
C=0,50 D
C=0,45 D
C=0,30 D
C=0,25 D
C=0,20 D
C=0,10 D
C=0,05 D
Portate medie utilizzabili (in % della portata media annua disponibile)
Portate derivabili (in % della portata media annua disponibile)

Fig. 4.

PROSPETTO IV.

Gruppo	Sottogruppo	CORSO D'ACQUA E SEZIONE	Periodo d'osservazione	Capacità di invaso (in % del *d. m. a.*) relativo al periodo considerato occorrente per assicurare durante il periodo stesso l'erogazione continua di una portata pari al									
				100%	90%	80%	75%	70%	65%	60%	55%	50%	40%
				della portata media disponibile									
I	—	*Mera (a Vicosoprano)*	1924–1927	59.0	42.0	35.8	32.5	29.7	26.7	24.0	21.0	18.0	12.5
I	—	Sesia (a Campertogno)	1925–1928	41.8	32.0	26.7	24.4	21.7	19.4	17.0	14.5	12.0	7.5
II	a)	*Moesa (a S. Giacomo)*........	1924–1927	50.2	34.5	27.6	25.0	22.5	20.0	17.5	15.0	12.5	8.2
II	a)	Dora Baltea (a p. Baìo)	1925–1928	51.4	30.2	24.3	21.5	18.7	16.2	13.5	11.4	9.1	5.7
II	a)	*Adda (a Fuentes)*	1924–1927	63.5	40.0	24.5	21.5	18.8	16.2	13.7	11.5	9.0	5.0
II	b) dall'Adda all'Adige	Oglio (a Temù)	»	54.1	35.8	24.5	21.5	18.7	16.0	13.4	10.8	8.4	5.0
II	b) dall'Adda all'Adige	*Ticino (a Bellinzona)*	»	38.7	26.5	20.0	16.7	14.4	12.2	10.0	7.8	6.0	3.2
II	c)	Adige (a Trento)	»	47.0	29.2	18.0	15.0	12.5	10.0	7.9	5.7	4.2	1.8
II	c)	*Noce (a Tassullo)*	»	55.0	30.4	19.0	16.0	13.0	10.5	8.1	6.0	4.2	1.7
III	—	*Brenta (a Sarson)*	»	44.0	20.5	10.7	8.5	7.1	5.7	4.5	3.5	2.5	1.0

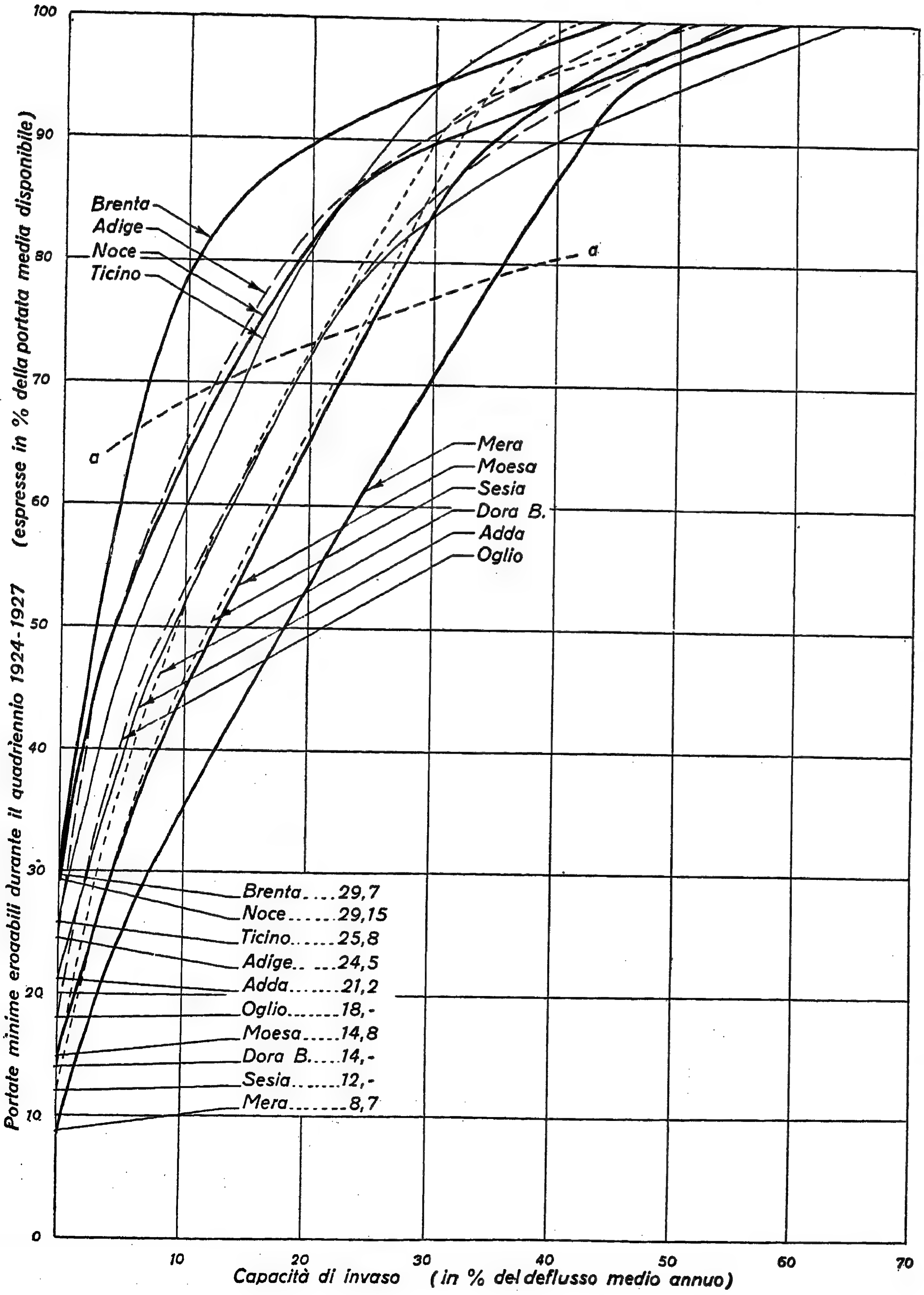


Fig. 5.

di invaso molto diverse da bacino a bacino. In particolare, sino a portate (continue) dell'ordine del 75% circa di quella media disponibile, si osserva che le dette capacità di invaso (espresse come percentuali del deflusso medio annuo) assumono, a parità di condizioni, i valori più elevati nei bacini glaciali ad alta quota (del I° gruppo) e i minori nei bacini prealpini (del II gruppo); mentre, nel caso dei grandi bacini con aree glaciali di limitata estensione (II gruppo), si riscontrano valori intermedi.

Questo fatto è in stretta relazione con le caratteristiche idrologiche dei bacini esaminati, in quanto, com'è evidente, a parità di portata continua regolata (entro i limiti suddetti), la capacità (relativa) di invaso occorrente è tanto più elevata quanto più è irregolare la ripartizione delle portate disponibili, nel corso di un anno, e quanto maggiore è lo scostamento delle portate minima e massima dalla portata media del corso d'acqua considerato. Nel diagramma della fig. 5 si possono pertanto distinguere tre gruppi di curve i quali corrispondono abbastanza chiaramente alla classificazione già stabilita nello studio precedente per i bacini alpini e richiamata al N. I della presente relazione.

Le curve estreme di questi gruppi (relative, rispettivamente al Mera, alla Moesa, al Noce e al Brenta) sono indicate in figura con tratto continuo più marcato.

Sempre entro i limiti dianzi precisati, sarebbe possibile effettuare una ulteriore suddivisione delle stesse curve per sottogruppi; ma tale distinzione è meno evidente di quella precedente; comunque, i dati raccolti nel prospetto IV sono ordinati secondo la classificazione in gruppi e sottogruppi ora accennata.

Per portate superiori al 75% (della portata media) non è il caso di trarre alcuna conclusione, perchè le capacità di invaso

PROSPETTO V.

CORSO D'ACQUA E SEZIONE		Massimo *rendimento* [1] in % del deflusso medio annuo [2] in fraz. della capac. d'invaso di un serbatoio della capacità sottoindicata (in % del deflusso medio annuo)					Portate derivabili (in % della portata media disponibili) corrispondenti al massimo *rendimento* di un serbatoio della capacità sottoindicata (in % del deflusso medio annuo)				
		5%	10%	20%	30%	45%	5%	10%	20%	30%	45%
Mera (a Vicosoprano)	[1]	—	12.6	22.7	32.0	39.5	—	119 ÷ 169	114,5 ÷ 133	99 ÷ 114,5	97 ÷ 114,5
	[2]		1.3	1.13	1,07	0.88					
Moesa (a S. Giacomo)	[1]	—	18.2	26.9	32.5	36.8	—	125 ÷ 148,5	120 ÷ 125	98,5 ÷ 105,0	98,5 ÷ 104
	[2]		1.8	1.35	1.08	0.82					
Adda (a Fuentes)	[1]	—	15.4	22.0	25.3	28.6	—	118 ÷ 135	98 ÷ 136	92 ÷ 116	95 ÷ 110
	[2]		1.5	1.1	0.84	0.64					
Ticino (a Bellinzona)	[1]	13.2	17.6	26.0	29.4	—	143 ÷ 165	119,5 ÷ 145	100 ÷ 113,0	98 ÷ 105	—
	[2]	2.6	1.8	1.3	0.98						
Noce (a Tassullo)	[1]	8.1	11.0	16.7	21.1	—	114 ÷ 121	91 ÷ 114	90 ÷ 104	90 ÷ 102	—
	[2]	1.6	1.1	0.83	0.7						
Brenta (a Sarson)	[1]	11.8	14.3	18.0	20.4	—	104 ÷ 110	96 ÷ 107	91 ÷ 106	97 ÷ 105	—
	[2]	2.3	1.4	0.9	0.68						

che occorrono per assicurare l'erogazione continua delle maggiori portate sono legate, come già si è detto al N. III, a fenomeni di carattere non comune (come piene eccezionali anche della durata di poche settimane ecc.) e perciò risultano tanto più elevate quanto più è irregolare l'andamento delle portate del corso d'acqua considerato e quanto minore — a parità di detto andamento — è il modulo del medesimo.

Ad ogni modo, siccome le capacità di invaso che corrispondono alla parte superiore delle curve in oggetto sono ben raramente realizzabili, esse hanno poca importanza agli effetti della presente indagine.

Nella fig. 5 è stata anche segnata, a grosso tratteggio, la curva *a-a*, la quale segue approssimativamente i punti corrispondenti alle minime capacità di invaso occorrenti per la regolazione annuale delle portate disponibili nei singoli corsi d'acqua esaminati e delimita così la zona dei valori che, agli effetti pratici, presentano il maggiore interesse.

Per la Moesa, il Ticino e l'Adda si è esteso l'esame in oggetto anche a periodi più lunghi e, precisamente, al novennio 1920-1928 per i primi due e al ventiquattrennio 1889-1912 per l'Adda.

Un risultato notevole di tale indagine è questo: che se si escludono soltanto le capacità più elevate corrispondenti ai periodi più critici (come, ad esempio, 1921-1922) le curve che si ottengono — esprimendo, sempre, le capacità e le portate regolate come percentuali, rispettivamente, del deflusso medio annuo e della portata media disponibile durante *l'intero periodo considerato* — sono presso che coincidenti con quelle relative al quadriennio 1924-1927 (1), della fig. 5. Si può dunque ritenere che queste ultime siano estensibili — con sufficiente approssimazione pratica — anche a periodi più lunghi del quadriennio suddetto.

Dato quindi, per un corso d'acqua di tipo noto, il valore della portata media disponibile durante un periodo qualsiasi, le curve della fig. 5 permettono senz'altro di stabilire, con sufficiente approssimazione, quale portata minima (ordinaria) può erogarsi da un serbatoio di capacità nota, o, viceversa, quale capacità di invaso occorre per assicurare, durante quel periodo, l'erogazione di una data portata minima.

Quando l'intervallo considerato comprende alcuni anni critici è ancora possibile valutare, sia pure con grossolana approssimazione, le portate minime erogabili in tali circostanze, riferendo le ascisse e le or inate delle curve in parola ai valori effettivi della portata media e del deflusso medio annuo disponibili durante il periodo più critico esaminato (vedi in proposito la nota (1) della colonna precedente).

(1) Nel caso specifico dell'Adda, per esempio, se si escludono solo le capacità corrispondenti ai periodi più critici del ventiquattrennio 1889-1912, si ottiene una curva pressochè coincidente con quella relativa al quadriennio 1924-1927. Riferendo quest'ultima alla portata media $q_c = 26{,}6$ l/sec × Kmq, che corrisponde ad uno dei casi più critici sopra accennati, si ottengono, per le portate minime derivabili con diverse capacità di serbatoio, i punti indicati, nella fig. 5 *a*, con una crocetta racchiusa in un cerchietto, mentre la curva effettiva delle portate minime derivabili nelle accennate condizioni è quella segnata sullo stesso diagramma con una linea a tratto continuo.

Come si vede, gli scostamenti dei punti suddetti da questa curva sono affatto trascurabili. Ciò dimostra che, nel caso specifico considerato, il diagramma della fig. 5 (relativo al quadriennio anzidetto) è riferibile anche ai periodi di massima magra e permette quindi di stabilire, accanto ai valori delle portate minime derivabili in condizioni normali, anche quelli relativi ad un caso eccezionalmente critico.

La stessa coincidenza si è verificata anche per il Ticino e per la Moesa; ma questi casi sono evidentemente meno significativi, per il fatto che il novennio considerato comprende anche il quadriennio 1924-1927 ed è caratterizzato da una portata media poco diversa da quella spettante a quest'ultimo.

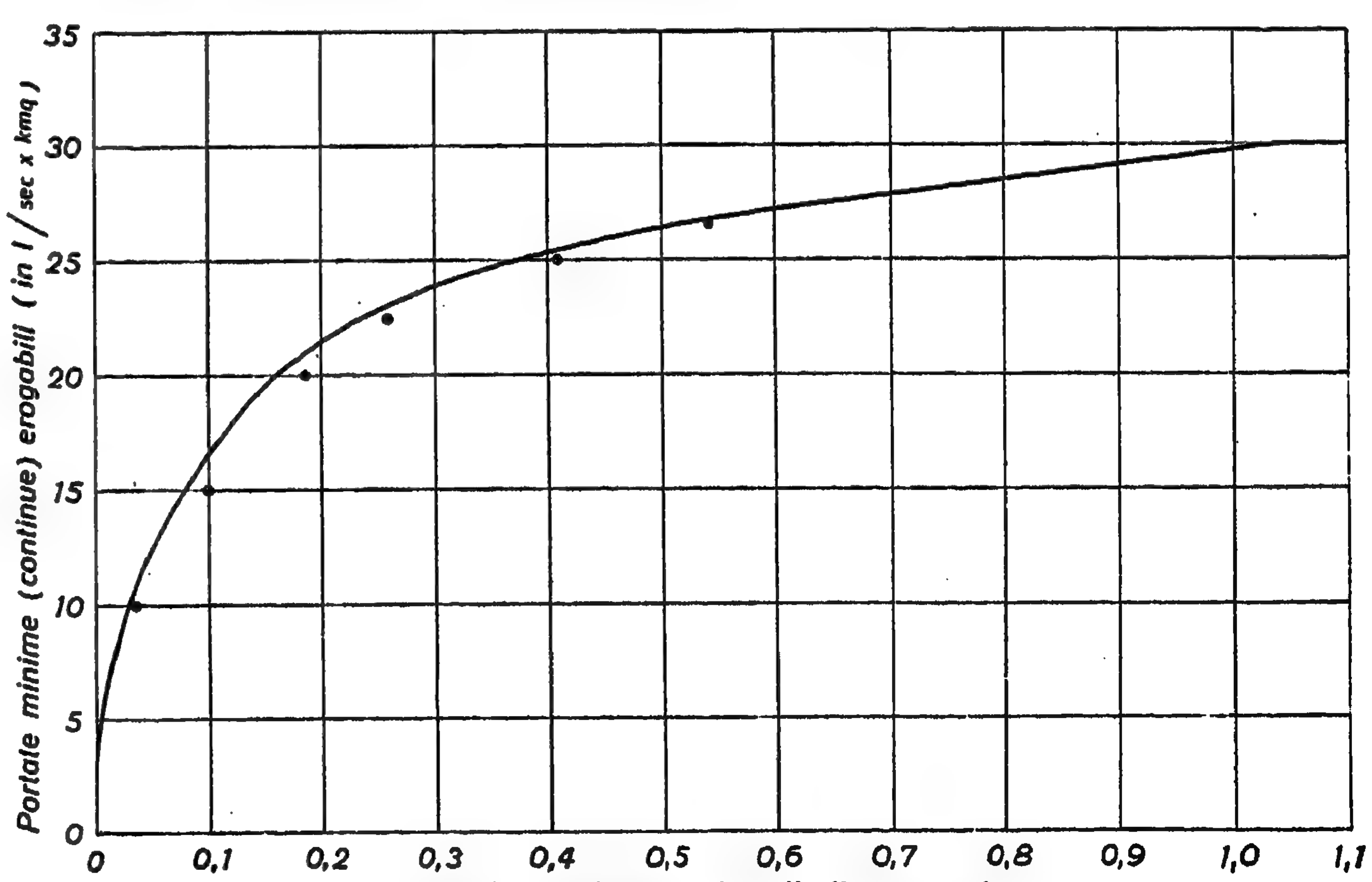


Fig. 5 *a*.

È da ritenersi, ad ogni modo, che le accennate coincidenze, pur non essendo del tutto casuali, siano piuttosto dovute alle particolari caratteristiche dei corsi d'acqua alpini — i deflussi dei quali hanno andamenti qualitativamente poco variabili da un anno di magra ad uno di morbida — che ad una qualsiasi legge generale.

Lo stesso fatto, molto probabilmente, non si riscontrerebbe nel caso dei corsi d'acqua prealpini o di quelli degli Appennini settentrionali e meridionali, ove il regime dei deflussi è assai più variabile — anche qualitativamente — da un anno all'altro.

C) *Rendimento dei serbatoi.*

Si è limitato questo esame ai corsi d'acqua considerati nella prima parte del presente paragrafo (« Curve caratteristiche »).

Nel prospetto V sono raccolti i valori dei massimi rendimenti

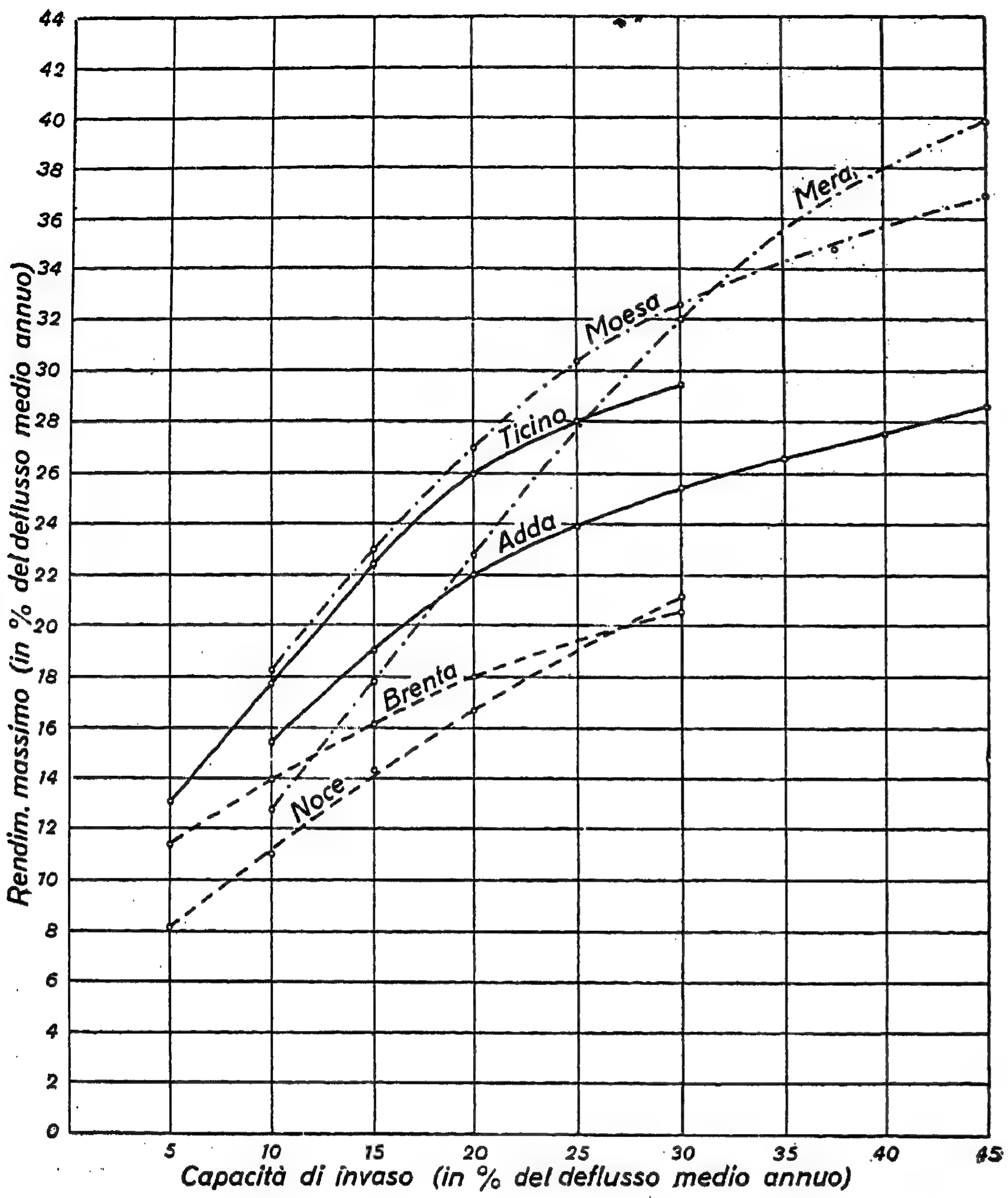


Fig. 6.

conseguibili con serbatoi di capacità variabile tra il 5% e il 45% del deflusso medio annuo disponibile, nonchè i limiti entro i quali variano le portate derivabili (continue) che consentono di realizzare la migliore utilizzazione dei serbatoi stessi.

Con i valori riportati nella parte a sinistra di questo prospetto si sono tracciate anche le curve della fig. 6, le quali dimostrano anzitutto, come, per ogni bacino considerato, i suddetti rendimenti variino in modo molto regolare con le capacità di invaso. Queste curve, però, non lasciano adito ad una suddivisione ben distinta e completa in gruppi o sottogruppi corrispondenti alla classificazione già più volte menzionata.

In linea generale si può soltanto affermare che, nel caso di bacini appartenenti ad uno stesso gruppo o sottogruppo, e sino a capacità dell'ordine di grandezza di quelle occorrenti per la regolazione annuale dei deflussi, il rendimento di un serbatoio di data capacità risulta tanto più elevato quanto più regolare è l'andamento delle portate del corso d'acqua che si considera e quanto maggiore è la portata media disponibile.

Nessuna conclusione di carattere generale si può trarre invece da un confronto fra i valori attinenti a bacini di gruppi diversi.

Ciò nonostante, le curve in esame, come pure quelle della fig. 7, che si sono ottenute dalle precedenti riferendole ai valori effettivi dei rendimenti e delle capacità di invaso (espressi in milioni di mc per Kmq di bacino), possono ancora costituire in pratica un utile sussidio, almeno per valutazioni di grande massima; infatti esse permettendo di individuare, con sufficiente attendibilità, se non proprio i valori effettivi, almeno i limiti entro i quali possono variare i massimi rendimenti conseguibili con serbatoi di data capacità in bacini appartenenti ai principali gruppi o sottogruppi prima distinti.

V – Conclusioni.

I risultati di questa indagine non presentano un carattere così ben definito come quelli dello studio precedente sulle caratteristiche delle utilizzazioni senza serbatoi; ciò è da attribuirsi al fatto che la presenza di un serbatoio, oltre a rendere più complesso e indeterminato il problema preso in esame (nel quale si introduce una nuova grandezza variabile) ha ripercussioni profondamente diverse sopra i regimi dei singoli corsi d'acqua: cosicchè è più difficile ridurre tutte le situazioni verificabili a pochi schemi chiaramente distinti e definiti. I risultati esposti possono trovare tuttavia un'utile ed immediata applicazione pratica nello studio o nella verifica dei progetti di massima delle utilizzazioni con serbatoio, in quanto essi permettono di determinare, in modo molto rapido e con sufficiente attendibilità, per ogni tipo di bacino studiato:

1° i valori minimo, massimo e ordinario della capacità occorrente per la regolazione annuale o biennale delle portate disponibili;

2° il valore della capacità occorrente per assicurare — durante un periodo anche relativamente esteso — l'erogazione continua di una data portata; o viceversa, il valore della minima portata erogabile, durante un dato periodo, da un serbatoio di capacità nota;

3° il massimo rendimento conseguibile con un serbatoio di data capacità (ovvero sia il massimo volume d'acqua utilizzabile in più per effetto del serbatoio rispetto al caso di una derivazione semplice commisurata alla stessa portata derivabile);

4° la massima portata derivabile con regime di continuità (durante i periodi in cui è disponibile) che consente il conseguimento del massimo rendimento sopra accennato.

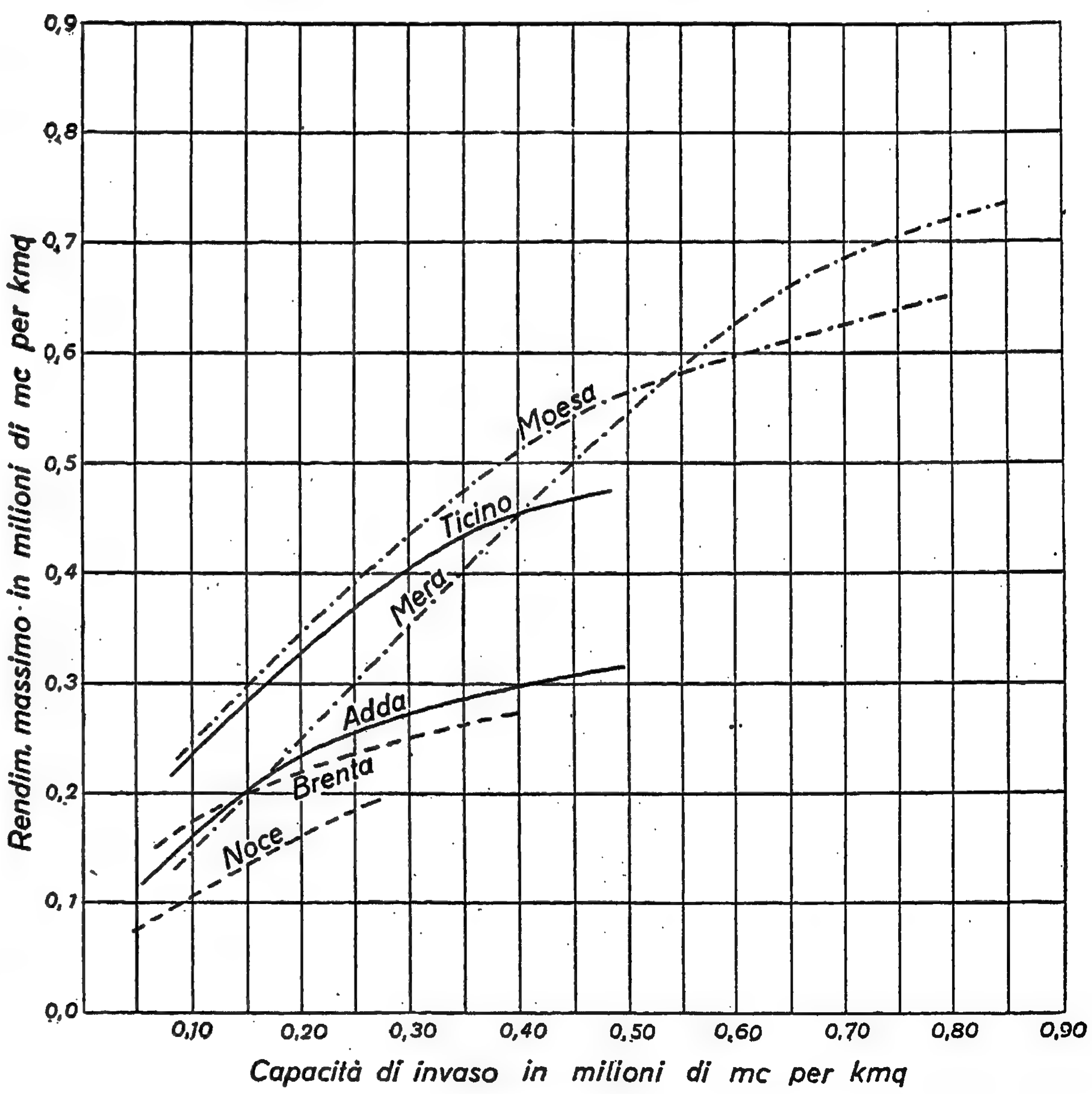


Fig. 7.

L'ingegnere pratico di indagini idrologiche non avrà difficoltà a riconoscere l'importanza e l'utilità di queste determinazioni le quali — sebbene necessariamente approssimative — hanno il vantaggio notevole di permettere un confronto immediato fra diverse situazioni, facilitando la scelta dei valori e dei coefficienti definitivi da introdurre nei progetti di utilizzazioni con serbatoi.

Ing. Angelo Testa.

ING. PROF. ETTORE SCIMEMI
DELLA R. SCUOLA DI INGEGNERIA DI PADOVA

Sulla forma delle vene tracimanti

SOMMARIO.

Nelle dighe di sbarramento o di derivazione si richiede frequentemente la condizione che la lama a stramazzo, formatasi per sfioro durante le piene, resti adagiata sul paramento a valle della diga allo scopo di evitare pericolose erosioni o depressioni. Da ciò la necessità di conoscere, in funzione del carico, la forma o il profilo della vena stessa. Tale profilo si ottiene oggi con metodi empirici, ricavati, in parte, dalle classiche esperienze di Bazin sulle vene a stramazzo. Nella presente nota, prendendo le mosse da tali metodi, vengono discussi i profili teorici precedentemente dati e si riportano i risultati di alcune nuove esperienze atte a precisare la sagoma delle falde superiore e inferiore della vena, nonchè quella del filetto di velocità media, e la distribuzione delle velocità e delle pressioni in seno alla vena stessa.

PREMESSE.

1. Per assegnare il profilo del paramento a valle di uno sbarramento, così da seguire la falda inferiore di una lama sfiorante, si adottano vari metodi, fra i quali più noti quelli di Creager (1), Morrison e Brodie (2), Deischa (3). Tali metodi furono anche di recente applicati in Italia dal prof. G. De Marchi (4) a proposito di una diga da esperimentare su modelli; nel caso concreto anzi la ricerca fu estesa dal prof. De Marchi al rilievo delle pressioni lungo il paramento a valle di un profilo tipo, antecedentemente scelto.

I suddetti procedimenti empirici partono da alcune considerazioni fondamentali che non sarà forse inopportuno richiamare.

I pericoli cui si mira di ovviare con il profilo tipo sono di due generi:

a) quelli dovuti al fatto che distaccandosi la vena (o almeno presentandosi condizioni che tenderebbero a distaccarla) la sua falda inferiore è impedita di venire a contatto dell'aria, con la conseguente formazione di una zona di depressione lungo lo stesso paramento. Di tale zona sarebbe difficile precisare i contorni o la profondità, ma in ogni caso essa è sfavorevole alla stabilità della diga e sempre causa di vibrazioni, perchè non si mantiene stabile in luoghi determinati, nè sempre nelle stesse proporzioni;

b) quelli dovuti al fatto che superata la zona del distacco la vena torna più a valle a battere contro il paramento, con i noti effetti di maggiori erosioni.

Le condizioni in cui trovasi il paramento con lama sfiorante ono certo assai simili, per quanto non identici, a quelli di uno stramazzo annegato di sotto; ritenendo cioè che nel predetto stramazzo il volume d'acqua che resta al disotto della vena propriamente detta, e che non partecipa al moto generale di traslazione, possa essere sostituito dal corpo murario della diga.

Le condizioni non sono invero esattamente eguali, perchè mancano nel caso del paramento fisso gli importanti moti vorticosi, che hanno sede nella zona sottostante alla vena propriamente detta dello stramazzo; per converso sul paramento della diga intervengono considerevoli resistenze d'attrito, che mancano nello stramazzo annegato. Pur con qualche riserva l'esame del profilo si dovrebbe perciò fare sugli stramazzi annegati; ma purtroppo è noto che siffatto esame non è possibile seguire sperimentalmente; perchè non si saprebbe tracciare nell'interno della vena annegata l'esatto profilo della falda inferiore, che resta sempre a contatto, e quindi sempre si confonde, col sottostante cuscino d'acqua.

Per tali difficoltà si vuole riportare lo studio nel campo delle vene libere, aggiungendo per altro che quest'ultimo tipo di vena è quello che ha la massima sporgenza all'esterno, onde esso è in ogni caso il più cautelativo, ai fini della ricerca.

2. Le nozioni che si hanno oggi sulla forma delle vene libere sono dovute quasi esclusivamente alle classiche esperienze di H. Bazin (1); ad esse quindi è necessario riferirsi per un primo esame del problema. Purtroppo però tali esperienze sono limitate ad una ristretta zona, che arriva poco sotto al piano orizzontale passante per la soglia sfiorante; mentre invece nel caso degli sbarramenti è proprio di grande interesse conoscere il profilo fino a dislivelli considerevoli sotto il piano della soglia.

Gli autori precedentemente ricordati si sono per altro limitati alle stesse esperienze di Bazin per definire i profili tipi, che poi però hanno estrapolato, con opportuni procedimenti, nella zona non esplorata da H. Bazin.

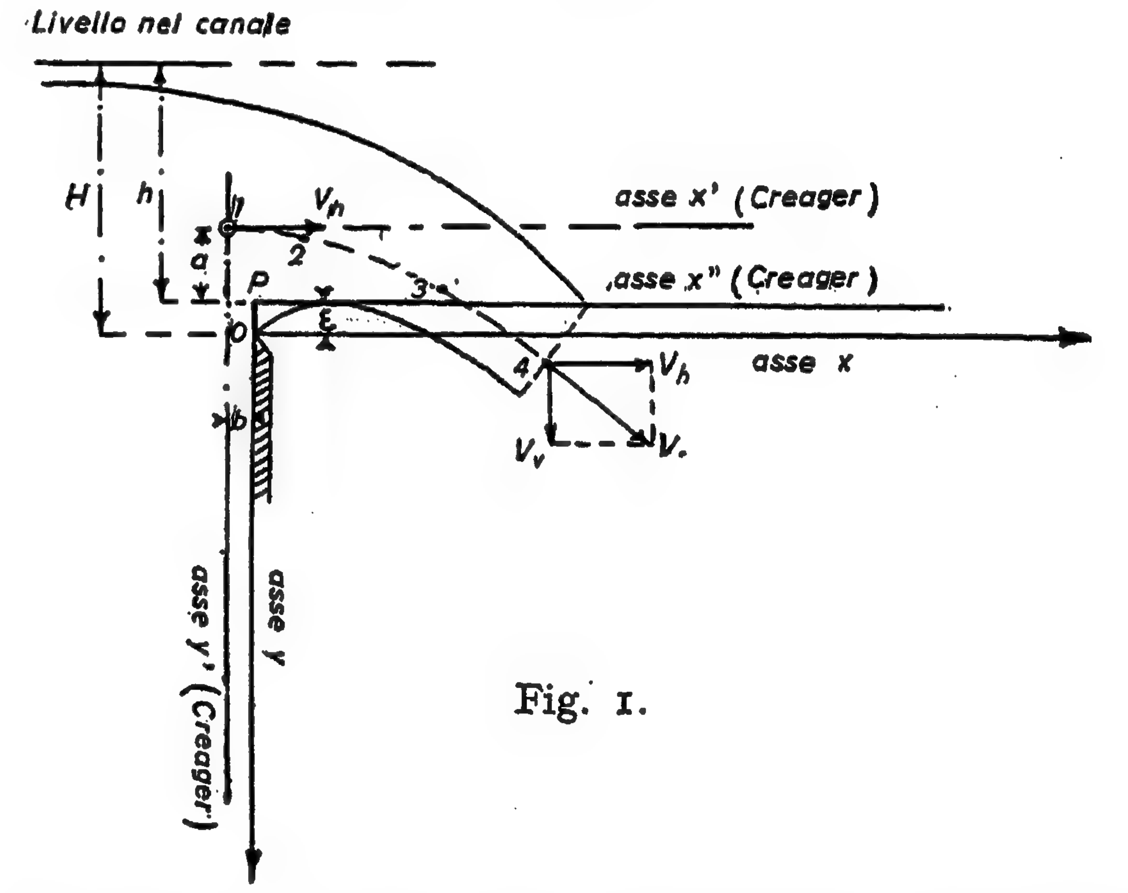


Fig. 1.

3. Prima di procedere all'esame delle esperienze di Bazin ed alla descrizione di alcune nostre nuove esperienze, riassumiamo i procedimenti dei citati autori.

Consideriamo la vena a stramazzo, fig. 1, in parete sottile, traversa verticale, senza contrazione laterale e perfettamente aerata inferiormente. I nostri assi di riferimento saranno quelli orizzontale e verticale che passano per il vertice della soglia O.

Il Creager si riferisce però ad altri assi in considerazione della cosidetta sezione *contratta* (2) che si forma nella vena, nel punto in cui la falda inferiore ha il massimo sovralzamento ε.

(1) W. P. CREAGER: *Engineering for masonry dams*, New York, 1917, pag. 105 e segg.

(2) C. MORRISON - O. BRODIE: *Masonry dam design*, New York, 1916, pag. 120 e segg.

(3) A. DEISCHA: «Der Trennpunkt des Wasserstrahles eines Überfalls mit Boden. *Schweizerische Bauzeitung*, 1923. I. pag. 271.

(4) G. DE MARCHI: « Ricerche sperimentali sulle dighe tracimanti ». *Annali dei Lavori Pubblici*, 1928.

(1) H. BAZIN: Espériences nouvelles sur l'écoulement en dévérsoir; *Annales des Ponts et Chaussées*, gennaio 1890.

(2) Osserviamo subito che, secondo l'uso corrente, chiamiamo *contratta* quella sezione verticale che passa per il vertice ε, ma in modo *tutto affatto convenzionale ;* perchè effettivamente nell'efflusso a stramazzo in parete sottile, una vera sezione contratta non esiste, non solo nel piano verticale passante per il vertice del profilo inferiore, secondo le prime vedute di Boussinesq (*Compt. R. Académie de Sciences* 1887, luglio, pag. 18), ma neanche appena poco a valle del piano verticale prima indicato. A bella posta H. Bazin non ha dato quel nome a nessuna sezione della vena giacchè mai si dà per essa quel parallelismo dei filetti che espressamente caratterizza la sezione contratta.

Tenuto conto difatti che gli sbarramenti non si fanno a spigolo vivo si può dare all'invito una sagoma identica a quella che si forma nella vena libera, e perciò riferirsi al carico h invece che al carico totale, o fondamentale, H. Comunque sia riferita la vena, Creager considera varie sezioni della stessa, la prima verticale, le altre successive normali all'andamento generale della vena. Su queste sezioni considera anche la traccia del filetto animato dalla velocità media (cioè di quella velocità che si ottiene dividendo la portata per l'area della sezione investita); unendo le predette tracce si ottiene una curva che rappresenta il profilo del filetto di velocità media (ma variabile da punto a punto), profilo che noi chiameremo semplicemente filetto medio.

Supposto che di tale filetto sia nota l'origine nel punto 1, della fig. 1, ed il valore della velocità media, v_h, nello stesso punto, diretta orizzontalmente, egli si propone di ottenere tutto il seguente profilo come un arco della parabola descritta da un getto che parta da 1 con velocità orizzontale v_h. Il procedimento è semplicissimo e non giova qui ripeterlo, daremo piuttosto in appresso il valore numerico assegnato dal detto autore al parametro di quella parabola.

Ottenuto in tal modo il profilo del filetto medio, si determinano i margini delle sezioni normali liquide secondo un altro procedimento (1) riferito dal Creager, e cioè che tali margini distino per un terzo al disotto e per due terzi al di sopra del filetto medio. I tre profili che così si ricavano sono segnati nella fig. 2.

Morrison e Brodie procedendo con considerazioni simili a quelle di Creager danno anch'essi il profilo del cosidetto filetto medio, profilo che risulta però differente da quello di Creager; inoltre preoccupandosi più specialmente della falda, o traccia, inferiore della vena, essi ne danno la seguente espressione parabolica:

$$x^2 = 1{,}80\ H\,y.$$

Il Deischa segue un procedimento tutto particolare per ottenere i punti di intersezione della vena coi vari piani orizzontali condotti a quota inferiore a quella della soglia dello stramazzo. Il metodo è solo approssimato.

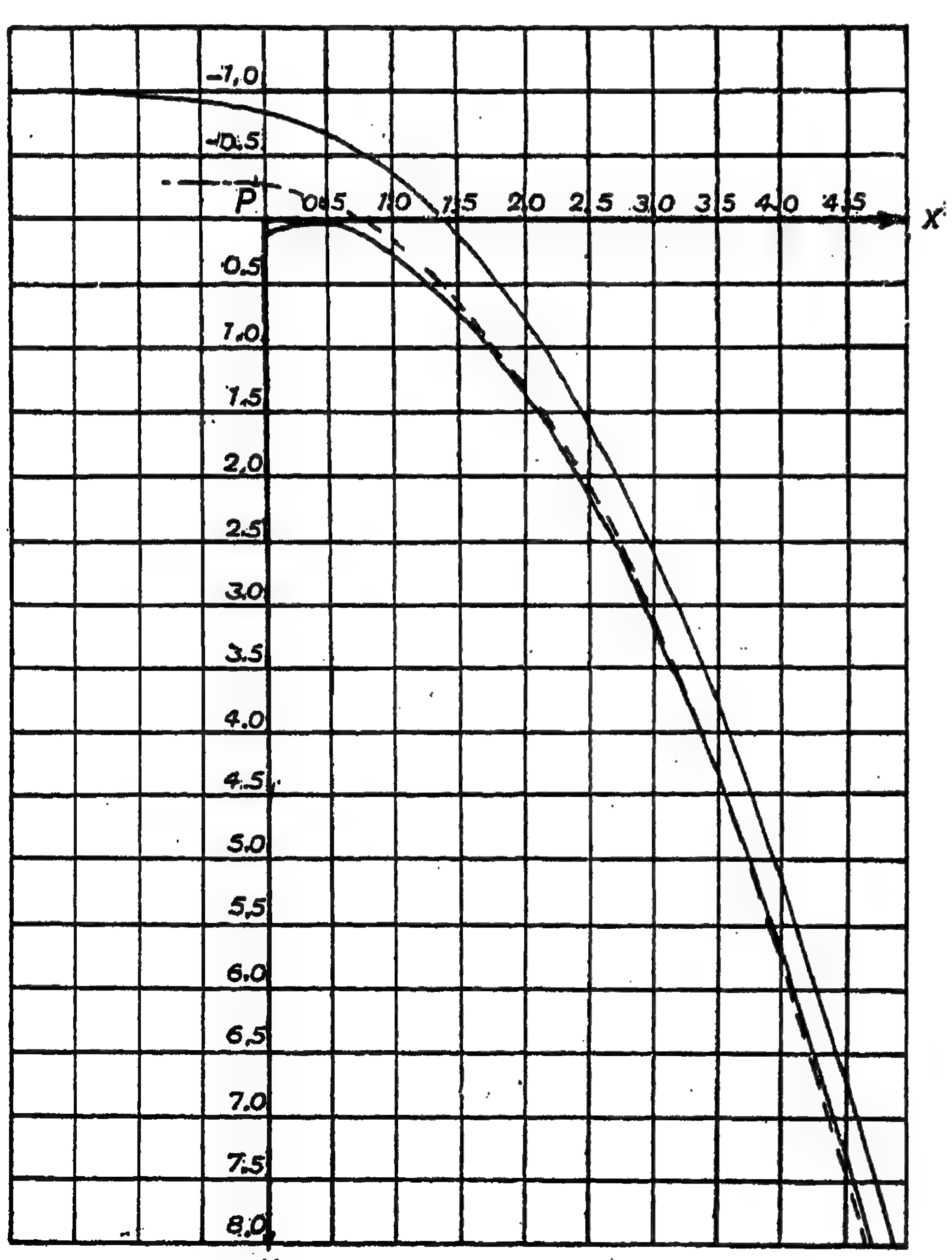


Fig. 2. - Profilo superiore ed inferiore della vena secondo *Creager*.

Di tutte le velocità cui sono animate le particelle liquide che passano attraverso la sezione contratta, se ne definisce una media secondo la

$$v_m = \int \frac{d\,(mv)}{M},$$

in cui $d\,(mv)$ rappresenta la quantità di moto di una particella generica in moto ed M la massa totale fluente, al secondo.

(1) Purtroppo ben poco persuasivo, come appunto è osservato a pag. 5 della citata memoria del Prof. De Marchi.

Il valore di $d\,(mv)$ è dato da

$$d\,(mv) = \frac{\gamma}{g} \cdot \mu \cdot dH \cdot 2 \cdot g \cdot H = 2\,\mu\,\gamma\,H \cdot dH$$

in cui μ è il coefficiente di efflusso; quindi

$$\int d\,(mv) = \mu\,\gamma\,H^2.$$

Inoltre

$$M = \frac{\gamma}{g}\,Q = \frac{\gamma}{g} \cdot \frac{2}{3} \cdot \mu \cdot H \cdot \sqrt{2\,g\,H}$$

risulta allora

$$v_m = \frac{3\,\mu\,\gamma\,H^2\,g}{2\,\gamma \cdot \mu \cdot H\sqrt{2\,g\,H}} = \frac{3\sqrt{H\,g}}{2\sqrt{2}}.$$

Applicando a questa velocità media v_m lo stesso procedimento adottato da Creager per il getto orizzontale si ottiene

$$x^2 = \frac{9}{4}\,H\,y.$$

curva che starebbe a rappresentare il profilo parabolico del filetto medio, fig. 3.

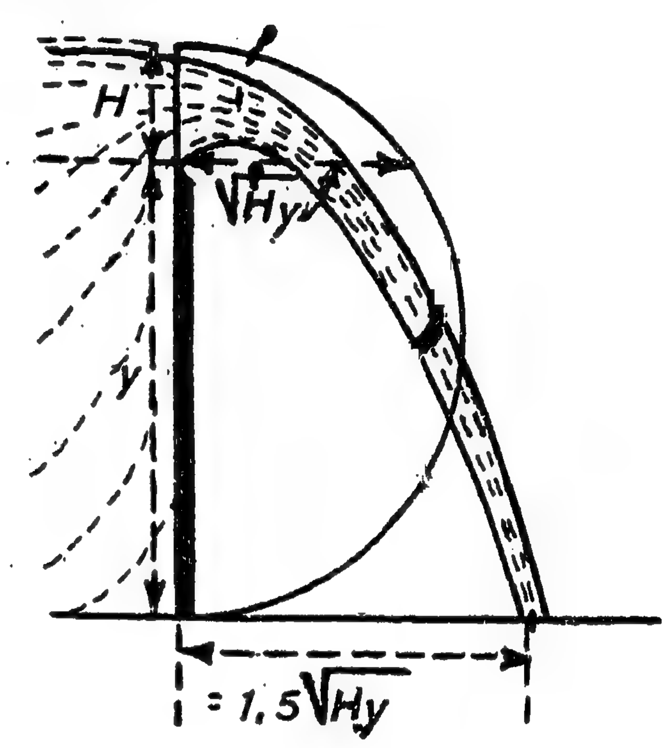


Fig. 3. - Profilo secondo *Deischa*.

4. Astraendo da quest'ultimo procedimento, che non domanderebbe all'esperienza altro che il coefficiente di efflusso μ, gli altri metodi si basano esclusivamente sulle esperienze dirette di Bazin. Esaminiamo queste esperienze. Da esse Bazin fu anzitutto portato a concludere che i profili, o falde inferiore e superiore della vena, sono tutti simili fra loro al variare del carico H, con rapporto di similitudine $\frac{1}{H}$.

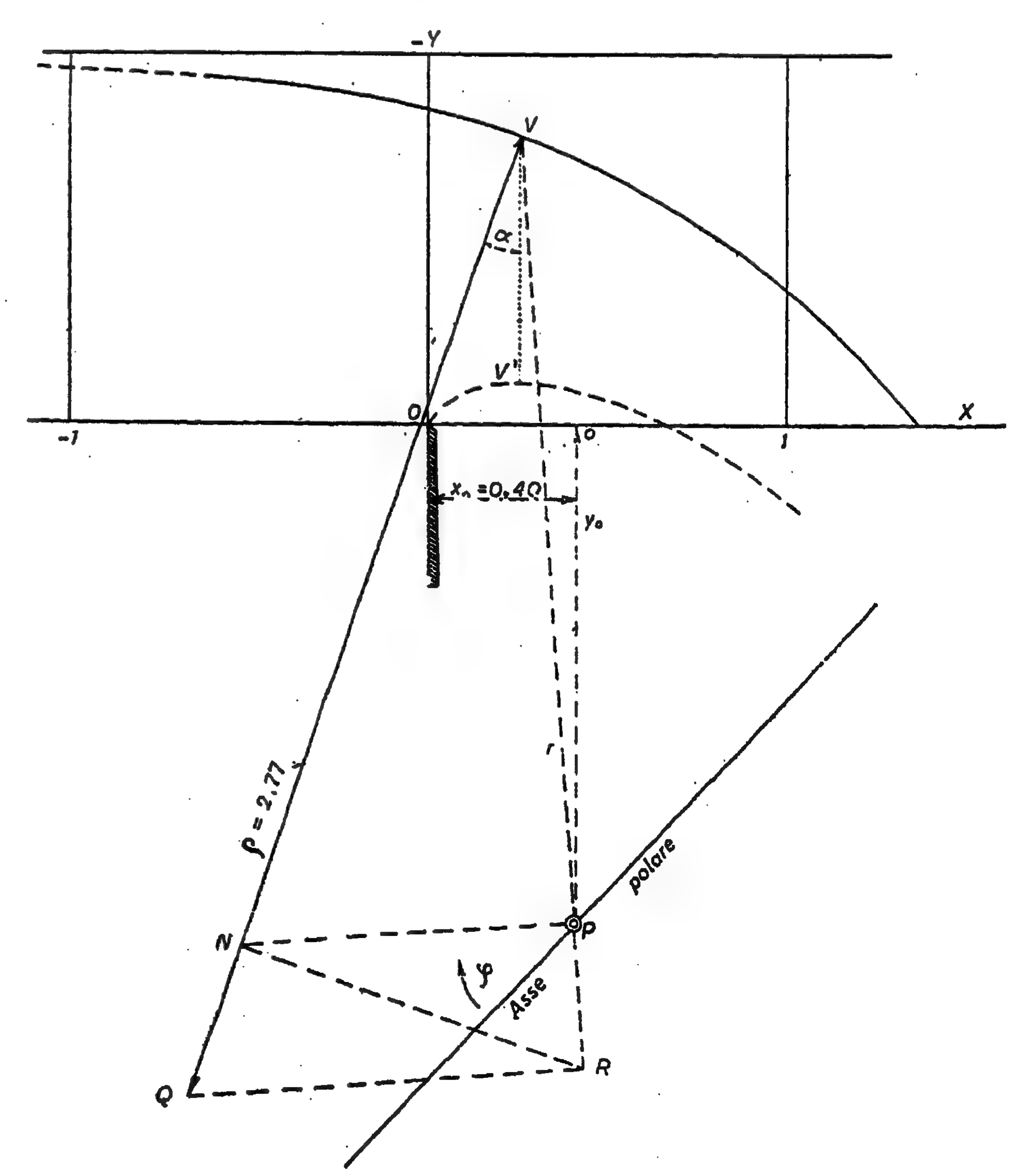


Fig. 4. - Profilo *superiore* della vena secondo *Bazin*.

Le esperienze di Bazin che interessano al nostro scopo, furono eseguite con due altezze di traversa sul fondo (cm 113 e cm 35) e con carichi variabili da cm 12,2 a cm 45,0. Le osservazioni con p, altezza della traversa, eguale a cm 113, sono riportate nelle curve in fig. 4 e fig. 5; da esse risulta effetti-

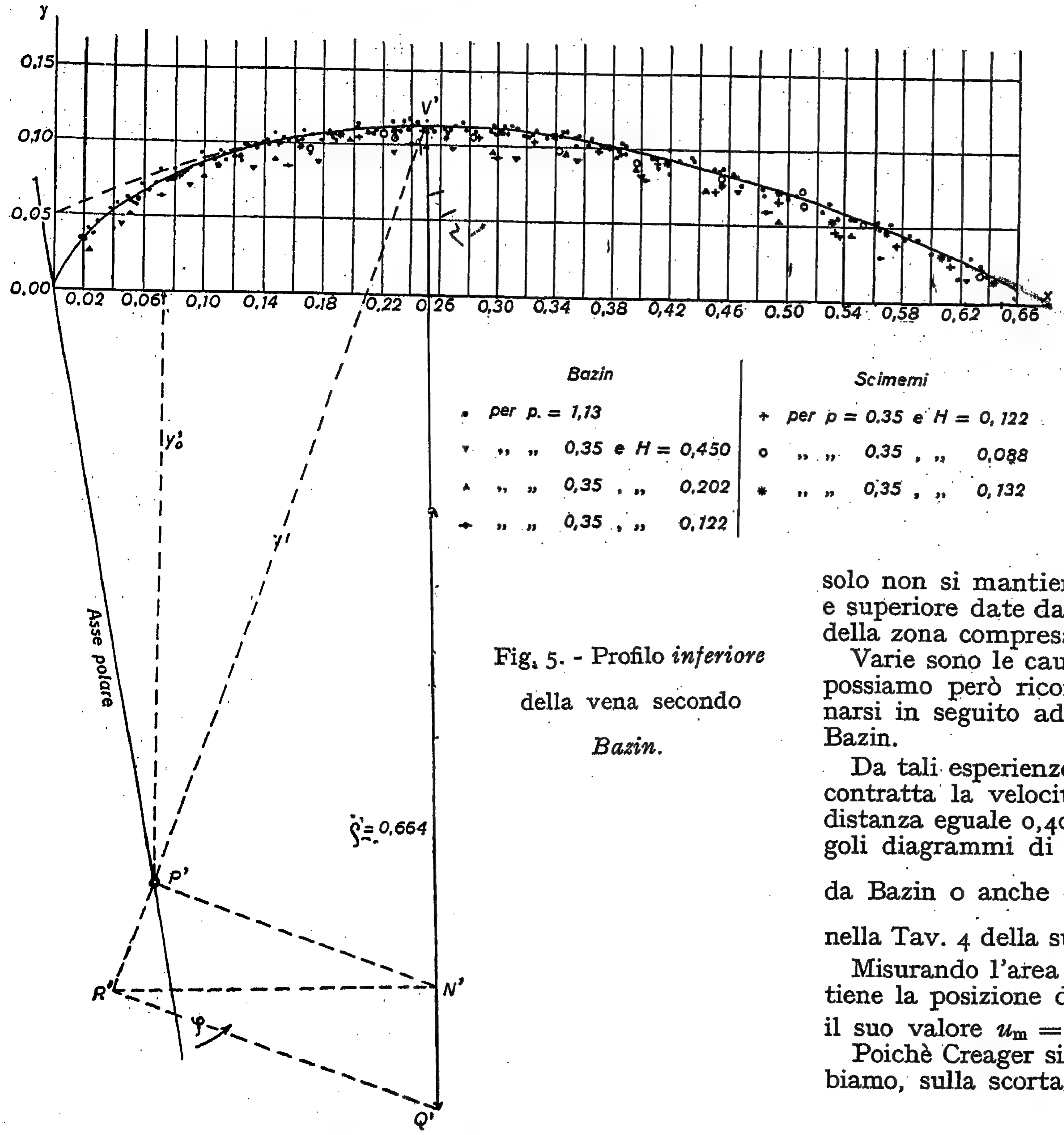


Fig. 5. - Profilo *inferiore* della vena secondo *Bazin.*

vamente valida la legge di similitudine fra i profili a carichi variabili giacchè i vari profili si sovrappongono quando le coordinate di ogni punto osservato sulla curva reale vengano divise per H, che è il carico competente alla esperienza in corso. Bazin fece però anche l'osservazione che, per quanto la similitudine possa dirsi praticamente confermata, pure si nota un certo abbassamento della vena (o distensione verso valle) delle curve quando si esperimenti con carichi elevati. Tale effetto è naturalmente dovuto alla velocità d'arrivo, la quale, se in qualche caso (per es. con $p = 113$ cm ed $H = 12,2$ cm) è quasi trascurabile, in qualche altro caso (per es. con $p = 35$ cm e $H = 45,0$ cm) è assai notevole. Per ottenere un confronto ci si può riferire al valore di ε, fig. 1, che rappresenta il massimo sovralzamento della falda inferiore sulla soglia: si trova che, mentre con velocità d'arrivo quasi trascurabili ($v = 0,05$ m/sec) il valore di ε è eguale a $0,112\ H$, con velocità d'arrivo assai sensibili ($v = 0,65$ m/sec), ε si riduce eguale a $0,100\ H$. Si vede cioè che la similitudine non è perfetta, ma tuttavia la differenza è così piccola, che i profili pratici si potranno ritenere sufficientemente simili, *almeno entro certi limiti della velocità d'arrivo.*

Nel caso che a noi interessa, c'è però da osservare che le leggi della similitudine saranno quasi sempre valide, giacchè in pratica gli sbarramenti sono piuttosto alti e comunque in un rapporto di altezza con il carico sfiorante ben maggiore di quanto si possa realizzare in una esperienza. In caso contrario si possono per altro prendere adatte precauzioni. Tuttavia nel diagramma in fig. 5 dato da H. Bazin abbiamo riportato anche i punti che si riferiscono alle esperienze con traverse di soli cm 35 di altezza; così si rende più apprezzabile e in grande scala, lo scarto prima accennato.

Da questi risultati è evidente che tanto Creager che Morrison e Brodie hanno dovuto assumere $\varepsilon = (0,111 \div 0,112)\ H$; onde per il carico ridotto di Creager, per il quale cioè

$$h = H - 0,112\ H = 0,888\ H,$$

risulta $\varepsilon = 0,126\ h$ (vedi fig. 6).

Quanto all'ascissa del piano verticale passante per la sezione contratta essa è concordemente $0,25\ H \div 0,26\ H$.

Passiamo adesso alla posizione del filetto medio.

Creager dà per origine del filetto 1 (fig. 1) le seguenti coordinate (1) rispetto al punto P,

$$a = +0,261 \qquad b = -0,063$$

Di poi, trasportando gli assi di riferimento nel punto 1, Creager dà anche la seguente equazione del filetto medio

$$x'^2 = 2,732\ y'.$$

Descriviamo questa curva nella fig. 2. Con sorpresa si ottiene un profilo che non solo non si mantiene nella mezzeria delle due falde inferiore e superiore date dallo stesso Creager, ma addirittura esce fuori della zona compresa tra quelle.

Varie sono le cause che conducono a questa contraddizione; possiamo però riconoscere subito che talune potranno eliminarsi in seguito ad un più attento esame delle esperienze di Bazin.

Da tali esperienze risulta intanto che nella cosidetta sezione contratta la velocità media orizzontale si trova circa a una distanza eguale $0,40\ H$ dalla soglia. Ciò si può rilevare dai singoli diagrammi di velocità risultanti dalle esperienze dirette da Bazin o anche dalla curva media $\frac{u}{\sqrt{2gH}}$ rappresentata nella Tav. 4 della sua memoria citata.

Misurando l'area compresa fra gli assi e questa curva, si ottiene la posizione della velocità media nel punto $0,405\ H$ ed il suo valore $u_m = 0,65\sqrt{2gH}$.

Poichè Creager si riferisce ad un carico $h = 0,888\ H$, noi abbiamo, sulla scorta delle misure di Bazin

$$0,405\ H = 0,405\frac{h}{0,888} = 0,455\ h;$$

e poichè abbiamo trovato già $\varepsilon = 0,126\ h$, risulta che l'altezza del filetto medio nella sezione contratta per gli assi x, y di Creager dovrebbe essere

$$a = 0,455\ h - 0,126\ h = 0,329\ h.$$

(1) Loco citato, pag. 110.

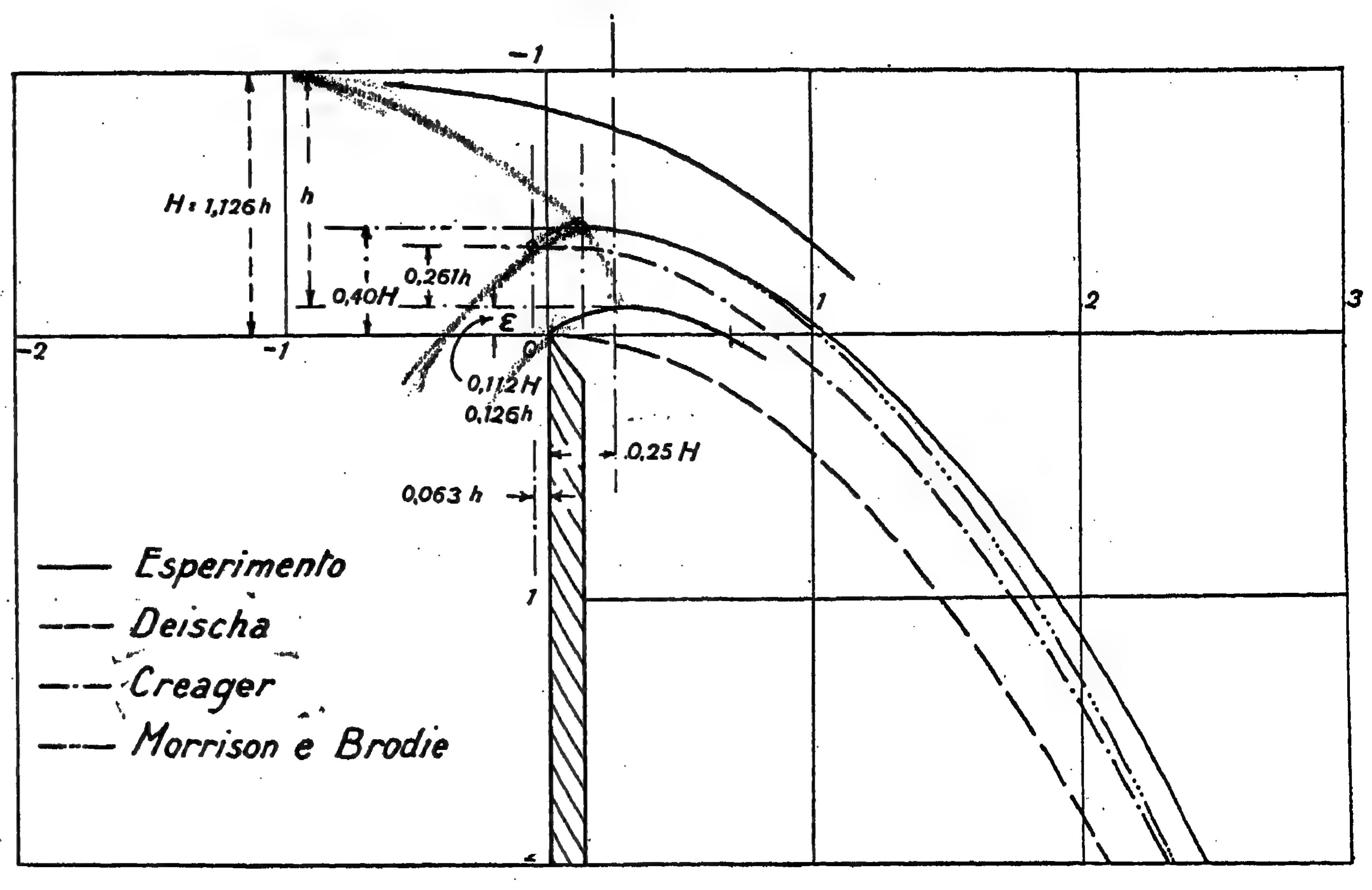


Fig. 6.

Creager si riferisce però al punto 1 che trovasi più a monte della sezione contratta e perciò tanto meno plausibile è la sua scelta della posizione del filetto medio, avendo posto

$$a = 0{,}261\ h$$

Essendo errata la posizione del filetto medio risulta anche errato il valore della sua velocità.

Infine, pur ammettendo che partendo dalla sezione contratta si possa estendere il procedimento del getto o della vena a battente (il che in appresso risulterà anche errato) al filetto medio dello stramazzo, è pure poco plausibile l'ipotesi che lo spessore della vena debba trovarsi diviso per due terzi al di sopra e per un terzo al disotto del filetto medio. Se pure potrà ciò anche grossolanamente verificarsi per le sezioni assai prossime a quella contratta, non si potrà poi accettare che la stessa ipotesi debba valere per le sezioni successive, dove infatti le varie velocità, per il prevalere dell'azione della gravità, tenderanno ad eguagliarsi coll'assottigliamento della vena. Comunque sarebbe mancato al Creager ogni indizio di osservazione in proposito; giacchè, come è noto, le misure di velocità di Bazin si limitarono per tutta la vena alla sola sezione contratta.

Nel caso che a noi interessa c'è inoltre da osservare che, dovendo la vena strisciare sul paramento a valle di uno sbarramento, allontanandoci dalla cresta l'attrito avrà sempre maggiore effetto e quindi è verosimile che la distribuzione delle velocità (e con questo anche la posizione del filetto medio), a mano a mano che ci allontaniamo dalla soglia, possa addirittura invertirsi, ponendo anche i filetti più rapidi in superficie, anzichè a contatto del paramento.

Riconosciuta la inconsistenza del metodo, abbiamo però voluto controllare i profili delle falde inferiore e superiore, date dalla tabella e dai grafici di Creager (nella fig. 2), mediante le esperienze di Bazin; ne è risultato però che tali grafici sono sufficientemente attendibili anche per una certa zona sotto il piano orizzontale passante per la soglia. Quindi si può concludere che i profili di dette falde, date da Creager, sono esatti in quanto *direttamente ricavati* dalle esperienze di Bazin, ma che il metodo da lui esposto, da servire alla loro estrapolazione, è fallace.

5. Quanto al metodo di Morrison e Brodie esso fondamentalmente è analogo a quello di Creager, però il filetto medio è supposto ad una distanza dal bordo inferiore della vena eguale al 43 % del suo spessore.

Poichè, per es., per la sezione verticale passante sulla cresta della traversa, l'autore accetta uno spessore eguale a 0,85 H, risulterebbe

$$0{,}43 \times 0{,}85\ H = 0{,}365\ H$$

come distanza del detto filetto dalla soglia; mentre Bazin darebbe per la sezione contratta, più a valle, 0,405 H.

Per quanto la differenza fra queste due altezze possa essere sensibile, poi Morrison e Brodie nel loro grafico (1) pongono il filetto medio ad un'altezza esatta 0,40 H. In seguito, con lo

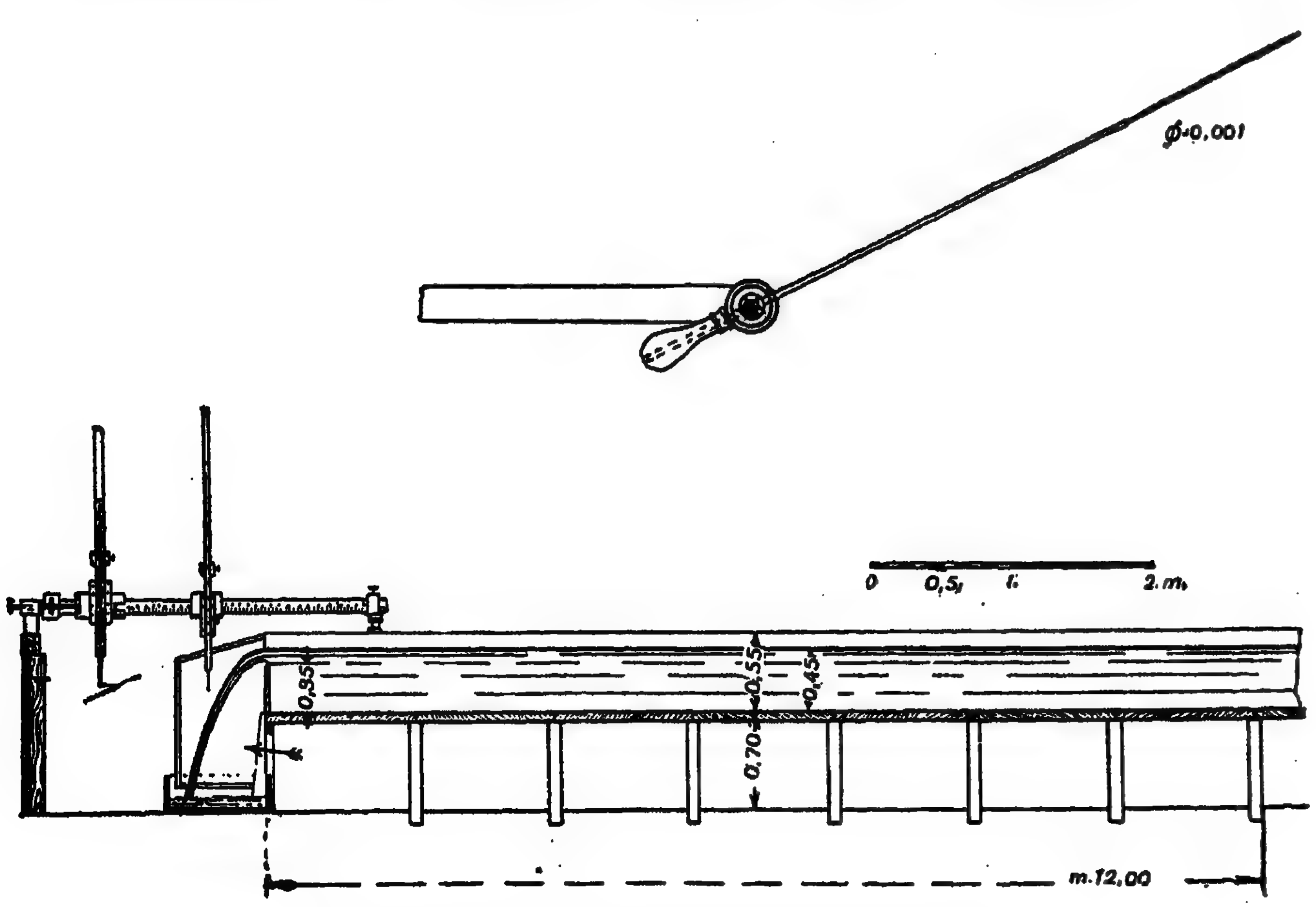


Fig. 7. - Canale e stramazzo tipo.

stesso procedimento del Creager, si ottiene il profilo del filetto medio. Tuttavia gli autori non ne danno l'equazione; danno invece l'equazione della falda inferiore della vena $x^2 = 1{,}80\ Hy$ come prima è stato richiamato.

(1) Loco citato, pag. 121.

DESCRIZIONE DELLE ESPERIENZE.

6. Le nuove esperienze furono proposte per rilevare il profilo degli stramazzi tipo e la distribuzione delle pressioni e delle velocità nell'interno della vena. Le esperienze di Bazin, ripetiamo, si arrestano a pochi punti sotto il piano della soglia

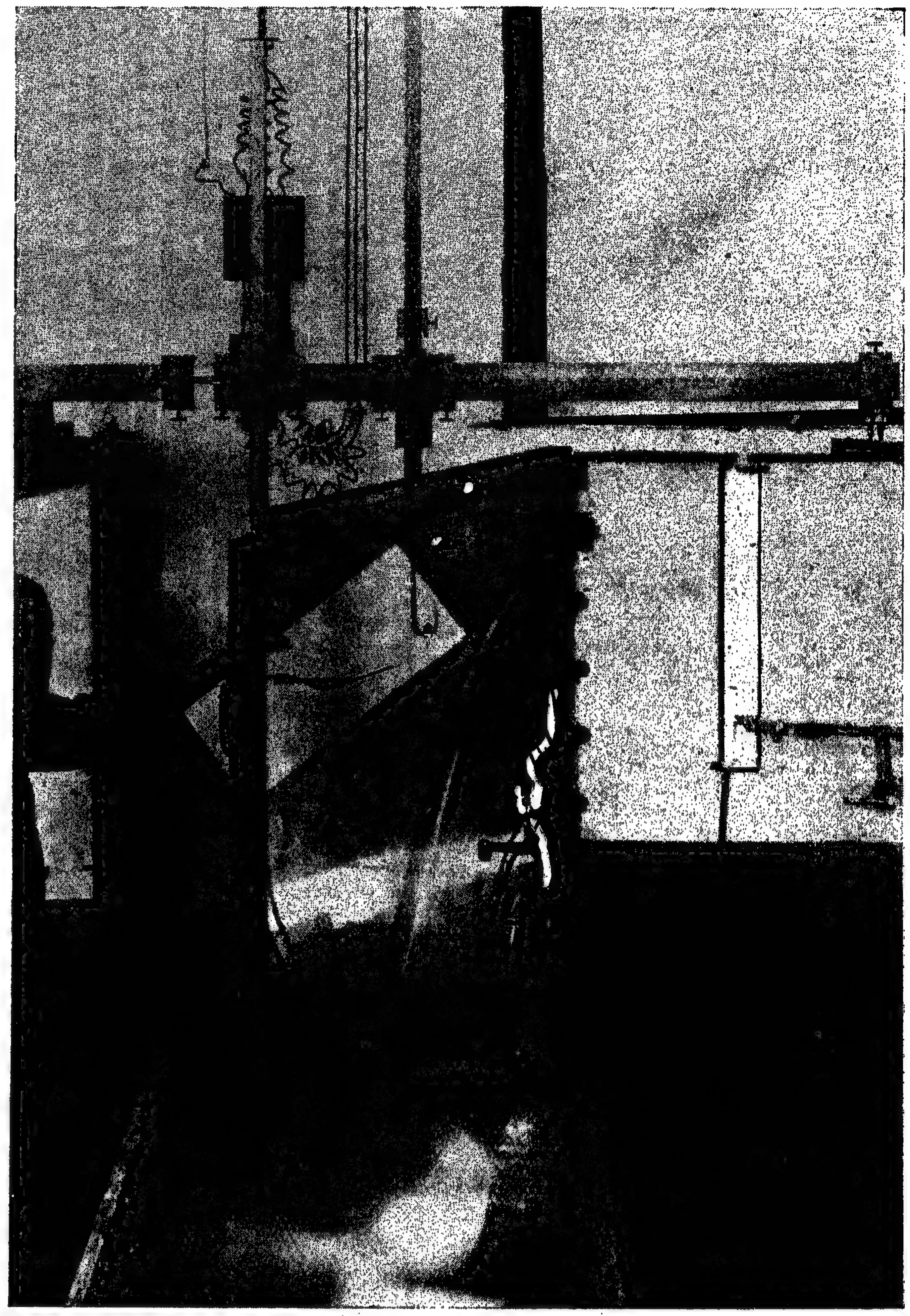


Fig. 8. - Vena tracimante fra pareti di vetro.

(asse x) per la forma della vena, ed alla sola sezione contratta per la distribuzione delle velocità.

Nelle nuove esperienze, per ottenere valori che potessero concordare esattamente con quelli già rilevati da Bazin, avremmo dovuto scegliere canali rettilinei, con traverse alte m. 1,13 o m. 0,35; i carichi avrebbero dovuto raggiungere almeno il minimo sperimentato da Bazin, e cioè m 0,122.

Nel Laboratorio di Idraulica della R. Scuola di Ingegneria di Padova non potemmo però disporre nell'anno 1929 di un canale profondo m 1,50; perciò ci dovemmo attenere alla minore delle due altezze sperimentate da Bazin e cioè: canale rettangolare, rettilineo, largo m 0,495, profondo m 0,50, con traversa alta m 0,35; massimo carico sperimentale m 0,150.

Il canale era formato di tavoloni di legname con sponde e fondo ben piallati e rivestiti di sottile lamierino di zinco. La sua lunghezza era di m 12, quindi più che sufficiente a mantenere (con opportune griglie installate all'inizio) un regime assolutamente costante e assai calmo in superficie (vedi fig. 7).

Quanto alla vena stramazzante essa era contenuta fra due pareti di vetro (fig. 8) piane, che prolungavano opportunamente le sponde verticali del canale, e che accompagnavano la vena per tutta la sua caduta fino al terreno; la traversa per lo sfioro era di lamiera (dello spessore di mm 5 con orlo a sguancio che riduceva lo spessore della soglia a mm 2; l'areazione era praticata dalla parte inferiore del canale (fig. 7), completamente accessibile.

Fu ben tenuto presente il fatto che con piccole larghezze di canale l'aderenza alle pareti produce un certo alone ai margini della vena sfiorante (1); ma poichè questo effetto comincia

(1) Vedi, BAZIN, loco citato, Nota (1) della pag. 10.

a sentirsi appena il carico si eleva oltre 1/3 circa della lunghezza di vena, si ebbe cura di non raggiungere il massimo carico concesso dalla installazione sperimentale, limitandolo a metri 0,132; entro tali limiti appariva chiaramente nella mezzeria dello stramazzo, una zona assolutamente indisturbata ed in essa potevano farsi le osservazioni.

In ogni condizione le prescrizioni dello stramazzo tipo Bazin erano quindi completamente soddisfatte.

Il carico era misurato in un pozzetto, posto lateralmente al canale, m 4 a monte della traversa, e costituito di un tubo di vetro di cm 4 di diametro interno; per la misura del livello si adoperava un idrometro a punta, con lettura ad 1/10 di mm. L'idrometro durante l'esperimento era tenuto sempre in osservazione per notare eventuali mutamenti del carico. Questi per altro mai avvenivano dopo raggiunto il regime, per le speciali disposizioni adottate nell'alimentazione del canale (1). Dallo stesso pozzetto idrometrico era alimentato un altro tubo idrometrico di diametro assai minore, e che serviva, lontano dal primo pozzetto ma presso lo stramazzo, al confronto fra il carico fondamentale e le osservazioni piezometriche e pitometriche nella vena.

7. Per il rilievo delle falde inferiore e superiore della vena, fu adottato lo stesso metodo di Bazin, adoperando un regolo a corsoio (coordinatometro) di vecchia ma assai robusta costruzione, che poteva dare letture al millimetro per gli spostamenti orizzontali e al decimo di millimetro per gli spostamenti verticali. Le estremità erano intercambiabili, a punta o a uncino.

Per la misura delle pressioni e delle velocità furono adottati degli aghi ipodermici (2). Trattandosi infatti di far letture entro vene d'acqua che potevano ridursi di spessore molto limitato sarebbe stato poco pratico adottare uno dei consueti tubi di Pitot, anche se assai assottigliati. Dopo alcune prove preliminari si riconobbe che gli aghi ipodermici, di acciaio nichelato del diametro esterno di mm 1 o 1,5 davano letture molto precise senza alterare menomamente la vena, potendovisi introdurre, insieme alla spatola di sostegno, per lunghezze di 20 cm o più (fig. 7). Si provarono aghi di diametro più sottile, ma essi davano segnalazioni troppo tarde; il tipo scelto di mm 1,5 fu trovato preciso ed assai pronto. All'ago era imboccato un tubo di gomma che portava le segnalazioni in un tubo piezometrico di cm 1 di diametro interno. Il regime del tubo era raggiunto dopo circa 5 minuti primi. Se gli aghi rispondevano alla grande precisione e alla facile manovra non potevano però farsi a due condotti come è consueto di ogni tubo di Pitot, perciò fu necessario ricorrere successivamente a due aghi distinti per fare le letture, ora piezometriche, ora pitometriche. Così risultarono i due aghi l'uno con la bocca rivolta contro corrente (Pitot), l'altro otturato in fronte (con piccolo cappello conico) ma provvisto di quattro forellini laterali, su due diametri.

Poichè inoltre dovevano anche effettuarsi misure con varie inclinazioni del tubo di Pitot, a seconda della varia inclinazione che prendevano le sezioni normali tracciate nella vena, si applicò alla spatola di sostegno dell'ago un giunto a snodo, fissabile, a volontà, per qualunque inclinazione dell'ago (fig. 7). Per raggiungere infine la sufficiente precisione nelle letture fatte per doppia manovra si aggiunse sul coordinatometro un secondo corsoio verticale, identico al primo. Fissata la inclinazione voluta per il tubo piezometrico o pitometrico, se ne osservavano mediante il secondo regolo, con tutta comodità e fuori della vena, le coordinate della propria estremità; quindi con due movimenti, verticale ed orizzontale, si trasportava l'estremità dello strumento nel punto voluto. In tal modo si riuscì sempre a portare i tubi con tutta precisione e facilità nei punti antecedentemente fissati e con la dovuta inclinazione dei tubi stessi (condizioni queste che non poterono essere raggiunte nelle classiche esperienze di Bazin).

Si procedette alla taratura dell'ago - tubo di Pitot nel consueto modo, facendo cioè il confronto fra le misure di portata ottenute, ora direttamente, ora a mezzo del tubo di Pitot. Per tracciare i diagrammi di velocità e poi le portate, ci si sarebbe potuti riferire ad una sezione qualunque della vena, ma per facilità di manovra si preferì la sezione contratta (3) disponendo l'asse del tubo di Pitot orizzontale. Si ottengono così non le velocità effettive nei singoli punti toccati dal Pitot, ma le componenti normali alla sezione contratta (verticale), quali cioè sono necessarie per il calcolo della portata.

Le misure dirette erano invece fatte mediante una grande vasca di cemento, rivestita di vetro della capacita di 3200 litri. Un apposito piccolo carrello-canale permetteva di abbandonare l'acqua allo scarico o di immetterla nella vasca di misura. La taratura diede luogo ai sottonotati coefficienti riduttori di velocità nella formula del tubo di Pitot

$$v = \alpha \sqrt{2gh}$$

TABELLA I.

COEFFICIENTI DEL TUBO DI PITOT

N.	Carico sulla soglia m	Portata misurata direttamente Q = mc/sec	Portata ottenuta dalle misure di velocità Q' = mc/sec	Coefficiente del tubo di Pitot $\alpha = \frac{Q}{Q'}$
1	0,035	0,00631	0,00632	0,998
2	0,044	0,00880	0,00904	0,973
3	0,067	0,01630	0,01650	0,988
4	0,077	0,02013	0,02100	0,959
5	0,088	0,02440	0,02452	0,995
6	0,102	0,02980	0,03200	0,931
7	0,113	0,03576	0,03530	1,013
8	0,122	0,04010	0,04040	0,993
9	0,132	0,04480	0,04370	1,025
			Media α =	0,986

Tale valore risulta così vicino all'unità che non abbiamo ritenuto opportuno di tenerne alcun conto per le correzioni da apportare nelle misure di velocità, per le quali quindi si è posto $\alpha = 1$.

8. Con le precedenti prove si è ottenuta altresì una taratura assai precisa dello stramazzo tipo, preso in considerazione; sarà quindi opportuno di confrontare i valori del coefficiente di deflusso μ del nostro stramazzo con quelli dati dagli altri sperimentatori, nella formula

$$Q = \mu \, l \, H \sqrt{2 g H}.$$

Per le nostre esperienze ci riferiamo alle *misure dirette*, elencate nella Tab. 1 ed eseguite sullo stramazzo di lunghezza l = m 0,495 ed altezza di traversa p = m 0,35.

Per il confronto con gli altri sperimentatori ci riferiamo alle esperienze di *Bazin*, alle recenti esperienze di *Schoder* e *Turner* ed a quelle di *Rehbock*, Tab. 2.

La Tabella 2 merita però qualche osservazione.

Per la colonna [4]: poichè tra le esperienze di Bazin sono comprese quelle fatte su stramazzi con traversa p = 0,35 m, ci è sembrato superfluo calcolarne i coefficienti a mezzo della sua nota formula; ci siamo riportati piuttosto al grafico assai preciso dello stesso Bazin (1). Altrimenti sarebbe stato necessario applicare la formula Bazin con tutte le variazioni da lui assegnate ai noti parametri α, K, μ; ciò che purtroppo assai spesso viene trascurato, arrivando anche nei confronti a conclusioni contradditorie.

Per le colonne [5] e [6]: osserviamo che le recenti misure dei due sperimentatori americani Turner e Schoder sono state svolte per certo con grandissima accuratezza, ma la formula da essi proposta non riesce soddisfacente in egual modo; è stato perciò necessario, anche per tali autori, riferirci alle esperienze dirette. E poichè mancano quelle eseguite con altezze di traversa p esattamente eguale a m 0,35, abbiamo dovuto prendere in considerazione le due serie più prossime, e cioè la F e la G (2), con altezze p rispettivamente eguali a m 0,305 e m 0,458. Tra tali serie si scelsero naturalmente quelle esperienze che avevano carichi prossimi a quelli da noi sperimentati.

Per la colonna [7]: osserviamo che parecchie sono ormai

(1) Vedi per questo le descrizioni generali degli impianti sperimentali: E. SCIMEMI: « L'Istituto di Idraulica della R. Scuola di Ingegneria di Padova ». *Annali della R. Scuola di Ingegneria*, Padova, 1925 e J. R. FREEMAN: *Hydraulic Laboratory Practice*, New York, 1929, pag. 655.

(2) L'uso degli aghi ci venne suggerito da analoghe applicazioni di L. ESCANDE: *Comptes Rendus Ac. de Sciences*, 29 ottobre 1928, pag. 756.

(3) Vedi nota (2) a pag. 293, seconda colonna.

(1) Expériences nouvelles: (*Annales des Ponts et Chaussées*, 1888 ottobre). Tav. 3.

(2) E. W. SCHODER - K. B. TURNER: « Precise Weir measurements» *Transactions Amer. Soc. Civil Engiheers*, 1929, pagg. 1076–1077.

TABELLA 2.

COEFFICIENTI DI EFFLUSSO PER LO STRAMAZZO TIPO

(Lunghezza l = m 0,495; altezza p = m 0,35)

N. [1]	Carico [2]	Misure dirette [3]	Bazin [4]	Schoder e Turner [5]	Schoder e Turner [6]	Rehbock [7]	Differenze assolute: Bazin [8]	Differenze assolute: Sc. Tur. [9]	Differenze assolute: Rehbock [10]	Differenze percentuali: Bazin [11]	Differenze percentuali: Sc. Tur. [12]	Differenze percentuali: Rehbock [13]
1	0,035	0,4397	—	0,4277	0,4281	0,4277	—	+ 0,0118	+ 0,0120	—	+ 2,68	+ 2,73
2	0,044	0,4340	0,4500	0,4267	0,4255	0,4253	— 0,0160	+ 0,0077	+ 0,0087	— 3,68	+ 1,78	+ 2,00
3	0,067	0,4287	0,4450	0,4233	0,4217	0,4235	— 0,0163	+ 0,0062	+ 0,0052	— 3,81	+ 1,45	+ 1,21
4	0,077	0,4297	0,4410	0,4251	0,4217	0,4237	— 0,0113	+ 0,0063	+ 0,0060	— 2,63	+ 1,46	+ 1,39
5	0,088	0,4264	0,4390	0,4232	0,4207	0,4243	— 0,0126	+ 0,0044	+ 0,0021	— 2,95	+ 1,03	+ 0,49
6	0,102	0,4170	0,4385	0,4274	0,4221	0,4254	— 0,0215	— 0,0078	— 0,0084	— 5,16	— 1,87	— 2,01
7	0,113	0,4294	0,4390	0,4274	0,4221	0,4265	— 0,0096	+ 0,0066	+ 0,0029	— 2,23	+ 1.53	+ 0,67
8	0,122	0,4292	0,4395	0,4271	0,4211	0,4274	— 0,0103	+ 0,0062	+ 0,0018	— 2,40	+ 1,44	+ 0,42
9	0,132	0,4261	0,4405	0,4300	0,4213	0,4285	— 0,0144	+ 0,0008	— 0,0024	— 3,38	+ 0,19	— 0,56
									Media %	— 3,28	+ 1,08	+ 0,70

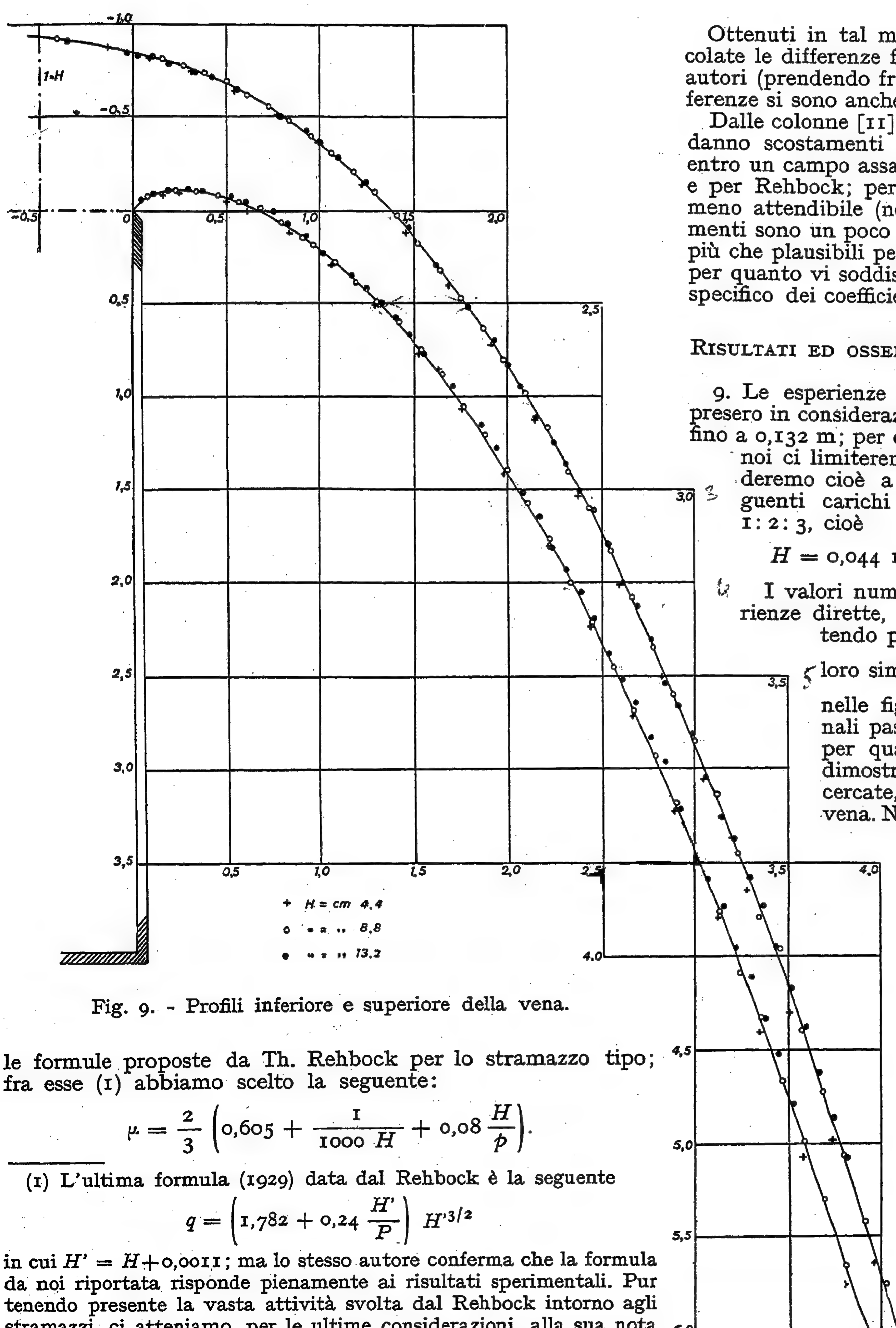


Fig. 9. - Profili inferiore e superiore della vena.

le formule proposte da Th. Rehbock per lo stramazzo tipo; fra esse (1) abbiamo scelto la seguente:

$$\mu = \frac{2}{3}\left(0{,}605 + \frac{1}{1000\,H} + 0{,}08\,\frac{H}{p}\right).$$

(1) L'ultima formula (1929) data dal Rehbock è la seguente

$$q = \left(1{,}782 + 0{,}24\,\frac{H'}{P}\right)\,H'^{3/2}$$

in cui $H' = H + 0{,}0011$; ma lo stesso autore conferma che la formula da noi riportata risponde pienamente ai risultati sperimentali. Pur tenendo presente la vasta attività svolta dal Rehbock intorno agli stramazzi, ci atteniamo, per le ultime considerazioni, alla sua nota comprensiva apparsa in *Zeit. Vereines Deutscher Ingenieure*, 1929, pag. 817.

Ottenuti in tal modo i coefficienti di eflusso, si sono calcolate le differenze fra quelli sperimentali e quelli dei predetti autori (prendendo fra le colonne [5] e [6] la media) e delle differenze si sono anche calcolate le percentuali.

Dalle colonne [11], [12], [13] appare che le nostre esperienze danno scostamenti percentuali che si mantengono in media entro un campo assai ristretto, 0,5 ÷ 1 %, per Turner-Schoder e per Rehbock; per la formula di Bazin che però è ritenuta meno attendibile (nel campo da noi sperimentato) gli scostamenti sono un poco maggiori. Comunque tali scostamenti sono più che plausibili per la ricerca in corso; tanto più che questa, per quanto vi soddisfi pienamente, non era rivolta al controllo specifico dei coefficienti di efflusso.

RISULTATI ED OSSERVAZIONI.

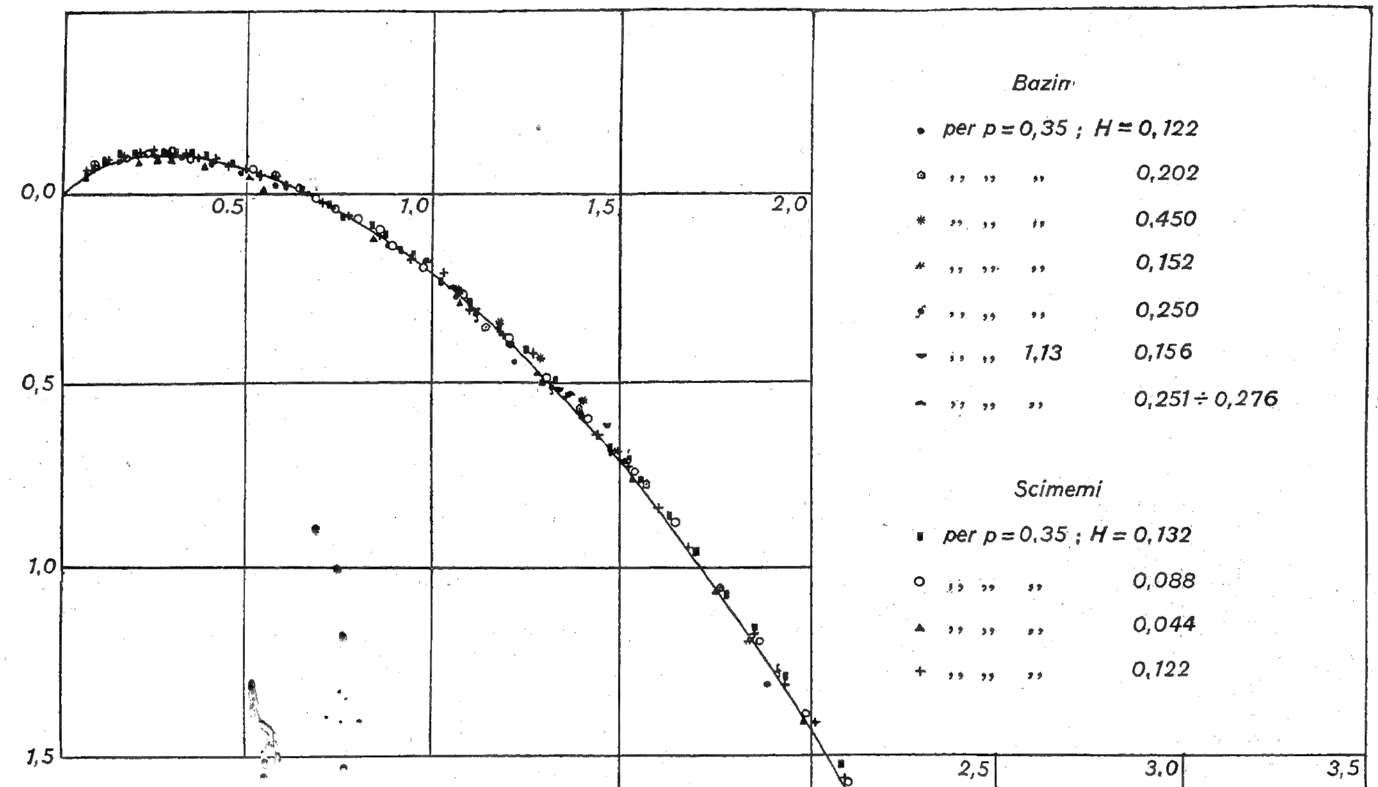
9. Le esperienze sulla forma della vena, assai numerose, presero in considerazione vari carichi, a cominciare da 0,035 m fino a 0,132 m; per quello che interessa la seguente descrizione noi ci limiteremo però a parlare di tre casi soltanto. Prenderemo cioè a considerare le esperienze fatte con i seguenti carichi fondamentali, che stanno nel rapporto 1 : 2 : 3, cioè

$$H = 0{,}044 \text{ m}; \quad H = 0{,}088 \text{ m}; \quad H = 0{,}132 \text{ m}.$$

I valori numerici delle coordinate, ottenute dalle esperienze dirette, possono trovarsi nella Tabella 5. Ammettendo poi l'ipotesi che i profili possano essere fra loro simili abbiano riportato i valori di $\frac{x}{H}$ ed $\frac{y}{H}$ nelle figure che seguono, riferite agli assi ortogonali passanti per la soglia della traversa. La fig. 9, per quanto non riporti tutto il campo esplorato dimostra il regolare andamento delle due curve ricercate, profilo superiore e profilo inferiore della vena. Nella stessa fig. 9 non sono sensibili le influenze della velocità d'arrivo (queste velocità oscillarono fra i limiti di 0,05-0,18 m/sec). Di esse quindi non abbiamo tenuto conto, almeno per un esame di prima approssimazione. Per quanto riguarda il profilo inferiore della vena, la fig. 10 rappresenta un tratto di quello riportato nella fig. 9; in essa appaiono anche alcuni punti osservati già da Bazin e che restano confusi tra quelli da noi rilevati.

La fig. 11 riporta invece tutto il campo da noi sperimentato e la fig. 12 successiva riporta le tre curve distinte, *falda superiore*, *filetto medio*, e *falda inferiore*, quali furono da noi rilevate in tutto il campo.

Prima di procedere all'interpretazione dei risultati vogliamo fare un confronto con i profili dati dai precedenti autori. Per questo nella fig. 13 sono riportati tali profili, insieme a quelli ottenuti dalle nostre esperienze; però solo per il campo che a quelli compete. Dalla figura si rileva che il profilo inferiore dato da Morrison-Brodie si distacca assai notevol-



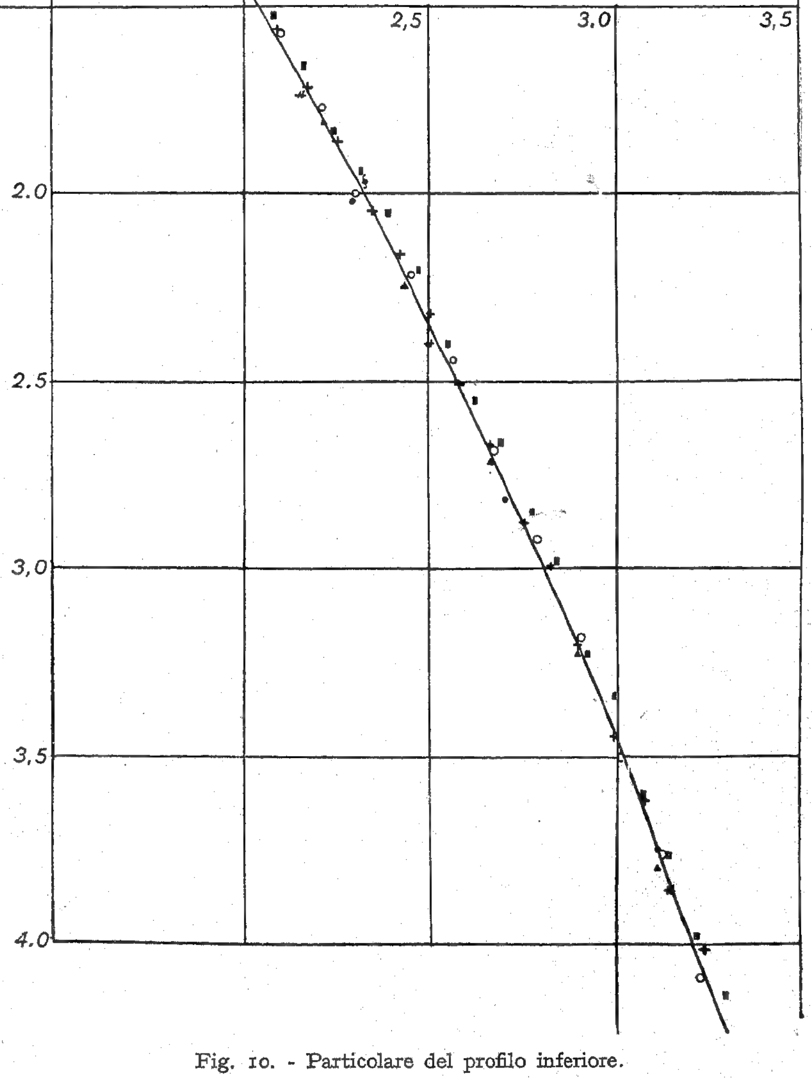


Fig. 10. - Particolare del profilo inferiore.

mente da quello dell'esperienza, i profili di Creager vi si accostano assai meglio per la parte superiore, che è quella fino alla quale arrivano anche alcune delle esperienze di Bazin.

10. Non ci siamo troppo preoccupati di assegnare una espressione analitica alle curve delle figure 11 e 12; poichè però ciò potrebbe essere utile a chi volesse determinare i punti dei profili senza ricorrere ai grafici, diamo le seguenti espressioni con riferimento ai consueti assi ortogonali, origine sulla soglia e sensi positivi verso destra (x) e verso il basso (y):

Profilo *inferiore* della vena,

$$y = \left(\frac{x - 0,10}{1,55}\right)^2 + 0,062\,x - 0,186 \ldots \quad \text{per } x > 0,50;$$

Profilo *superiore* della vena,

$$y = \left(\frac{x - 0,7}{1,42}\right)^2 \ldots\ldots \quad \text{per } x > 1,40;$$

Profilo del *filetto medio*,

$$y = \left(\frac{x + 1}{2,155}\right)^{2,33} - 1 \ldots\ldots \quad \text{per } x > 1,\text{—}.$$

Tali espressioni corrispondono quasi esattamente ai rami più lunghi e più importanti delle curve delle figure 11 e 12, e cioè a tutta la parte che resta sotto il piano orizzontale passante per la soglia (y positive). Per rappresentare in forma analitica anche i rami superiori di quei profili, sarebbe stato necessario aggiungere dei termini correttivi di ordine superiore, dileguantisi al crescere delle coordinate; per quanto ciò potesse indurre ad un elegante problema di calcolo, la ricerca ci è sembrata però assolutamente superflua, in quanto poi in pratica non sarebbe stato facile applicare formule troppo complesse. È anche notevole il fatto che i punti di origine delle predette curve sono assolutamente obbligati e quindi la costruzione del brevissimo tratto che intercorre fra quelle origini e il campo delle y positive non presenta alcuna difficoltà.

Per altro anche a noi occorrerà conoscere una forma analitica assai precisa per i rami ascendenti di detti profili ma ciò ci obbligherà ad un cambiamento di coordinate.

11. Per quanto concerne la distribuzione delle velocità nella vena la fig. 14 dà la rappresentazione delle misure fatte. Furono scelte varie sezioni piane della vena; oltre la prima verticale, passante per la cosidetta sezione contratta, alcune inclinate, condotte approssimativamente normali all'andamento generale della vena stessa. Nè in queste ultime, e tanto meno nella prima, sarebbe stato possibile condurre le sezioni normali a tuti i filetti che le attraversano, perchè, passando dal profilo supe-

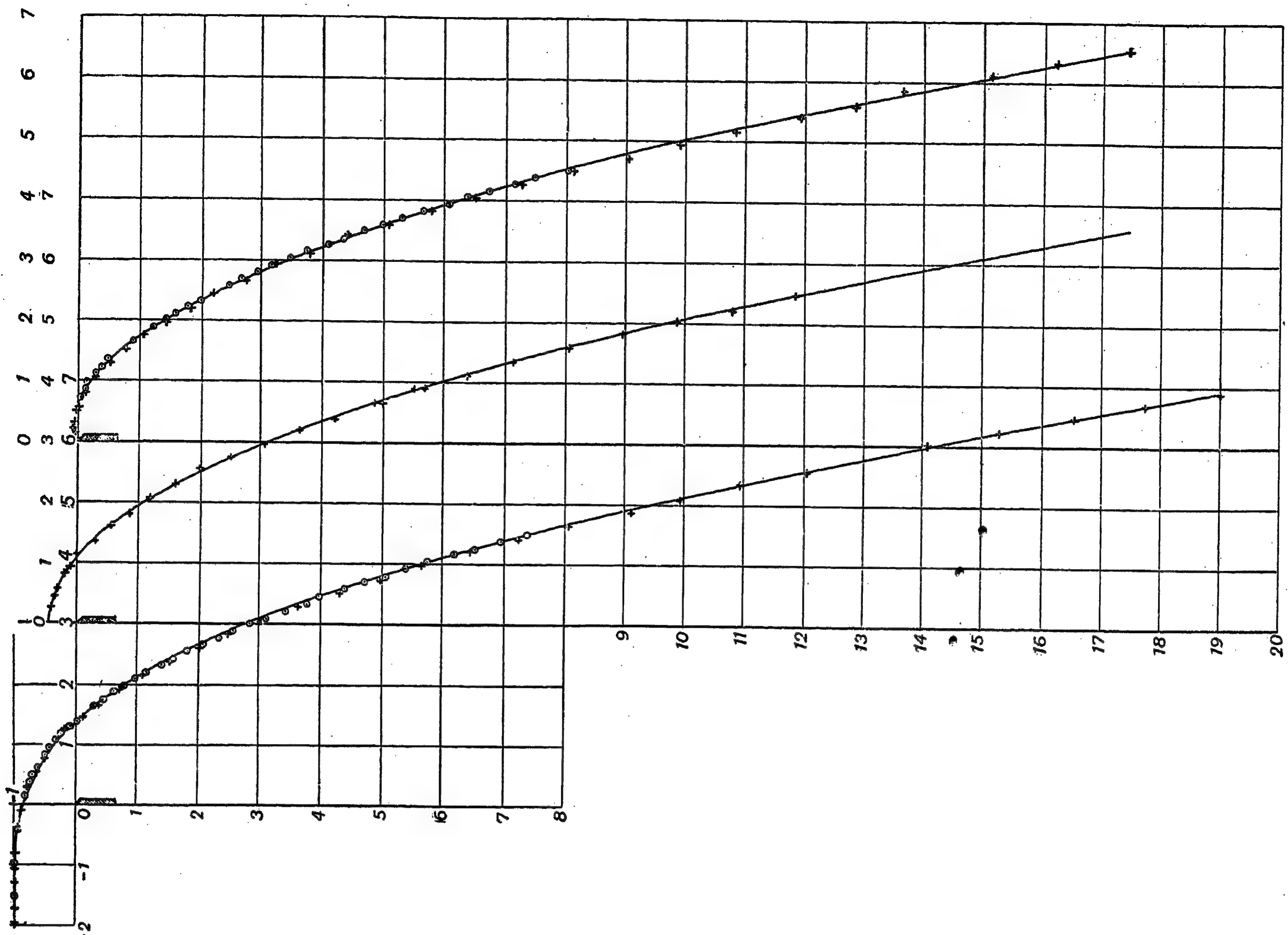


Fig. 12. - Filetto superiore, filetto medio e filetto inferiore, per tutto il campo sperimentato.

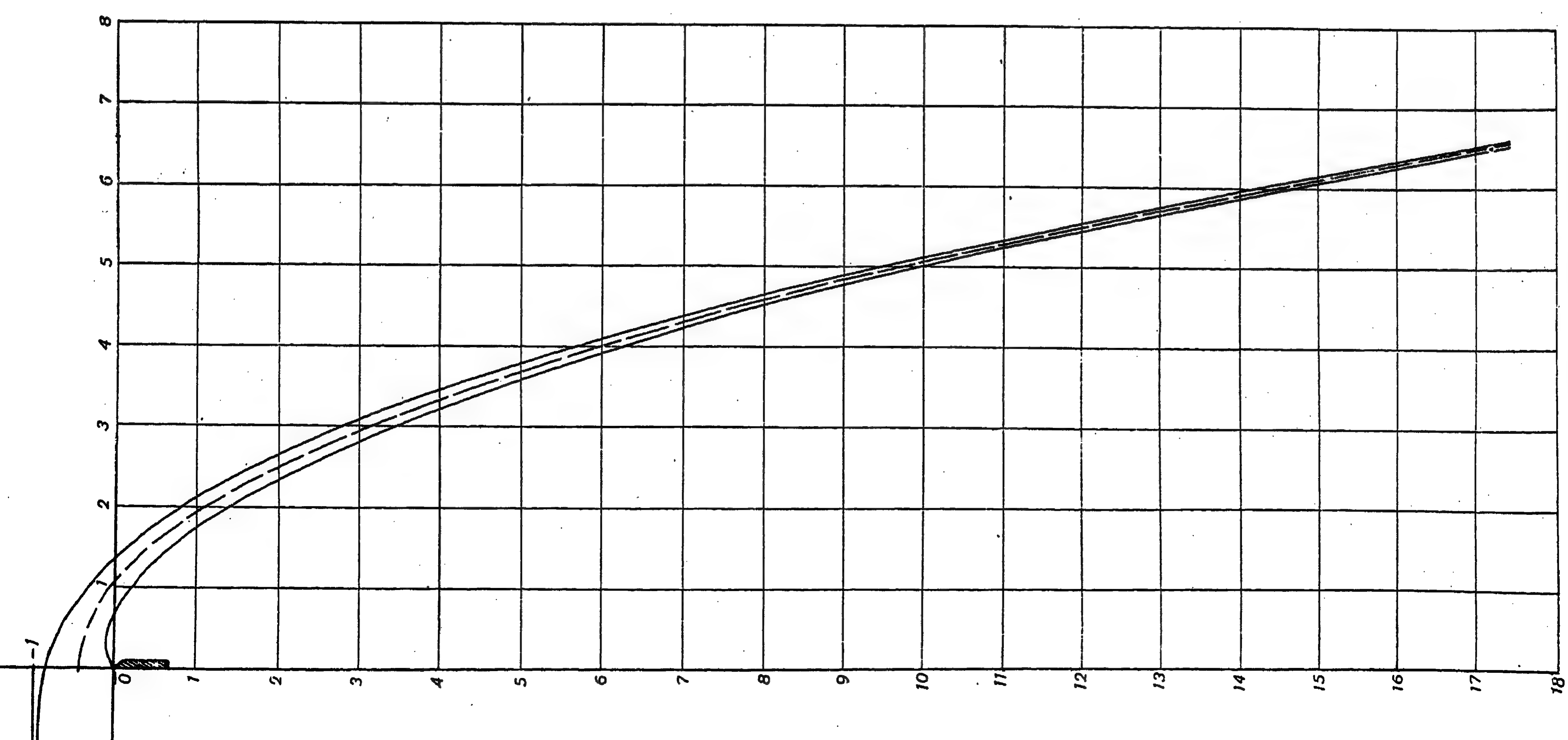


Fig. 11. - Profili per tutto il campo sperimentato.

riore al profilo inferiore i filetti hanno nell'interno della vena curvatura crescente. Le sezioni che avessero risposto esattamente al requisito sopraesposto non avrebbero potuto essere piane ed il loro tracciamento sarebbe stato possibile solo dopo una esatta conoscenza dell'andamento dei singoli filetti nell'interno della vena. Ciò però avrebbe condotto a gravi difficoltà che non potevano essere ovviate senza speciali apparati rilevatori. Abbiamo perciò preferito condurre le sezioni piane; queste per altro presentano molti altri vantaggi grafici nelle misure, per la esatta determinazione dei punti osservati, per la facilità dei rilievi di velocità e quindi di portata, etc. Le misure di velocità furono fatte col tubo di Pitot disposto *normale al piano della sezione* scelta, così da ottenere immediatamente i valori delle portate (tutte equivalenti) nelle singole sezioni. L'inclinazione opportuna del tubo di Pitot era ottenuta mediante il dispositivo illustrato al § 7.

La Tabella n. 6 riporta i valori numerici delle osservazioni fatte, la fig. 14 i diagrammi di velocità, ottenuti nelle esperienze con carico fondamentale H = 0,088, medio fra quelli osservati.

La fig. 15 dà il particolare relativo alla sola sezione *contratta*, per lo stesso carico. Non sarà superfluo aggiungere che in tutti i punti interni alla vena fu riscontrato valido il principio di Bernoulli

$$H = y + \frac{p}{\gamma} + \frac{V^2}{2g}.$$

Nella fig. 15 può osservarsi che la distribuzione delle velocità è analoga, per quanto non identica, a quella data da Bazin.

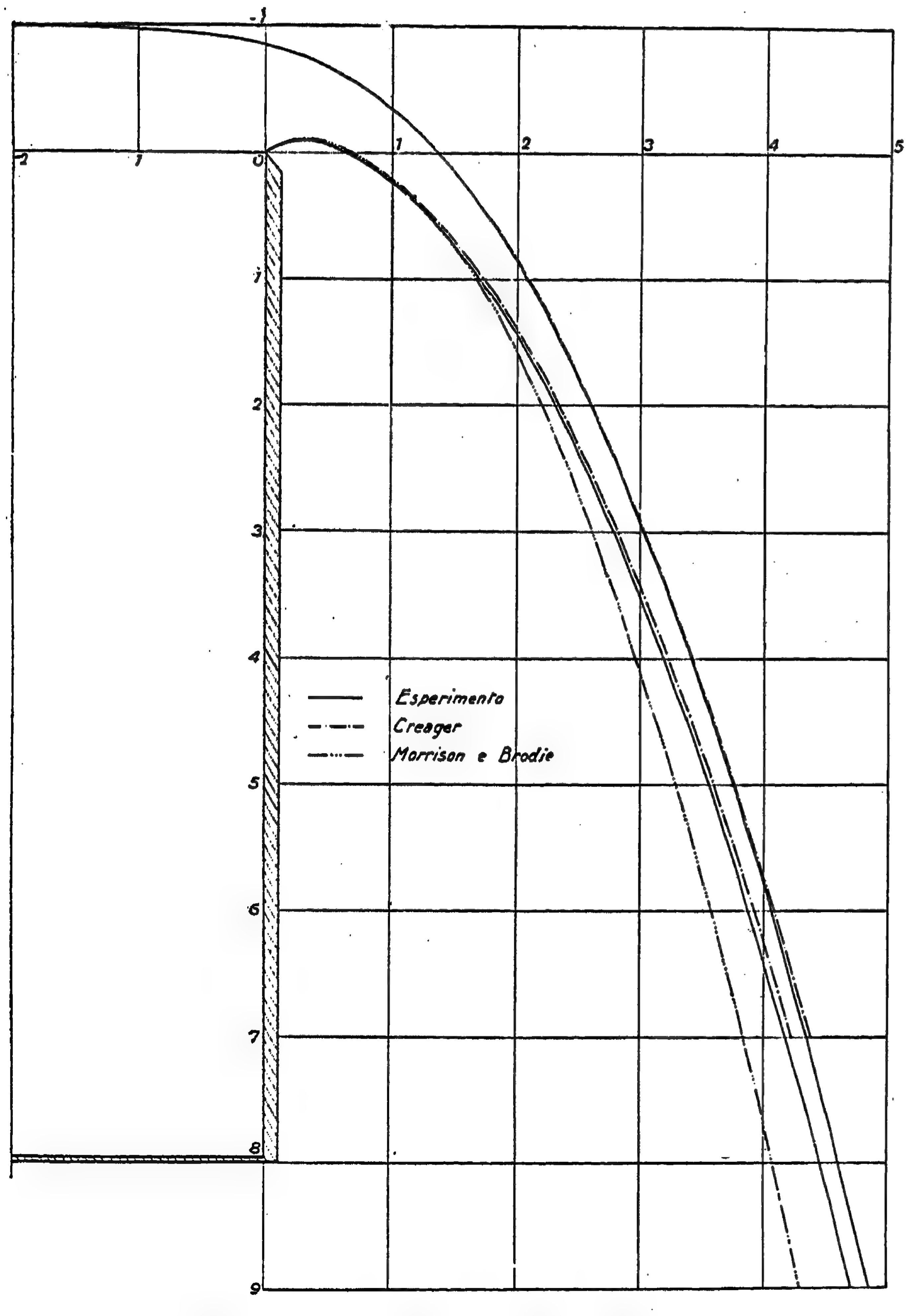


Fig. 13. - Confronto fra i risultati sperimentali ed i procedimenti *Creager, Morrison-Brodie.*

Quanto all'altezza del filetto medio (ottenuta da q/ω), esso trovasi a 0,398 H; praticamente 0,40 H dalla soglia. Tale risultato è stato poi riportato nella fig. 6 dove sono poste in evidenza le differenze fra le nostre osservazioni e le ipotesi di Creager, Morrison-Brodie e Deischa.

Passando alle sezioni successive inclinate (fig. 14) il filetto medio si vede sempre più avvicinarsi alla mezzeria della sezione; difatti mentre esso parte, nella sezione contratta, ad una distanza 0,43 h_1 dal lembo inferiore (h_1 è lo spessore della vena nella sezione contratta), già poco a valle questa distanza diventa 0,50 del relativo spessore.

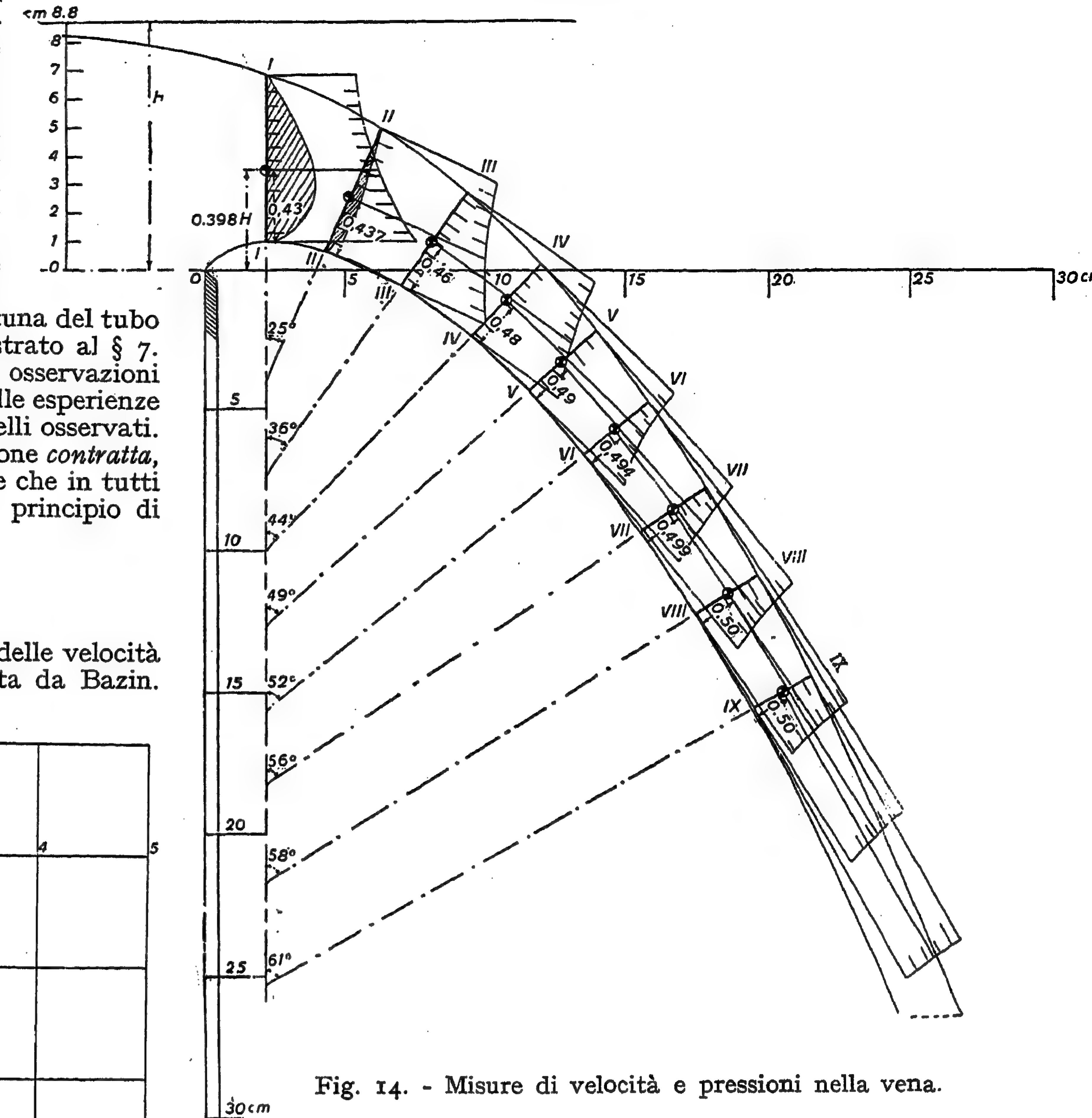


Fig. 14. - Misure di velocità e pressioni nella vena.

In tal modo, e per tutte le successive sezioni, è stato agevole segnare il *profilo del filetto medio*, che venne riportato nella fig. 16.

La esperienza ha dato così la conferma di quello cui precedentemente si era accennato, § 4.

12. Alcune osservazioni scaturiscono dall'esame dei diagrammi delle figure 14 e 15.

In osservanza al principio di Bernoulli, se si considera un punto della sezione contratta, non tutto il carico agente (riferito cioè al livello nel canale a monte) è trasformato in velocità; una parte di esso va ad aumentare le pressioni nell'interno della vena. Il carico è totalmente trasformato in velocità solo ai lembi della sezione, dove i filetti vengono a contatto dell'atmosfera.

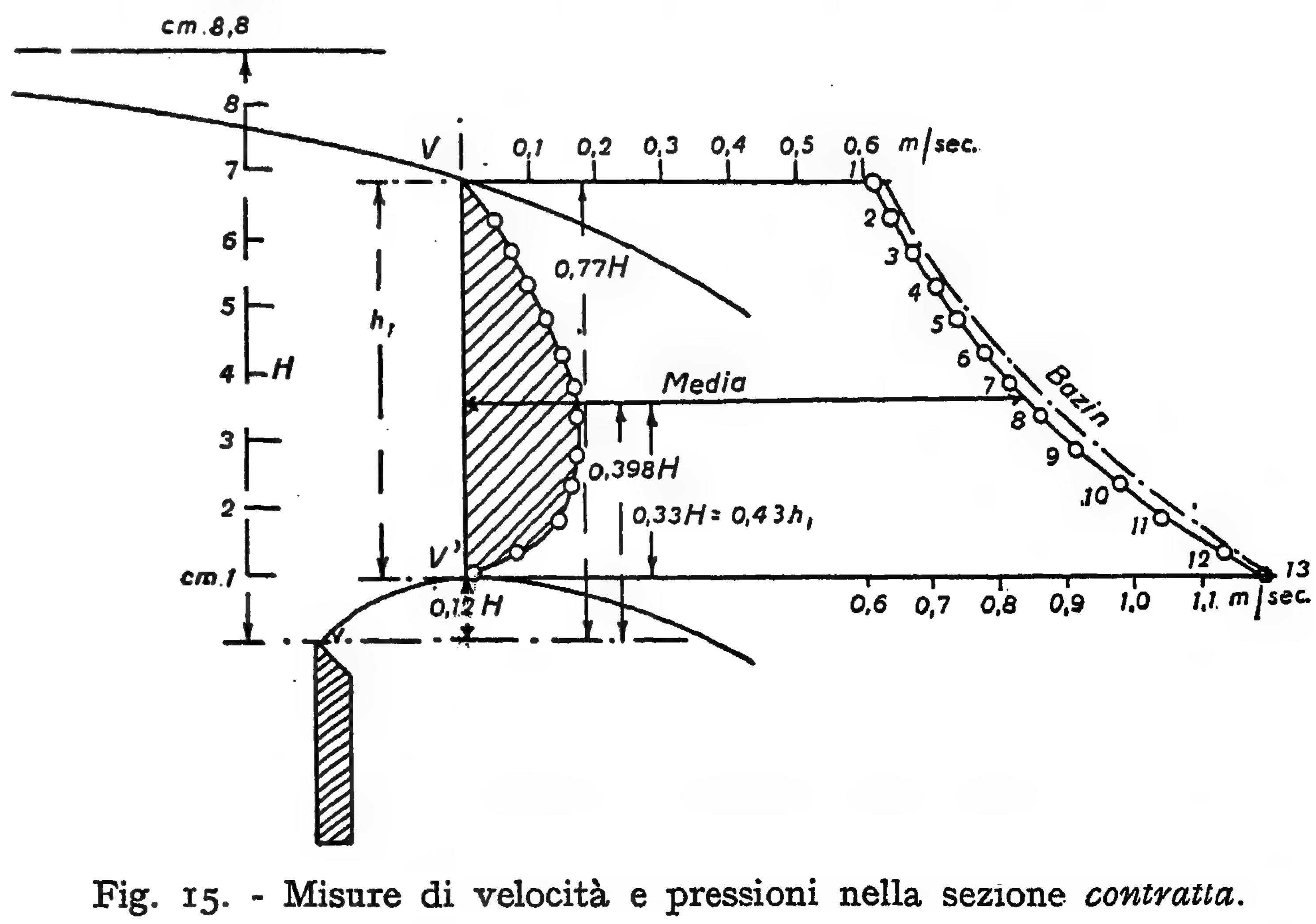


Fig. 15. - Misure di velocità e pressioni nella sezione *contratta.*

La distribuzione delle pressioni interne (sovrapressioni rispetto alla atmosferica) nella sezione contratta è ben rappresentata dal diagramma tratteggiato in fig. 15, tale complessa legge di ripartizione (fra velocità e pressioni) è il risultato della reciproca azione fra *carico* agente e *curvatura* dei filetti interni alla vena.

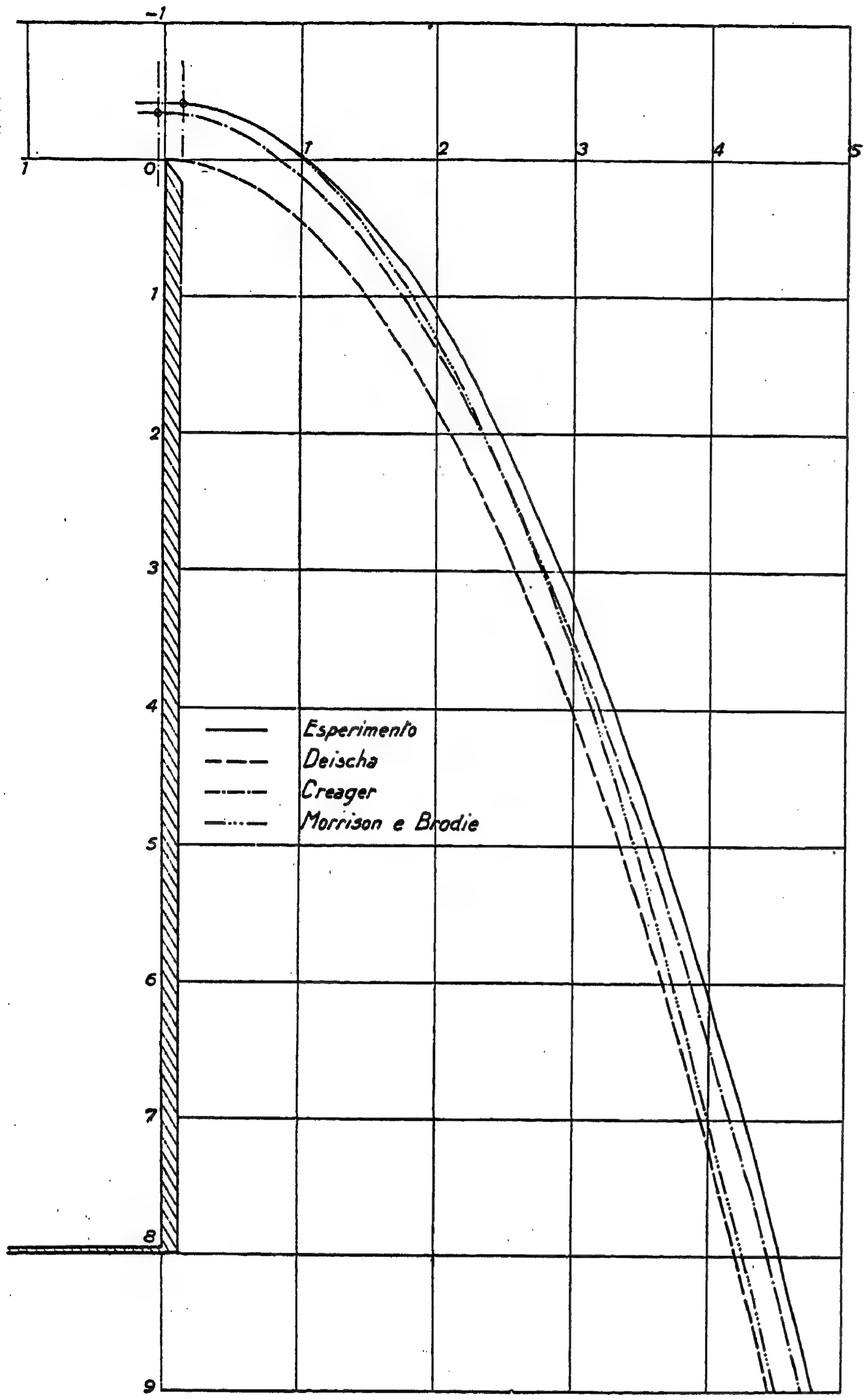


Fig. 16. - Profili del filetto medio.

Passando infatti dalla sezione contratta alle successive, si nota una grande attenuazione nella curvatura dei filetti e per conseguenza una forte riduzione dei valori delle pressioni interne. E già nella sezione inclinata di 36°÷44° l'esperimento darebbe a vedere che da lì a valle in tutti i punti della vena, l'intero carico agente si è trasformato in velocità. Ciò non potrà forse in tutto accettarsi teoricamente, perchè ancora persiste la curvatura dei filetti nelle sezioni inclinate; però l'esperimento non ha potuto rivelarlo. I filetti sono già quasi paralleli fra di loro, la pressione nell'interno è la atmosferica. Questi fatti sono riassunti dalla Tab. 6, nella quale si osserverà che a cominciare dalla sezione inclinata alla verticale di 36° la colonna [6] è identica alla colonna [9]. È da questa regione in poi che la velocità media, o *filetto medio*, si avvicina sempre più alla mezzeria della sezione.

Soffermiamoci all'esame delle *velocità medie* ottenute dai grafici in fig. 14.

Indichiamo con v_r la *velocità media* in ogni sezione, con v_h e v_v le sue componenti orizzontale e verticale. Indichiamo con ξ l'abbassamento del punto in cui viene attraversata ogni sezione inclinata dal suo filetto medio, rispetto al filetto medio orizzontale della sezione contratta.

Otteniamo la seguente Tabella 3.

TABELLA 3.

VELOCITÀ MEDIE

Carico $H = 0{,}088$ m $\sqrt{2gH} = 1{,}314$ m/sec [1]	v_r m/sec [2]	v_h m/sec [3]	v_v m/sec [4]	ξ m [5]	$\frac{v_h}{\sqrt{2gH}}$ [6]	$\sqrt{2g\xi}$ [7]	$\frac{v_v}{\sqrt{2g\xi}}$ [8]
Nella sez. contratta .	0,85	0,85	0	0	0,65	—	—
Nella sez. inclinata 25°	1,06	0,97	0,44	0,010	0,73	0,443	1,01
» » » 36°	1,22	0,99	0,70	0,025	0,75	0,700	1,00
» » » 44°	1,40	0,99	0,96	0,046	0,75	0,950	0,99
» » » 49°	1,54	1,03	1,16	0,068	0,78	1,155	1,00
» » » 52°	1,69	1,04	1,34	0,092	0,79	1,345	1,00
» » » 56°	1,86	1,04	1,55	0,120	0,79	1,534	0,99
» » » 58°	2,02	1,05	1,72	0,150	0,80	1,715	1,00
» » » 61°	2,17	1,06	1,90	0,184	0,81	1,896	1,00

La colonna [6] della precedente tabella fa riconoscere chiaramente che a mano a mano che ci allontaniamo dalla sezione contratta le velocità orizzontali non si mantengono in rapporto *costante* con la velocità teorica d'efflusso $\sqrt{2gH}$ (riferita al carico fondamentale). Tale rapporto va da 0,65 per la sezione contratta (eguale a quello trovato da Bazin) a 0,81 per la sezione più bassa, inclinata di 61°; nè possiamo asserire che non possa aumentare con l'aumentare della inclinazione. Comunque si ritrova qui la causa per la quale risultarono fallaci quei metodi per i quali il profilo della vena fu derivato da un getto orizzontale a velocità d'uscita v_h = cost. dalla sezione contratta.

Tutto ciò è dovuto (come già rimarcammo) alla varia distribuzione delle pressioni e quindi delle velocità, nelle sezioni attraversate da filetti a grande curvatura. Tale distribuzione impedisce evidentemente alla vena di comportarsi, nel suo insieme, come un getto *sottilissimo* orizzontale, per il quale le velocità sono da considerarsi tutte eguali dal centro alla periferia.

Passando però in una regione in cui quella dissimmetria non è più sensibile (sezioni ad inclinazione maggiore di 49°), i filetti sono pressochè paralleli, la vena può comportarsi approssimativamente come un getto unico. Le velocità medie della vena hanno allora una componente orizzontale costante (circa 0,80 $\sqrt{2gH}$) ed una componente verticale, via via crescente, che risulta dall'azione della gravità.

La veridicità di quest'ultima affermazione viene confermata dalla eguaglianza dei valori riportati nelle colonne [4] e [7] della Tabella 3 e dal loro rapporto [8] quasi esattamente eguale alla unità per tutte le sezioni.

13. Sulla base dell'esperimento non ci resta ora da esaminare che il modo onde giustificare la varia distribuzione delle pressioni nell'interno della vena.

Consideriamo la sezione contratta, possiamo immaginarla come costituita da tanti strati di piccola altezza, giustaposti a curvatura crescente dall'alto al basso. Il fluido è considerato perfetto. Ogni particella di massa M, che segue una propria traccia, con velocità v, è animata di una forza centrifuga

$$C = \frac{M\,v^2}{\rho},$$

dove ρ rappresenta il raggio di curvatura del filetto cui appartiene la particella in moto. La massa di un elemento di lunghezza l e spessore Δa, fig. 17, è

$$M = \frac{\gamma\,l\,\Delta a}{g}; \quad \text{quando } \gamma = 1, \quad M = \frac{l\,\Delta a}{g},$$

quindi

$$C = \frac{l\,\Delta a}{g}\;\frac{v^2}{\rho}.$$

Ponendo

$$s = \frac{v^2}{2g}$$

è

$$C = \frac{2\,l\,s}{\rho}\,\Delta a;$$

per unità di lunghezza dello strato si ha

(A) $$\Delta z = \frac{C}{l} = \frac{2\,s}{\rho}\,\Delta a.$$

Passando cioè da una banda all'altra dello strato generico Δa la pressione è cresciuta da z a $z + \Delta z$.

Per una intera vena si ha, in modo analogo, e passando da una banda all'altra,

$$Z = \Sigma\ (\Delta z).$$

Tale metodo hanno già applicato Koch e Karstanjen (1) alla vena contratta dello stramazzo in parete sottile, onde ottenere la distribuzione delle pressioni e quindi delle velocità nell'interno della vena, passando dal vertice superiore al vertice inferiore. Questi autori sono partiti dalla conoscenza del raggio di curvatura del profilo superiore della vena ed hanno calcolato le sovrapressioni dovute al primo filetto considerato; ma da lì in poi hanno dovuto abbandonare il metodo deduttivo per seguire quello per tentativi, appoggiandosi ai dati noti di velocità (solo ai due lembi della vena) ed a quello della portata, pur essa completamente nota.

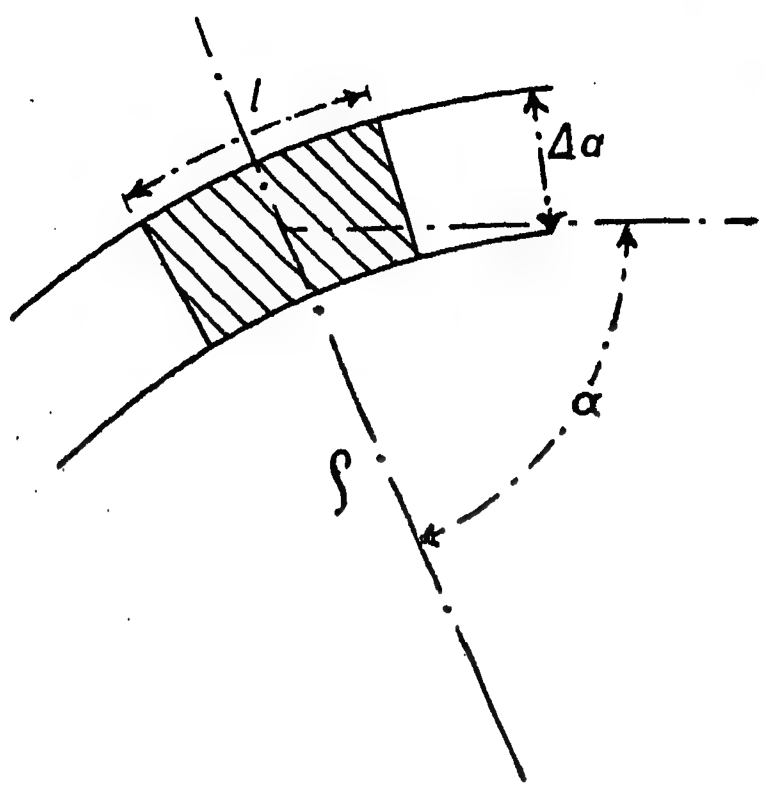


Fig. 17.

Il metodo deduttivo sembra però che possa condurre a migliori risultati, quando si eliminino talune difficoltà.

Poichè per applicare la **(A)** è necessaria la conoscenza della curvatura, Koch e Karstanjen consigliano di seguire il metodo grafico, che si appoggia solo sulle coordinate dei punti assai prossimi al luogo in cui si cerca la curvatura. Ma purtroppo questo metodo, che è assai semplice, dà errori troppo rilevanti perchè si possa adottare nella sua generalità. Piccole differenze di decimi di millimetro, non bene valutate sul grafico, possono raddoppiare o triplicare il valore del raggio di curvatura cercato.

Perciò abbiamo creduto più opportuno di dare una espressione analitica esatta di tutta la curva in considerazione e da quella ottenere la curvatura in un punto qualunque calcolandola a mezzo delle coordinate correnti.

Dovendo ripetersi il calcolo tanto per il filetto superiore della vena, quanto per l'inferiore, abbiamo scelto lo stesso tipo di curva per i due profili, però a parametri differenti da calcolarsi per tentativi. I profili che ci interessano sono quelli rappresentati nelle figg. 4 e 5, e ad essi si adattano in modo pressochè esatto due rami di *spirale iperbolica*

$$r\ \varphi = a$$

e precisamente:

per il *profilo superiore*

$$r\ \varphi = 5,$$

con coordinate del polo P rispetto agli assi ortogonali $x_0 = 0{,}40$, $y_0 = 1{,}35$, inclinazione dell'asse polare e senso secondo la fig. 4;

per il *profilo inferiore*

$$r\ \varphi = 1{,}43,$$

con coordinate del polo P', $x'_0 = 0{,}075$, $y'_0 = 0{,}399$; inclinazione dell'asse polare e senso come in fig. 5.

Il raggio di curvatura in un punto qualunque di queste curve, si trova analiticamente

$$\rho = r\left(1 + \frac{r^2}{a^2}\right)^{3/2},$$

oppure graficamente, come è indicato nelle figure 4, 5 a mezzo della sottonormale polare $P\ N$.

Nelle due curve delle figure 4 e 5, otteniamo, per il vertice V, sul profilo superiore, $\rho = 2{,}770$ m;

e per il vertice V' sul profilo inferiore,

$\rho' = 0{,}664$ m (2).

Entrambi V e V' appartengono alla verticale che passa per la sezione contratta.

I raggi di curvatura ρ e ρ' sono stati trovati per stramazzi aventi carico fondamentale $H = 1$, se però vogliamo applicare il metodo allo stramazzo da noi preso in esame ($H = 0{,}088$) dobbiamo ridurre i sopradetti raggi nel rapporto di similitudine $\frac{0{,}088}{1{,}000}$;

si ha quindi

$$\rho_1 = 0{,}244 \text{ m} \qquad \text{e} \qquad \rho' = 0{,}0586 \text{ m}.$$

(1) Von der Bewegung des Wassers: *Berlin*, 1926, pag. 125.

(2) I valori di ρ e ρ' trovati da Koch-Karstanjen col metodo grafico non sono molto lontani dai nostri: $\rho = 2{,}916$ e $\rho' = 0{,}602$; Vedi Koch-Karstanjen, *loco citato*, pag. 125.

Dividiamo adesso la vena contratta in strati orizzontali in corrispondenza ai punti in cui effettuammo le misure di velocità, fig. 15.

Partendo dalla superficie libera, punto V, misuriamo l'affondamento Y di questo punto rispetto al carico fondamentale agente (vedi anche colonna [6] della Tabella 6); esso è di m 0,0202. Poichè alla superficie il principio di Bernoulli è applicabile ponendo $p = 0$ (pressione atmosferica) si ha:

$$\textbf{(B)} \qquad \text{Affondamento} = Y = 0{,}0202 = \frac{v_1^2}{2g};$$

da cui $v_1 = 0{,}630$;

tale velocità corrisponde esattamente a quella ottenuta sperimentalmente, $v_1 = 0{,}630$.

Conoscendo i valori di ρ_1 e di v_1 nel punto V siamo però in grado di applicare la **(A)** e calcolare l'effetto della curvatura sulle pressioni interne?

Qui è da notare che la **(A)** per la maniera con cui fu ricavata ci dà l'aumento di pressione Δz, seguendo il raggio di curvatura del filetto considerato; passando però da strato a strato cambia non solo il valore del raggio di curvatura dei filetti ma anche la sua direzione.

Noi desideriamo conoscere l'aumento di pressione Δz non secondo la direzione di ρ_1 ma lungo la verticale (sezione contratta). Non potendo perciò apprezzare con tutta precisione quale potrà essere l'andamento dei filetti interni alla vena è giocoforza adottare un metodo di approssimazione. L'angolo α che fa il raggio di curvatura in V con la verticale è di 19° (fig. 4), il rispettivo angolo in V' è 0° (fig. 5); noi possiamo dividere convenientemente tutto questo intervallo (19°) fra il filetto superiore e l'inferiore senza pericolo di scostarci troppo dalla realtà. Ponendo allora nella **(A)** al posto di v, $\frac{v}{\cos \alpha}$ risulta

$$\Delta z = \frac{2\ s\ \Delta a}{\rho_1 \cos^2 \alpha}.$$

Per il primo strato della vena contratta si ha dunque

$$Y = s_1 = 0{,}0202; \qquad v_1 = 0{,}630 \qquad \alpha = 19^\circ \qquad \rho_1 = 0{,}244;$$

alla superficie libera la sovrapressione z è nulla, si ha

$$z_1 = 0 \qquad \text{e} \qquad \Delta z_1 = z_2$$

quindi (vedi Tabella 4).

$$\rho_2 = \frac{2\ s_2\ \Delta a}{\rho_1 \cos^2 \alpha_2} = a - k$$

$$k = a - \frac{2\ s_2\ \Delta a}{\rho_1 \cos^2 \alpha_2} = Y - s_2$$

$$k = 0{,}005 - \frac{2\ s_2\ 0{,}005}{0{,}244 \times 0{,}895} = 0{,}0252 - s_2$$

Da cui $s_2 = 0{,}212$, quindi $v_2 = 0{,}645$, $Y - s_2 = 0{,}004$,

$$z_2 = 0{,}001, \qquad \Delta z_2 = 0{,}001$$

$$\rho_2 = 0{,}212$$

In seconda approssimazione, nel calcolo di s_2 si può porre la media fra ρ_1 e ρ_2.

Procedendo in modo analogo per tutti gli strati successivi si ottiene la completa distribuzione delle pressioni e delle velocità nell'interno della vena.

Tabella 4.

N.	v	$s = \frac{v^2}{2g}$	α	Y	$k = \frac{p}{\gamma} = (Y - s)$	a	Z $(a - k)$	Δz	ρ
[1]	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]	[7]	[8]	[9]	[10]
1	0,630	0,0202	19°	0,0202	0	0	0	0	0,244
2	0,645	0,0212	18°	0,0252	0,0040	0,0050	0,0010	0,0010	0,212
3	0,662	0,0224	17°	0,0302	0,0078	0,0100	0,0022	0,0012	0,187
4	0,689	0,0242	16°	0,0352	0,0110	0,0150	0,0040	0,0018	0,134
5	0,721	0,0265	15°	0,0402	0,0137	0,0200	0,0065	0,0023	0,115
6	0,760	0,0295	14°	0,0452	0,0157	0,0250	0,0093	0,0030	0,100
7	0,809	0,0334	12°	0,0502	0,0168	0,0300	0,0132	0,0039	0,086
8	0,867	0,0384	10°	0,0552	0,0168	0,0350	0,0182	0,0050	0,078
9	0,933	0,0445	8°	0,0602	0,0157	0,0400	0,0243	0,0061	0,073
10	1,010	0,0519	6°	0,0652	0,0133	0,0450	0,0317	0,0074	0,070
11	1,085	0,0600	4°	0,0702	0,0102	0,0500	0,0398	0,0081	0,070
12	1,175	0,0706	2°	0,0752	0,0046	0,0550	0,0504	0,0114	0,062
13	1,238	0,0782	0°	0,0782	0	0,0580	0,0580	0,0076	0,061

Tabella 5.

FORMA DELLE VENE LIBERE

Stramazzo in parete sottile di m 0,35 di altezza
Coordinate cartesiane con origine sulla soglia; misure in centimetri

CARICO FONDAMENTALE H = 4,40				CARICO FONDAMENTALE H = 8,80				CARICO FONDAMENTALE H = 13,20			
Profilo superiore		Profilo inferiore		Profilo superiore		Profilo inferiore		Profilo superiore		Profilo inferiore	
x	*y*	*x*	*y*	*x*	*y*	*x*	*y*	*x*	*y*	*x*	*y*
— 21,60	— 4,40	+ 0,70	— 0,33	— 39,60	— 8,80	+ 0,70	— 0,65	— 39,60	— 13,10	+ 0,75	— 0,80
— 20,60	— 4,40	+ 0,90	— 0,36	— 33,60	— 8,80	+ 1,00	— 0,75	— 33,60	— 13,10	+ 1,00	— 0,94
— 19,60	— 4,40	+ 1,10	— 0,37	— 28,60	— 8,78	+ 1,50	— 0,85	— 23,60	— 12,80	+ 1,50	— 1,10
— 18,60	— 4,40	+ 1,30	— 0,35	— 23,60	— 8,74	2,00	— 0,93	— 18,60	— 12,80	+ 2,00	— 1,37
— 17,60	— 4,40	1,50	— 0,36	— 18,60	— 8,68	2,50	— 0,93	— 13,60	— 12,75	2,50	— 1,35
— 16,60	— 4,40	1,70	— 0,31	— 13,60	— 8,65	3,00	— 0,88	— 8,60	— 12,40	3,00	— 1,44
— 15,60	— 4,40	2,20	— 0,20	— 8,60	— 8,49	3,50	— 0,80	— 5,60	— 12,—	3,50	— 1,40
— 14,60	— 4,39	2,70	+ 0,00	— 3,60	— 8,10	4,00	— 0,70	— 4,60	— 12,—	4,00	— 1,45
— 13,60	— 4,39	3,70	+ 0,55	+ 1,40	— 7,15	4,50	— 0,55	— 0,60	— 11,30	4,50	— 1,40
— 12,60	— 4,39	4,70	+ 1,30	+ 2,40	— 6,85	5,00	— 0,40	+ 0,40	— 11,10	5,00	— 1,34
— 11,60	— 4,39	5,70	+ 2,25	+ 3,40	— 6,50	5,50	— 0,17	+ 1,40	— 11,—	5,50	— 1,20
— 10,60	— 4,38	6,70	3,40	+ 4,40	— 6,10	6,00	+ 0,10	+ 2,40	— 10,50	6,00	— 1,05
— 9,60	— 4,37	7,70	4,70	5,40	— 5,45	6,50	+ 0,35	+ 3,40	— 10,40	6,50	— 0,94
— 8,60	— 4,36	8,70	6,25	6,40	— 4,90	7,00	+ 0,60	4,40	— 9,90	7,00	— 0,70
— 7,60	— 4,34	9,70	7,95	7,40	— 4,25	7,50	+ 0,90	5,40	— 9,50	7,50	— 0,60
— 6,60	— 4,31	10,70	9,85	8,40	— 3,50	8,00	1,30	6,40	— 9,10	8,00	— 0,40
— 5,60	— 4,29	11,70	11,95	9,40	— 2,70	8,50	1,65	7,40	— 8,50	8,50	— 0,15
— 4,60	— 4,25	12,70	14,22	10,40	— 1,80	9,50	2,45	8,40	— 8,10	9,00	+ 0,10
— 3,60	— 4,21	13,70	16,70	11,40	— 0,85	10,50	3,45	9,40	— 7,30	9,50	+ 0,35
— 2,60	....	14,70	19,40	12,40	+ 0,25	11,50	4,35	10,40	— 6,70	10,00	+ 0,60
— 1,60	....	15,70	22,35	13,40	+ 1,60	12,50	5,30	11,40	— 6,20	10,50	+ 0,90
— 0,60	— 3,85	16,70	25,35	14,40	— 2,85	13,50	6,60	12,40	— 5,60	11,00	+ 1,10
+ 0,40	— 3,60	17,70	28,60	15,40	+ 4,20	14,50	7,80	13,40	— 4,70	11,50	1,50
+ 1,40	— 3,31	18,70	31,92	16,40	5,60	15,50	9,30	14,40	— 3,90	12,00	2,00
+ 2,40	— 2,83	19,70	35,62	17,40	7,10	16,50	10,65	15,40	— 2,90	12,50	2,20
+ 3,40	— 2,25	20,70	39,50	18,40	8,70	17,50	12,20	16,40	— 1,90	13,50	3,10
4,40	— 1,55	21,70	43,50	19,40	10,30	18,50	13,85	17,40	— 0,80	14,50	3,80
5,40	— 0,62	22,70	47,65	20,40	12,40	19,50	15,55	18,40	+ 0,30	15,50	4,70
6,40	+ 0,53	23,70	52,40	21,40	14,10	20,50	17,60	19,40	+ 1,30	16,50	5,60
7,40	+ 1,78	24,70	56,40	22,40	16,10	21,50	19,50	20,40	+ 2,60	17,50	6,60
8,40	3,21	25,70	61,15	23,40	18,30	22,50	21,60	21,40	+ 4,00	18,50	7,80
9,40	4,94	26,70	66,75	24,40	20,70	23,50	23,65	22,40	+ 5,20	19,50	9,00
10,40	6,75	27,70	71,45	25,40	22,90	24,50	25,80	23,40	7,00	20,50	10,20
11,40	8,86	28,70	76,65	26,40	25,10	25,50	28,00	24,40	8,20	21,50	11,40
12,40	11,02	—	—	27,40	27,60	26,50	30,70	25,40	9,30	22,50	12,60
13,40	13,44	—	—	28,40	30,40	27,50	33,10	26,40	11,10	23,50	14,10
14,40	16,05	—	—	29,40	33,40	28,50	36,00	27,40	12,70	24,50	15,30
15,40	18,90	—	—	30,40	34,90	29,50	38,10	28,40	14,80	25,50	17,00
16,40	21,90	—	—	31,40	38,75	30,50	41,10	29,40	16,60	26,50	18,80
17,40	24,86	—	—	32,40	41,60	31,50	44,00	30,40	18,10	27,50	20,10
18,40	28,37	—	—	33,40	44,60	32,50	46,70	31,40	20,10	28,50	21,90
19,40	31,90	—	—	34,40	47,70	33,50	49,80	32,40	21,60	29,50	24,10
20,40	35,62	—	—	35,40	50,70	34,50	53,40	33,40	23,80	30,50	25,60
21,40	40,20	—	—	36,40	54,60	35,50	56,10	34,40	26,60	31,50	27,10
22,40	43,72	—	—	37,40	57,50	36,50	59,30	35,40	28,20	32,50	29,10
23,40	48,20	—	—	38,40	61,00	37,50	62,90	36,40	30,50	33,50	31,60
24,40	52,95	—	—	39,40	64,90	38,50	65,80	37,40	32,80	34,50	33,60
25,40	57,30	—	—	—	—	39,50	70,60	38,40	35,30	35,50	35,10
26,40	61,95	—	—	—	—	—	—	39,40	37,30	36,50	37,60
27,40	67,25	—	—	—	—	—	—	40,40	40,40	37,50	39,30
28,40	72,67	—	—	—	—	—	—	41,40	43,30	38,50	42,60
29,40	78,00	—	—	—	—	—	—	42,40	44,80	39,50	44,60
30,40	83,48	—	—	—	—	—	—	43,40	47,60	40,50	47,60
—	—	—	—	—	—	—	—	44,40	49,60	41,50	49,60
—	—	—	—	—	—	—	—	45,40	52,60	42,50	52,60
—	—	—	—	—	—	—	—	46,40	55,40	43,50	54,60
—	—	—	—	—	—	—	—	47,40	58,10	44,50	57,60
—	—	—	—	—	—	—	—	48,40	61,40	45,50	60,10
—	—	—	—	—	—	—	—	49,40	64,60	46,50	63,60
—	—	—	—	—	—	—	—	50,40	67,60	—	—

La configurazione risultante, per quanto ottenuta con metodo soltanto approssimativo, è molto simile a quella data dall'esperienza, come può controllarsi per le *velocità* fra i valori riportati nelle colonne [2] della Tabella 4 e [10] della Tabella 6; e per le *pressioni interne* fra le colonne [6] della Tabella 4 e [8] della Tabella 6.

Per ottenere la configurazione delle pressioni e delle velocità nelle sezioni inclinate della vena, che succedono alla contratta, verticale, il metodo fin qui adottato può ripetersi in modo assolutamente analogo. Non molto a valle, per altro, la curvatura dei filetti diventa così piccola che le sovrapressioni generate da quella non hanno più alcuna influenza sulla distribuzione delle velocità. Queste si ottengono direttamente dal carico teorico agente su ogni punto considerato.

TABELLA 6.

OSSERVAZIONI NELLA VENA LIBERA (Pressioni e velocità)

(Carico sulla soglia m 0,088)

N. della sezione	Angolo alla verticale	N. dell'osservazione	Coordinate del punto osservato		Carico teorico totale Y	Distanza dalla falda superiore	Carico osservato durante l'esperimento		Velocità
			x m	y m	m	m	piezometrico m	cinetico m	m/sec
[1]	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]	[7]	[8]	[9]	[10]
I	0°	1	+ 0,022	— 0,0678	0,0202	0	0	0,0202	0,630
		2	»	— 0,0628	0,0252	0,005	0,0042	0,0210	0,642
		3	»	— 0,0578	0,0302	0,010	0,0072	0,0230	0,672
		4	»	— 0,0528	0,0352	0,015	0,0092	0,0260	0,714
		5	»	— 0,0478	0,0402	0,020	0,0122	0,0280	0,741
		6	»	— 0,0428	0,0452	0,025	0,0142	0,0310	0,780
		7	»	— 0,0378	0,0502	0,030	0,0162	0,0340	0,817
		8	»	— 0,0328	0,0552	0,035	0,0172	0,0380	0,863
		9	»	— 0,0278	0,0602	0,040	0,0172	0,0430	0,919
		10	»	— 0,0228	0,0652	0,045	0,0162	0,0490	0,980
		11	»	— 0,0178	0,0702	0,050	0,0147	0,0555	1,044
		12	»	— 0,0128	0,0752	0,055	0,0082	0,0670	1,146
		13	»	— 0,0098	0,0782	0,058	0,0012	0,0770	1,230
II	25°	1	+ 0,063	— 0,050	0,0380	0	0	0,0380	0,864
		2	+ 0,061	— 0,045	0,0430	0,005	0,0010	0,0420	0,908
		3	+ 0,059	— 0,040	0,0480	0,011	0,0010	0,0470	0,960
		4	+ 0,056	— 0,035	0,0530	0,016	0,0020	0,0510	1,000
		5	+ 0,054	— 0,030	0,0580	0,022	0,0050	0,0530	1,020
		6	+ 0,052	— 0,025	0,0630	0,027	0,0050	0,0580	1,067
		7	+ 0,050	— 0,020	0,0680	0,033	0,0040	0,0640	1,120
		8	+ 0,047	— 0,015	0,0730	0,038	0,0030	0,0700	1,172
		9	+ 0,045	— 0,010	0,0780	0,043	0,0010	0,0770	1,230
		10	+ 0,043	— 0,006	0,0820	0,048	0	0,0820	1,270
III	36°	1	+ 0,094	— 0,027	0,0610	0	0	0,0610	1,095
		2	+ 0,092	— 0,024	0,0640	0,0030	—	0,0640	1,120
		3	+ 0,089	— 0,020	0,0680	0,0090	—	0,0680	1,155
		4	+ 0,086	— 0,016	0,0720	0,0135	—	0,0720	1,188
		5	+ 0,084	— 0,013	0,0750	0,0175	—	0,0750	1,215
		6	+ 0,082	— 0,010	0,0780	0,0215	—	0,0780	1,238
		7	+ 0,079	— 0,006	0,0820	0,0260	—	0,0820	1,270
		8	+ 0,077	— 0,003	0,0850	0,0300	—	0,0850	1,292
		9	+ 0,074	+ 0,000	0,0880	0,0340	—	0,0880	1,315
		10	+ 0,073	+ 0,003	0,0910	0,0375	—	0,0910	1,337
		11	+ 0,070	+ 0,006	0,0940	0,0410	0	0,0940	1,360

Segue.

CONCLUSIONI.

14. L'esame delle esperienze eseguite ci ha condotto ai seguenti risultati:

1° Assumendo eguale all'unità il carico fondamentale H, la forma della vena liquida sfiorante, in parete sottile (traversa verticale) e senza contrazione laterale, non è quella assegnata dai consueti metodi empirici, ma quella meglio fissata dalle esperienze e rappresentata dalle figure 11, 12 o da espressioni analitiche:

profilo *esterno*,

$$y = \left(\frac{x - 0{,}10}{1{,}55}\right)^2 + 0{,}062\,x - 0{,}186 \qquad \text{per } x > 0{,}50;$$

profilo *interno*,

$$y = \left(\frac{x - 0{,}7}{1{,}42}\right)^2 \qquad \text{per } x > 1{,}40.$$

I due rami superiori (y negative) degli stessi profili, vengono dati dalle due spirali iperboliche,

per il profilo superiore $r\,\varphi = 5$,
» » » inferiore $r\,\varphi = 1{,}43$,

con riferimento fra coordinate cartesiane e polari come nelle figure 4 e 5.

2° I vari profili, a carichi H differenti fra loro, rispondono in modo sufficientemente esatto e per tutta la loro lunghezza alla legge di similitudine, con rapporto di similitudine $\frac{1}{H}$.

3° Il filetto di velocità media ($q : \omega$) segue anch'esso una traccia che non è quella data dal metodo di Creager nè quella di Deischa, bensì dalla curva,

$$y = \left(\frac{x + 1}{2{,}155}\right)^{2{,}33} - 1 \qquad \text{per } x > 1$$

4° La vena liquida non si comporta come generata da unico getto orizzontale cadente nell'aria, prima che la curvatura dei filetti non sia di molto ridotta, e cioè il metodo Creager-Morrison-Brodie è applicabile solo alquanto a valle della sezione contratta, quando si ponga circa $v_h = 0{,}80\sqrt{2gH}$.

5° Il principio di Bernoulli è sempre verificato. Le pressioni e le velocità in ogni punto della cosidetta sezione *contratta* (1) si ottengono ponendo a calcolo la reciproca azione fra carico teorico agente in quel punto e forza centrifuga dei filetti che sovrastano allo stesso punto.

6° Le profondità da noi raggiunte nelle esperienze si sono mantenute assai lontane da quelle che sono necessarie alla cosidetta discontinuità o frangimento della vena.

7° Poichè dalle esperienze del prof. De Marchi (2) è risultato che dighe sagomate con paramento a valle esattamente coincidente col profilo inferiore della vena libera (soggetta allo stesso carico fondamentale) non danno luogo a depressioni nocive per la stabilità dello sbarramento, sarebbe da presumere che tutto il profilo teorico inferiore della vena, da noi dato (fino ad una profondità di 19 H), si presti opportunamente per sagomare il paramento a valle delle dighe. La conferma di ciò dovrà risultare però da opportune esperienze.

Padova, Marzo 1930 (VIII).

ING. ETTORE SCIMEMI.

(1) Vedi nota (2) a pag. 293, seconda colonna.
(2) Capoverso *a*) delle *Conclusioni* della citata memoria.

ING. PROF. MARIO MEDICI
DEL R. POLITECNICO DI NAPOLI

Intorno al sollevamento meccanico delle acque negli impianti irrigui

Con lo sviluppo via via crescente che hanno assunto in questi ultimi anni, nel nostro Paese, gli impianti irrigui e coll'accresciuta importanza che ne è derivata alla piccola e alla media irrigazione — a fianco della grande irrigazione, la quale, in ispecie se a deflusso naturale, è peculiare delle zone relativamente molto ricche di acque ed in posizione topo ed idrografica tali da avere favorevoli la disposizione e la natura geologica delle terre ed una relativa facilità pei mezzi di comunicazione fluviali e terrestri — è assurto a grande importanza tecnica lo studio del problema del sollevamento delle acque con mezzi meccanici perfezionati.

L'acqua necessaria per l'irrigazione va provveduta in maniera molto diversa a seconda delle condizioni e delle possibilità inerenti a ciascuna località, mediante l'utilizzazione delle acque superficiali — derivate da fiumi, laghi, torrenti o canali esistenti nella zona — ovvero mediante la creazione di serbatoi o laghi artificiali di adeguata grandezza, in ispecie ove il funzionamento di queste opere possa mettersi in stretta relazione con quello di altre opere a scopo industriale (impianti idroelettrici, sistemazioni fluviali, ecc.) od infine utilizzando, in assenza di acque superficiali o sorgive, le acque sotterranee freatiche od artesiane, a seconda delle zone.

Quest'ultimo sistema, che per molte località rappresenta l'unica possibilità a disposizione, pur non potendo palesemente competere per importanza cogli altri due sistemi di irrigazione sopra accennati presenta il beneficio dell'immediata pertinenza locale ed è quello che, in particolare, ha il maggior campo di applicazione nelle zone del Sud-Italia. Per il sistema indicato interviene, invariabilmente, la creazione di un impianto meccanico di sollevamento delle acque a mezzo di una o più pompe idrauliche, a seconda dell'importanza dell'impianto irriguo.

L'adozione di impianti meccanici di sollevamento delle acque a scopo irriguo si prospetta spesso come vantaggioso, agli effetti economici, anche cogli altri sistemi specificati e cioè qualora un prolungamento eccessivo delle opere di presa e di derivazione o l'interferenza dei canali adduttori con altre utilizzazioni industriali fa si che le zone da irrigare possano sensibilmente avvantaggiarsi dall'elevazione meccanica parziale o totale delle acque di irrigazione, ovvero in quelle località ove la natura del terreno (zone relativamente elevate) esige tassativamente le creazione di adeguati impianti idrovori.

Il sollevamento meccanico delle acque si impone, altresì, in molte circostanze per il risollevamento di porzioni più o meno grandi delle acque di irrigazione lungo il percorso di queste nei canali e, di norma, negli *impianti di irrigazione a pioggia* per comunicare all'acqua la prevalenza occorrente per vincere le perdite di carico nelle tubazioni ed effluire dagli ugelli irrigatori colla necessaria velocità, nonchè negli *impianti di irrigazione in bonifica* per l'emungimento delle acque dei canali di scolo e per il risollevamento e la distribuzione delle stesse, a scopo irriguo, in località opportune della zona bonificata.

Dei mezzi meccanici idrovori perfezionati, di cui attualmente dispone la tecnica, il più vantaggioso, sotto quasi tutti gli aspetti, è rappresentato dalla *pompa centrifuga*. Questa categoria di pompe idrauliche ha subito un'evoluzione e dei miglioramenti notevolissimi nel corso dell'ultimo ventennio e ciò sia nei riguardi tecnico-costruttivi della macchina, il che è in relazione ai valori del coefficiente di rendimento con essa realizzabile, che nei riguardi della possibilità di un accoppiamento diretto coi diversi tipi di motori primi ed in particolare coi motori elettrici a corrente alternata.

Solo nei casi isolati, allo stato attuale della tecnica specifica, può ritenersi consigliabile l'adozione di pompe alternative o rotative, ad esempio negli impianti irrigui con motori a vento (1), mentre l'impiego di impianti di sollevamento delle acque a mezzo d'aria compressa, come installazioni di carattere permanente, non sembra molto favorevole, sia a causa del rendimento molto basso, che le caratterizza, che in relazione ad altri inconvenienti.

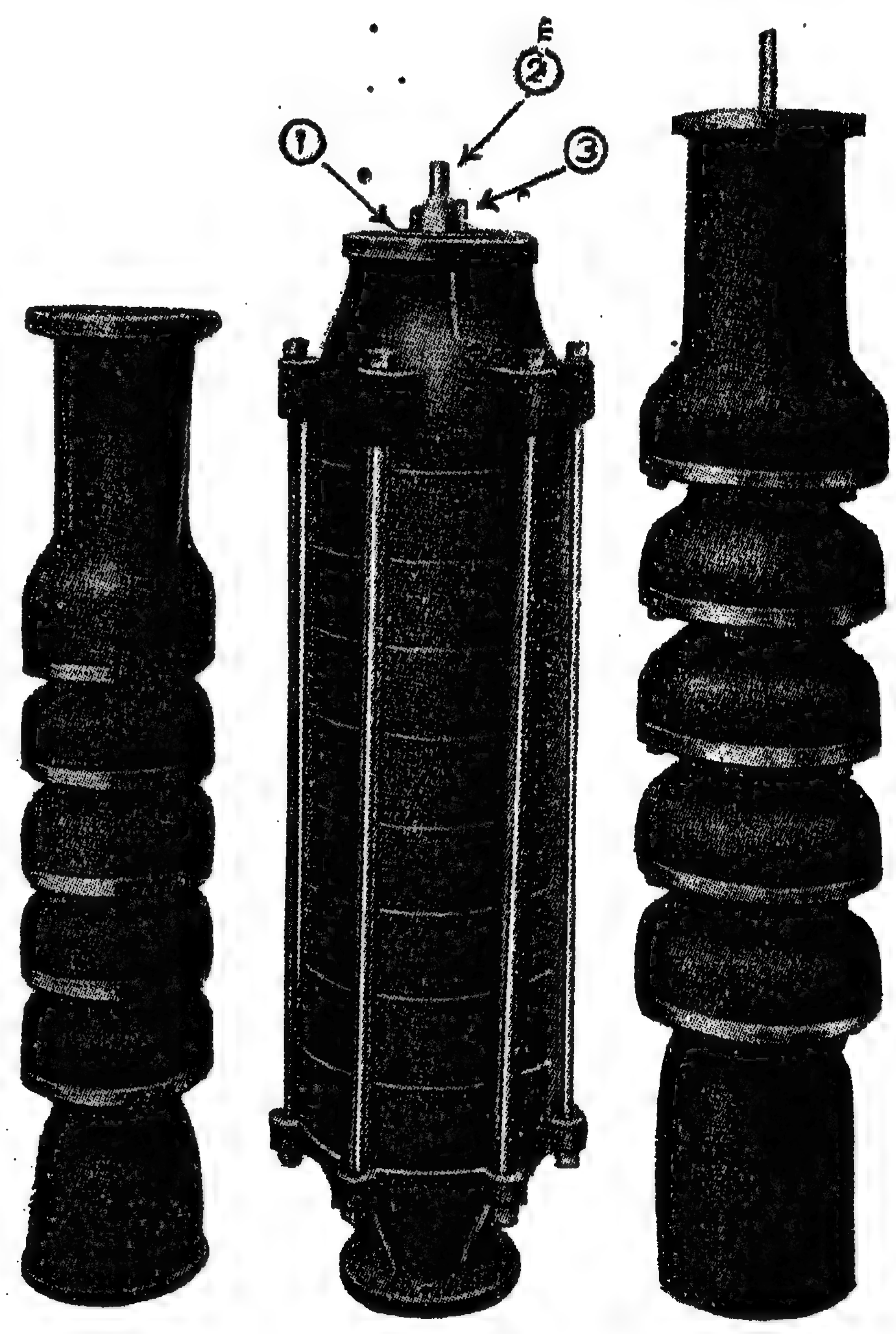


Fig. 1.

La pompa centrifuga per l'assenza di organi dotati di moto alternativo, la mancanza di valvole sul corpo della pompa, la semplicità di costruzione, il costo moderato, la marcia silenziosa, il limitato spazio d'ingombro, le opere di fondazione od ancoraggio molto modeste che richiede, la sicurezza del funzionamento, rappresenta un meccanismo praticamente soddisfacente pel sollevamento meccanico delle acque, anche se queste non sono perfettamente limpide.

La creazione di pompe centrifughe ad asse verticale e di dimensioni trasversali estremamente ridotte (figg. 1 e 14) ha poi

(1) In diverse località del Sud-Italia si sono adottati, con successo, negli ultimi anni degli impiantini irrigui con pompe alternative azionate, pel tramite di un ingegnoso dispositivo atto a variare la corsa nel rapporto del quadrato della velocità del vento, da un motore a vento con elica a passo variabile ideato e perfezionato recentemente dall'ing. Luigi D'Amelio della R. Scuola d'Ingegneria di Napoli.

brillantemente eliminate molte delle difficoltà inerenti al problema del sollevamento delle acque da pozzi relativamente molto profondi, limitando il diametro dei pozzi allo stretto indispensabile per l'introduzione dello chassis metallico contenente il gruppo elettropompa ed apparecchi accessori, o più comunemente, la sola pompa centrifuga e le tubazioni, a seconda delle profondità e dei rapporti peculiari dell'installazione e, comunque, evitando la creazione di apposite, costose camere laterali in muratura, come si richiedeva coll'adozione delle pompe a stantuffo.

D'altro canto la possibilità che sussiste per molte pompe centrifughe moderne da pozzo, di funzionare perfettamente anche se completamente immerse, esclude o per lo meno riduce di molto la più grave delle complicazioni derivanti da eventuali ingenti variazioni del pelo dell'acqua nei pozzi stessi. In quanto alle eccezioni che da qualche parte sono state sollevate contro le pompe centrifughe ad asse verticale per pozzi molto profondi — in relazione ai casi di frattura abbastanza frequenti, che si sono verificati per le lunghe linee d'alberi, che queste pompe comportano (figg. 16 e 18) allorchè l'elettromotore viene installato in cima al pozzo — è convinzione dello scrivente che, in molti casi, le fratture ricordate potrebbero evitarsi se si affermasse sempre uno studio approfondito ed una determinazione accurata degli effettivi valori delle velocità critiche (1) che intervengono per le linee d'alberi in quistione.

Il limite nella convenienza economica per gli impianti irrigui con sollevamento meccanico delle acque circoscrive, notoriamente, l'impiego pratico delle pompe per irrigazione al campo delle medie e piccole prevalenze. Ora è precisamente, nel campo di applicazione, per valori relativamente elevati del rapporto $\frac{Q}{H} = \frac{\text{portata}}{\text{prevalenza}}$ (H fino a 50 m in generale), che la pompa centrifuga affetta un'indiscussa superiorità su tutti gli altri tipi di pompe idrauliche esistenti.

Mentre per quanto si riferisce alla disamina dei diversi sistemi di irrigazione ed alla tecnica generale dell'irrigazione ed in particolare dell'elettroirrigazione la nostra letteratura tecnica si è arricchita nello scorso anno di pregevoli monografie e di studi di un certo interesse, pubblicati in parte sotto l'auspicio dell'Associazione Elettrotecnica Italiana (Riunione di Pescara del Settembre 1929), nessun lavoro, per quanto è a nostra conoscenza, ha approfondito lo studio del macchinario idrovoro nei riguardi dei problemi tecnici, che si presentano nel campo specifico dell'irrigazione. Ciò è quanto ci si lusinga di effettuare colla presente nota, che ci auguriamo possa riuscire di qualche interesse, nonchè di immediata utilità per gli ingegneri chiamati ad occuparsi di installazioni irrigue con sollevamento meccanico delle acque.

Per quanto abbiamo avuto agio di constatare in occasione di qualche consulenza effettuata negli scorsi anni in materia di impianti irrigui e di sollevamento meccanico delle acque in genere, siamo purtroppo indotti a dover ritenere che, malgrado le pompe centrifughe contino ormai un periodo di vita piuttosto lungo e tutt'altro che limitate ne siano le loro attuali applicazioni industriali, ancora scarsa ne sia, viceversa, la loro esatta conoscenza, anche per quanto si riferisce soltanto al comportamento delle stesse in esercizio. Ciò ad onta del fatto che lo studio delle pompe centrifughe, sia dal punto di vista teorico che da quello sperimentale, sia stato notevolmente approfondito nella letteratura tecnica dell'ultimo decennio e abbia formato l'oggetto di non poche modeste monografie (2) anche da parte dello stesso scrivente.

Il comportamento delle pompe centrifughe è notevolmente più complicato di quello delle pompe alternative, in particolare allorchè esse funzionano direttamente accoppiate con degli elettromotori trifasi. Analogamente a quanto avviene per tutte le turbomacchine centrifughe, il loro comportamento risulta definito, con una certa approssimazione, da alcune leggi caratteristiche; essenziale, tra queste, la *legge di affinità o similitudine*.

Da queste leggi, come andremo richiamando in ciò che segue, scaturiscono i dettami fondamentali che si debbono tenere invariabilmente presenti, nei limiti della loro validità, sia per l'ideazione e la costruzione che per la regolazione, il collegamento ed il funzionamento in generale delle pompe centrifughe.

***

È ormai ben nota la circostanza che le pompe centrifughe sono suscettibili di venire impiegate in esercizio entro limiti relativamente ampi pei valori dei tre parametri che ne caratterizzano il funzionamento, i quali sono rispettivamente:

a) il numero di giri n di rotazione al minuto primo;

b) la portata utile Q da sollevare, espressa in metri cubi al secondo;

c) la prevalenza monometrica H_m sviluppata dalla pompa, espressa in metri di colonna d'acqua. L'indicata prevalenza non è altro che la differenza tra i valori della prevalenza (altezza della colonna d'acqua) alla bocca di mandata ed alla bocca di aspirazione della pompa, prendendo in conto, beninteso, le differenze di livello eventualmente presenti tra le quote delle menzionate bocche e quella dell'asse di riferimento, nonchè le differenze tra le prevalenze corrispondenti alle velocità dell'acqua nei punti di misura.

È utile rammentare che la prevalenza manometrica non ha relazione diretta coll'altezza o prevalenza topografica da vincere colla pompa in un certo impianto di sollevamento delle acque, in quanto per la sua determinazione si fa completamente astrazione dalla natura, dalla lunghezza e dal comportamento delle tubazioni. Il valore della prevalenza manometrica è fattore predominante per la determinazione del coefficiente di rendimento e del comportamento esclusivo di una determinata pompa centrifuga in relazione alla portata che questa eroga.

Il dislivello in metri tra il pelo dell'acqua nel serbatoio, pozzo o canale da cui la pompa aspira il liquido (livello d'attingimento) e quello nel serbatoio di mandata o di arrivo dell'acqua (livello di scarico) si chiama *prevalenza topografica o geodetica*, e si designa col simbolo H_g.

Perchè si abbia erogazione e quindi sollevamento d'acqua occorre, palesemente, che il valore istantaneo della prevalenza sviluppata dalla centrifuga (prevalenza manometrica H_m) risulti uguale o superiore al valore momentaneo della prevalenza resistente dell'impianto, la quale è la somma della H_g e dell'altezza h_s corrispondente alla somma delle resistenze al moto che l'acqua incontra lungo le tubazioni.

Al variare dei valori dei tre parametri caratteristici n, Q ed H_m per una determinata pompa centrifuga, varia il valore del coefficiente di rendimento della macchina nel senso che, per ciascun valore del numero dei giri di rotazione della pompa, esiste una coppia di valori per la portata Q e per la prevalenza H_m, in corrispondenza della quale viene realizzato un massimo pel valore del coefficiente di rendimento della pompa.

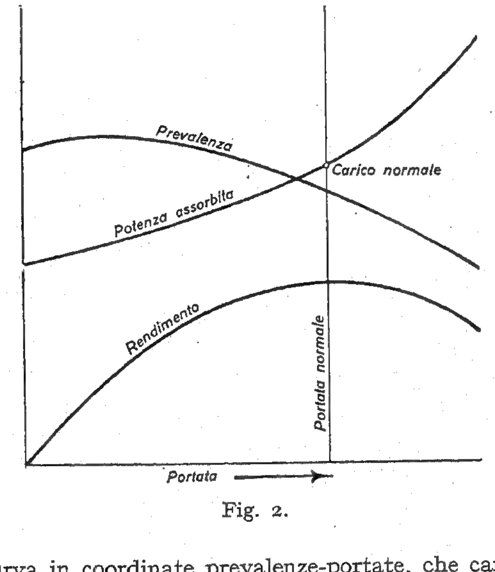


Fig. 2.

La curva in coordinate prevalenze-portate, che caratterizza il comportamento di una determinata pompa centrifuga per un numero costante di giri di rotazione (n = cost.) è una curva quasi parabolica (fig. 2). L'assieme delle curve caratteristiche corrispondenti a diversi valori del numero dei giri di rotazione

(1) Sull'argomento sono, parte in corso di stampa e parte in via di ultimazione, alcuni studi originali dell'insigne Prof. Brunelli in collaborazione con lo scrivente, che riteniamo di dover segnalare in anticipo per l'importanza notevole che ad essi compete nei riguardi specificati.

(2) Tra le più recenti monografie dell'A. confronta:

« Discussion upon the theory for the centrifugal pump ». *Proceedings of the Amer. Soc. of Civil Eng.* 1928. Aprile, pag. 1177 a 1189.

« Schaltung mehrerer Kreiselpumpen und günstigsten Verteilung der Gesamtförderverhältnisse unter dieselben im Betriebe ». *Fördertechnik und Frachtverkehr*, 12 ottobre 1928.

« Problemi tecnici inerenti alle pompe centrifughe per gli impianti termo ed idroelettrici attuali ». *L'Energia Elettrica*, maggio 1929.

« Der Einfluss der endlichen schaufelzahl und der Schaufelwinkel auf die theoretische Leistung der Kreiselräder ». *Werft Reederei Hafen*, 22-2-1930.

entro un limite massimo imposto dalle caratteristiche di resistenza dell'albero e della rotante ed un limite minimo, che deriva dalle condizioni di adescamento della pompa, costituisce ciò che si designa nell'idrotecnica col nome di *diagramma generale del funzionamento* della centrifuga, il quale, nello studio delle pompe di serie si usa completare col tracciamento delle *curve di isorendimento* che sono i luoghi dei punti di funzionamento della pompa pei quali il coefficiente di rendimento ha ugual valore (fig. 3).

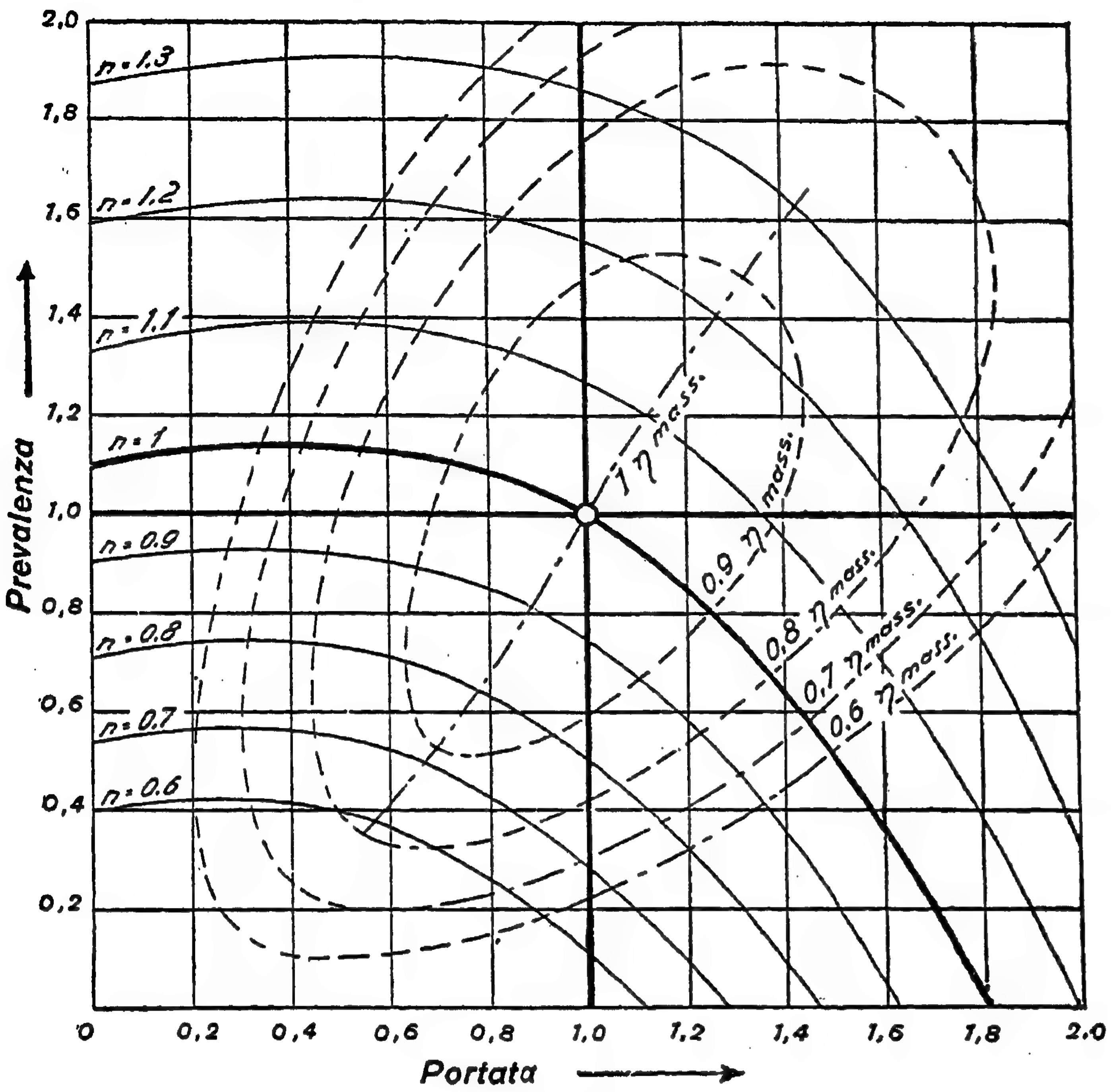


Fig. 3.

La serie completa delle curve caratteristiche, che formano il *diagramma generale del funzionamento* di un determinato tipo di pompa centrifuga di serie, consente di individuare rapidamente il comportamento della macchina in qualsiasi condizione di lavoro ed, in particolare, per qualsiasi scarto di frequenza della corrente alternata; scarti, i quali sono di occorrenza abbastanza frequente nel caso dell'elettroirrigazione. I menzionati scarti di frequenza, influendo sul valore del numero dei giri di rotazione della pompa, possono implicare delle variazioni, a volte anche piuttosto sensibili, pei valori della portata e della prevalenza manometrica dell'elettropompa in servizio. I motori che comandano pompe centrifughe suscettibili di funzionare in corrispondenza a terne di valori abbastanza diverse per il numero dei giri, la prevalenza manometrica e la portata di erogazione, abbisognano, evidentemente, di venire proporzionati ad un adeguato sovraccarico rispetto alla potenza richiesta dalla pompa in corrispondenza al numero dei giri normale.

Nel caso delle elettropompe centrifughe la scelta del numero dei giri è limitato ad un certo numero di valori ben definiti, giacchè n è legato alla frequenza f della corrente alternata (periodi al minuto secondo) dalle relazioni seguenti:

$$\left.\begin{aligned} n &= \frac{60 f}{p} \\ s &= \frac{60 f}{p\,(p+1)} \end{aligned}\right\} \quad (1)$$

ove p denota il numero delle coppie polari dell'elettromotore ed s lo scarto tra due valori contigui del numero dei giri.

Il menzionato scarto tra due valori contigui del numero dei giri diviene, palesemente, via via maggiore col diminuire del numero delle coppie polari dell'elettromotore, onde i successivi valori possibili per n risultano man mano maggiormente distanziati tra di loro. Ad esempio con una frequenza di 50 periodi, a motori con

10 - 8 - 6 - 4 - e 2 poli

corrispondono rispettivamente i seguenti valori pel numero dei giri:

600 - 750 - 1000 - 1500 - 3000

mentre con una frequenza di 46 periodi, si hanno rispettivamente i seguenti valori per n:

550 - 690 - 920 - 1380 - 2760

I valori del numero di giri, definiti dalle relazioni (1) sono da minorarsi per valori dell'ordine dell'1 % al 3 % per effetto del fenomeno dello slip o schlupf nei motori asincroni.

Nel caso del comando a mezzo di altri motori primi o di un comando indiretto sussiste maggiore libertà di scelta pel numero dei giri di rotazione della pompa centrifuga. Questo, una volta determinato il valore approssimativo della velocità periferica esterna della rotante della pompa colla formula:

$$u_2 = \sqrt{\frac{2\,g\,H_m}{\tau}} \qquad (2)$$

ove τ è un coefficiente che oscilla pei diversi tipi di pompe tra 0,6 ed 1,1, dovrebbe scaturire come è stato indicato da noi in altro studio (1), in base alla relazione:

$$n = \frac{60\,u_2}{\pi\,D_b} \qquad (3)$$

in funzione del valore D_b del *diametro base* che è quel particolare valore del diametro esterno della (o delle giranti) della pompa centrifuga, che corrisponde ad una adeguata limitazione del valore delle perdite supplementari della pompa.

Per le condizioni attuali dell'industria può asserirsi che più degli 8/10 delle pompe centrifughe esistenti vengono azionate da elettromotori e di questi circa il 95 % sono a corrente alternata. Questo genere di corrente non consente l'estesa variabilità della velocità di rotazione che, con riferimento a diagrammi del tipo di quello riportato nella fig. 3, permetterebbe di passare anche a rapporti di 1 a 2 col numero dei giri di rotazione, se si ricorresse semplicemente all'impiego di motori a collettore, il cui costo è proporzionalmente molto elevato e la cui adozione è perciò da riservarsi, nella pratica, a casi speciali.

Col comando diretto, a mezzo di motori asincroni ordinari, non si possono, adunque, utilizzare praticamente che poche curve, per ciascuno dei diagrammi del tipo illustrato nella fig. 3. Ciò costituisce un notevole svantaggio dal punto di vista della creazione delle pompe di serie in quanto un tipo di elettropompa di serie deve ricoprire l'intero campo d'applicazione facendo ricorso soltanto a 3 o 4 valori al massimo della velocità di rotazione e talvolta, pei motivi di economia da noi illustrati in altro studio (1), soltanto a due valori per il numero dei giri di rotazione ($n = 1500$ e 3000 per 50 ∿; $n = 1380$-2760 per 46 ∿). L'escussa circostanza obbliga i costruttori di elettropompe di serie a creare, dei tipi suppementari di pompe, in parte facendo ricorso alla *legge di similitudine o di affinità*, che si passa ad illustrare, ed in parte conformandosi alla legge costruttiva detta *d'accorciamento delle palettature*.

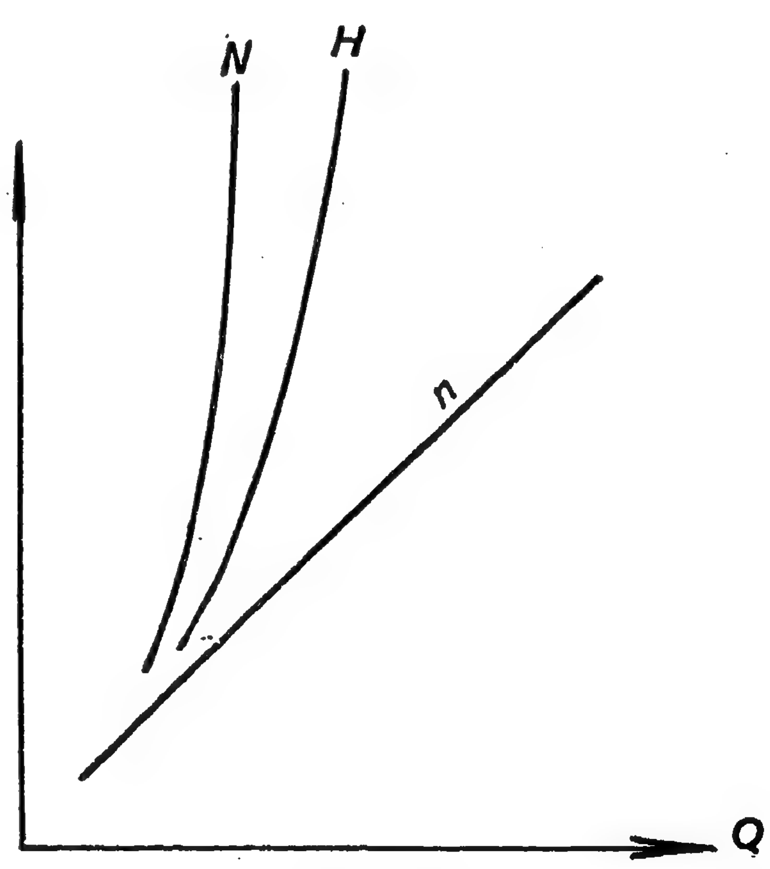


Fig. 4.

A differenza della pompa a stantuffo, che ha la singolare proprietà che la portata di erogazione è per essa proporzionale al numero dei giri di rotazione, indipendentemente da quale che sia la prevalenza contro cui lavora la pompa, quella centrifuga ha un comportamento molto più complesso nei riguardi in esame.

(1) Confronta dell'A. « Pompe Centrifughe ». Volume in 16° della Biblioteca tecnica Hoepli. Milano 1927. Cap. XII.

Con le pompe centrifughe la portata risulta proporzionale al numero dei giri di rotazione solo se la prevalenza varia contemporaneamente e, precisamente, se questa varia nel rapporto del quadrato del numero dei giri.

Per le pompe centrifughe sussiste, cioè, approssimativamente una legge, che è invalso designare col nome di *legge di similitudine o di affinità*, la quale si compendia nelle seguenti relazioni:

$$\left.\begin{aligned} H &= f_1\, n^2 \\ Q &= f_2\, n \\ N &= f_3\, n^3 \end{aligned}\right\} \quad (4)$$

e può rappresentarsi con un diagramma del tipo illustrato nella fig. 4, in funzione dei valori della portata di erogazione della pompa centrifuga.

La legge menzionata si esprime dicendo: « Per uguali condizioni d'urto la prevalenza e la portata di una pompa centrifuga variano all'incirca secondo una parabola, che ha il vertice

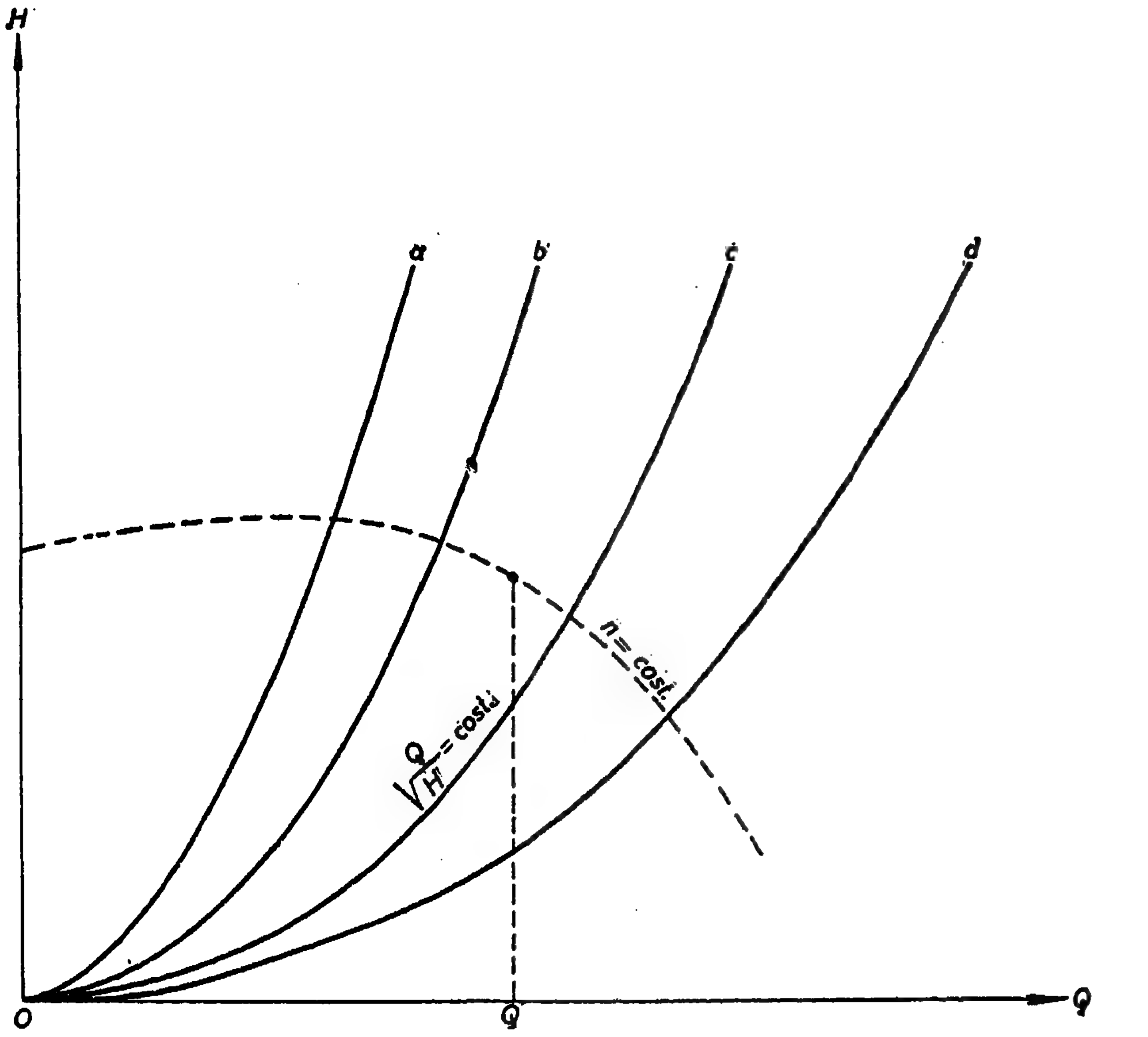


Fig. 5.

nell'origine delle coordinate O e che si ottiene sezionando la superficie caratteristica che raffigura il comportamento generale della pompa con un piano passante per l'asse delle prevalenze (parabole Oa, Ob, Oc.... nella fig. 5) ».

Per ciascuna delle parabole specificate risulta costante quella quantità che si designa col nome di *grado di riempimento* della pompa e che non è altro che il rapporto tra la portata di erogazione Q e la portata normale Q_n della pompa centrifuga in esame. Le indicate parabole si designano anche col nome di *parabole di apertura equivalente* giacchè corrispondono ai gradi di apertura della luce di una valvola a saracinesca equivalente al complesso delle resistenze idrauliche della tubazione.

L'*apertura equivalente* attraverso cui sversa la pompa centrifuga funge, pertanto, da misura per la capacità di conduzione della rete di tubazioni e, dipendentemente, per la grandezza della pompa. Per ciascuna parabola di apertura equivalente è evidentemente costante il valore del rapporto $\frac{Q}{\sqrt{H}}$.

Le condizioni di funzionamento o punti di lavoro della pompa centrifuga in corrispondenza di valori diversi per il numero dei giri di rotazione n, dovrebbero spostarsi, in base alla considerazione indicata, lungo una delle dette parabole, le quali sarebbero *teoricamente* delle *curve di ugual rendimento*. Come già si è indicato in ciò che precede le curve di isorendimento (fig. 3) sono in effetti delle curve ellissiformi e ciò è da riportare precisamente agli scarti del comportamento effettivo della pompa da quello ideale definito dall'escussa *legge di similitudine*.

Come conseguenza diretta della deviazione ora menzionata la curva caratteristica della pompa centrifuga, corrispondente ad un altro valore del numero dei giri di rotazione, non risulta semplicemente spostata superiormente ed inferiormente a seconda dei casi, rispetto alla curva caratteristica normale (quella indicata con $n_1 =$ cost. nella fig. 10) lungo la parabola Oa, che passa pel vertice V_1 di detta curva, per una quantità tale che al nuovo vertice V_2 venga a corrispondere un'ascissa di valore:

$$Q_2 = Q_1 \frac{n_2}{n_1} \qquad (5)$$

quale si lascerebbe dedurre in base ad un'applicazione grafica molto semplice della *legge di similitudine*, chiamata dal prof. Pfleiderer *legge di congruenza* delle curve caratteristiche.

Nel diagramma caratteristico effettivo delle pompe centrifughe si nota, viceversa, sempre uno spostamento, man mano maggiore, a destra della parabola Oa per la posizione dei vertici V delle successive curve caratteristiche, al progressivo aumentare delle Q, ciò che addita alla limitazione che sussiste praticamente (nei limiti di variazione dell'ordine del 3 % pel numero dei giri) per la validità della *legge di congruenza* testè indicata.

Praticamente l'applicazione delle leggi di similitudine e di congruenza costituisce una grande risorsa in sede di prova, data la difficoltà che spesso sussiste, all'atto pratico, di mantenere rigorosamente costante la velocità di rotazione della pompa centrifuga durante tutta la durata della prova. Essa consente, infatti, di riportare i punti di funzionamento, relativi ai valori rilevati sperimentalmente, alle condizioni di funzionamento corrispondenti al valore della velocità di rotazione nominale.

In merito alla legge di congruenza s'incontra palese difficoltà in pratica ad applicarla allorchè ci si trova in presenza di curve caratteristiche del tipo pianeggiante o discendente, che sono quelle per cui il vertice della curva parabolica viene a capitare nel campo dei valori negativi per le portate d'erogazione, ossia a sinistra dell'asse delle prevalenze. Nei casi menzionati che sono, come si dimostrerà più oltre, i più frequenti nel campo delle pompe centrifughe d'irrigazione, razionalmente ideate, è più agevole far capo direttamente alle relazioni analitiche della legge di similitudine. Quest'ultima può mettersi anche sotto la forma seguente:

$$\frac{H}{n^2} = A - B\left(\frac{Q}{n}\right) - c\left(\frac{Q}{n}\right)^2 \qquad (6)$$

La curva che ha per equazione la relazione precedente è indipendente dal valore n della velocità di rotazione della pompa e quindi — sempre nei limiti di validità della legge di similitudine od affinità — individua tutte le condizioni di funzionamento possibili per la pompa con la stessa approssimazione colla quale esse possono dedursi col sistema delle curve caratteristiche congruenti escusso in ciò che precede.

Per conoscere il valore della portata in corrispondenza ad un punto P generico, per un certo valore n della velocità di rotazione della pompa, basta cioè moltiplicare l'ascissa relativa al punto P per n, mentre per ottenere il valore della prevalenza basta moltiplicarne l'ordinata per n^2.

Non ci sembra del tutto inutile mettere bene in rilievo, a questo punto che, per quanto comodo possa apparire nei riguardi accennati l'impiego di curve definite da relazioni della forma (6), bisogna guardarsi dall'esagerarne l'importanza nel senso che si incorrerebbe in un errore grossolano se si asserisse che il tracciamento di una curva definita dalla relazione (6) è in grado di sostituire la rappresentazione completa del comportamento di una pompa centrifuga costituita dal *diagramma generale del funzionamento* di cui la fig. 3 mostra un esempio.

Ciò per la limitazione ripetutamente ricordata, che sussiste in pratica per la validità d'applicazione della legge di similitudine alle pompe centrifughe, in dipendenza della quale circostanza le *curve d'isorendimento* sono in effetto delle curve ellittiche, in luogo di essere delle curve paraboliche (parabole di apertura equivalente), come lascerebbe presupporre la legge di affinità. Questo è anzi il motivo per cui la ingegnosa rappresentazione caratteristica del comportamento delle turbomacchine centrifughe simili proposta dal prof. Rateau in base all'adozione delle due cifre adimensionali:

$$\left.\begin{aligned} \mu &= g\,\frac{H}{u^2} \\ \delta &= \frac{Q}{D^2 \cdot u_2} \end{aligned}\right\} \quad (7)$$

dal Rateau denominate rispettivamente *pouvoir manométrique* e *pouvoir debitant* non ha incontrato favore tra i tecnici degli altri paesi.

L'impiego delle curve in coordinate prevalenze-portate è inoltre, come si passa ad illustrare, indispensabile per individuare le condizioni di funzionamento di una pompa centrifuga in relazione ad una determinata tubazione o rete di tubazioni.

La condizione di funzionamento momentanea di una pompa centrifuga ruotante ad un certo numero di giri n al minuto primo e per la quale sia realizzata in corrispondenza dell'indicato valore per n una certa curva caratteristica in coordinate prevalenze-portate (fig. 9) AVB, risulta definita dal punto P di intersezione di quest'ultima con la *curva caratteristica delle*

altezze resistenti. P rappresenta la condizione di regime a quel numero di giri della pompa, in quanto, per la condizione specificata, la prevalenza sviluppata dalla pompa uguaglia precisamente il valore resistente o prevalenza assorbita dalla rete su cui la centrifuga lavora.

Se la retta orizzontale a distanza H_g dall'asse delle portate indica sul diagramma il valore momentaneo della prevalenza topografica dell'installazione, mentre le ordinate della curva h_s, a partire dall'orizzontale ora indicata, rappresentano il complesso delle resistenze idrauliche che si oppongono al moto dell'acqua lungo le tubazioni di aspirazione e mandata in funzione dei valori della portata Q di erogazione della pompa, le ordinate-somma dei valori di H_g ed h_s individuano la curva delle altezze resistenti che la pompa deve vincere.

È evidente che la pompa, oltre che in corrispondenza del punto P, può funzionare al prescritto numero di giri di rotazione soltanto per punti a sinistra di P sulla curva caratteristica. P rappresenta adunque la condizione limite per la portata d'acqua erogabile dalla centrifuga nelle condizioni specificate: se, per inerzia, la portata di erogazione venisse a sorpassare il valore relativo a P, il fatto stesso che la H_m risulterebbe in corrispondenza alla maggiore Q, inferiore a quella assorbita dalla rete, ricondurrebbe immediatamente la Q al valore limite individuato dalla condizione P.

Ciascuna tubazione ha una sua curva caratteristica h_s la quale è assolutamente indipendente dal tipo della centrifuga e dalla curva caratteristica prevalenze-portate di quest'ultima, essendo caratterizzata esclusivamente dai valori dei parametri idraulici, che individuano la tubazione. Come è stato da noi già indicato in un'altra sede (4) la prevalenza resistente h_s si compone di due parti, delle quali una cresce all'incirca col quadrato della portata e l'altra colla potenza 1,5 della portata, onde la curva delle h_s non è una curva parabolica P bensì una curva c, le cui ordinate sono somma di quelle di una parabola quadratica I e di una parabola semicubica II (fig. 6).

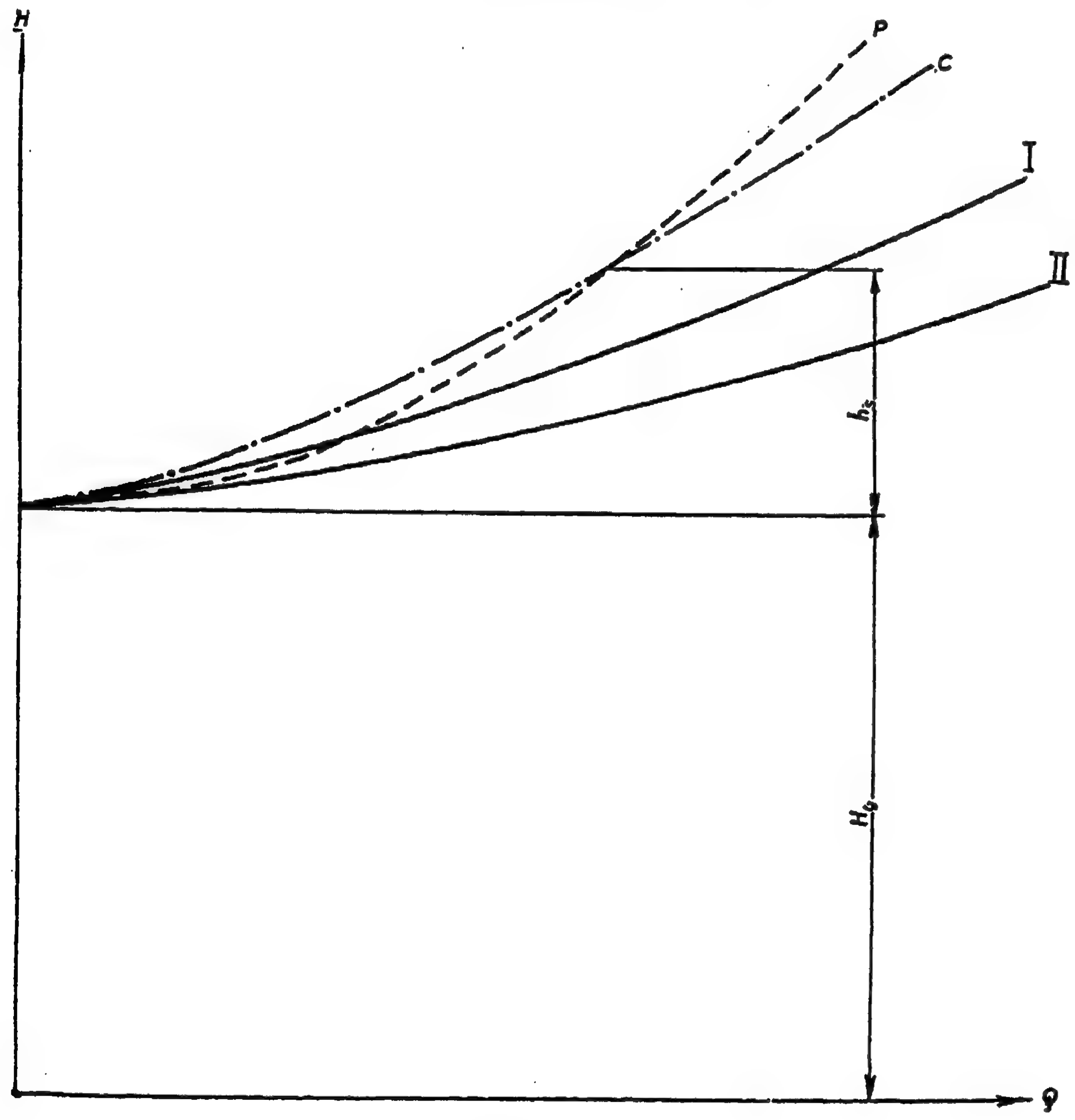


Fig. 6.

Nel caso delle tubazioni diramate, che si presenta di frequente nel campo degli impianti irrigui, è opportuno procedere nella maniera che si passa ad illustrare. Si considera a scopo di esemplificazione, il caso della rete raffigurata nella fig. 7, ad una sola biforcazione in corrispondenza ad una quota topografica di h_1 metri sul pelo dell'acqua nel pozzo o canale d'aspirazione. Lo sbocco della diramazione A avvenga ad una quota topografica di h_a metri sul livello del pozzo d'aspirazione, mentre la diramazione B sversi liberamente ad una quota topografica di h_b metri sul livello dell'acqua nel pozzo o canale di aspirazione.

Per il tratto delle tubazioni anteriore al punto P di biforcazione la curva delle prevalenze resistenti è rappresentata sul diagramma della fig. 8 dalla curva h_{s1}, la quale taglia sull'asse delle prevalenze un segmento uguale alla prevalenza topografica h_1.

Per le due tubazioni diramate A e B, considerate come altrettante tubazioni indipendenti, si possono tracciare le due curve h_{sa} ed h_{sb} sul diagramma caratteristico, in maniera analoga a quanto si è effettuato pel tratto comune colla h_{s1}. La h_{sa} taglia sull'asse delle prevalenze un segmento pari ad h_a-h_1, mentre la h_{sb} taglia sullo stesso asse un segmento uguale ad h_b-h_1.

I due segmenti h_a-h_1 ed h_b-h_1 rappresentano i valori delle prevalenze topografiche relative alle due diramazioni.

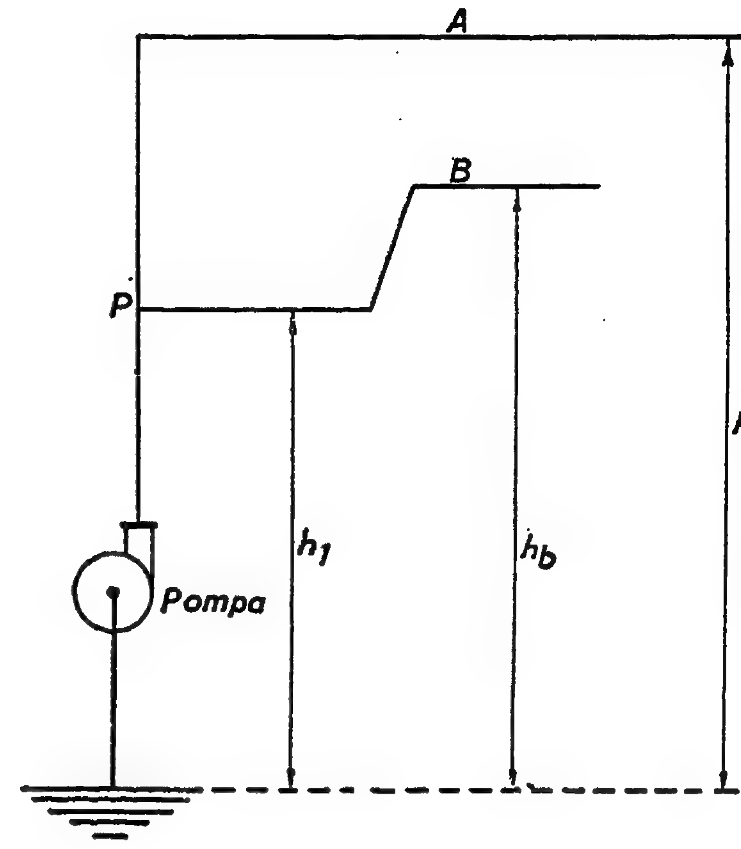


Fig. 7.

È evidente che non avviene deflusso d'acqua nella diramazione A fintantochè la prevalenza al punto di biforcazione non supera l'altezza h_a-h_1. La prevalenza resistente per le due tubazioni derivate si confonde, perciò, nel primo tratto colla h_{sb} e ciò fino al punto C, in corrispondenza al quale sul diagramma viene raggiunto appunto il valore h_a-h_1 per la prevalenza resistente. A partire dalla condizione caratterizzata dal punto C, l'acqua defluisce in entrambe le tubazioni derivate. La ripartizione delle portate nelle due tubazioni A e B si ottiene molto semplicemente in base alla considerazione che una retta orizzontale generica o-o taglia le curve h_{sa} ed h_{sb} in punti pei quali è uguale la prevalenza resistente.

Con riferimento alla fig. 8 la Q_a indica la quantità di acqua che defluisce, nella condizione generica considerata, lungo la tubazione A e Q_b quella che defluisce lungo la tubazione B. Le portate specificate Q_a e Q_b sussistono, beninteso, per le due diramazioni A e B solo qualora le prevalenze resistenti siano quelle caratterizzate dalle curve h_{sa} ed h_{sb} (1).

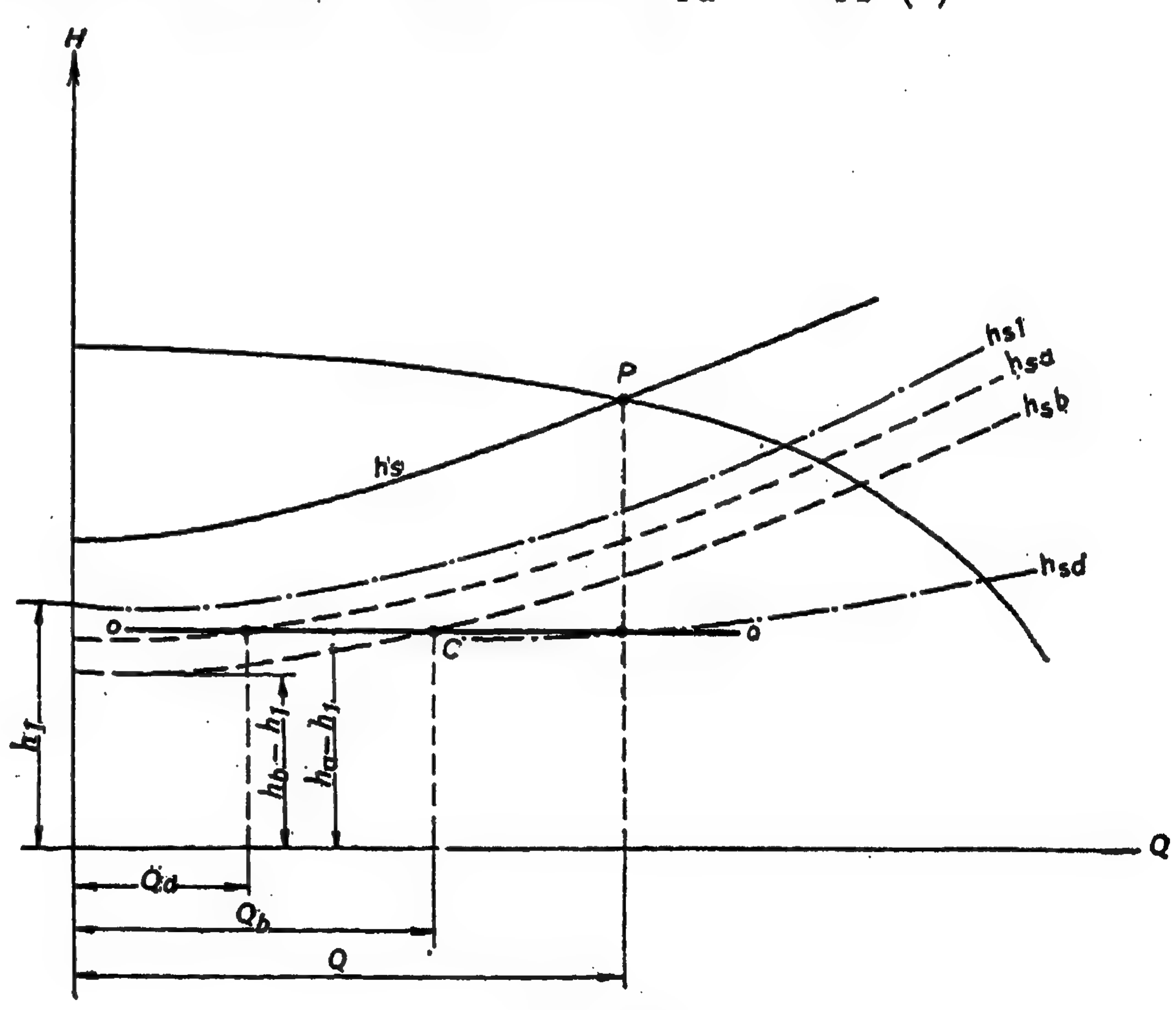


Fig. 8.

Con una semplice operazione grafica, in base al concetto esposto, si può effettuare molto semplicemente il tracciato della curva h_{sd} della prevalenza resistente delle tubazioni A e B diramantesi in parallelo.

La curva caratteristica h_s della prevalenza resistente globale della rete di tubazioni raffigurata nella fig. 7, essendo il resto delle tubazioni in serie colle due diramazioni A e B, sarà pale-

(1) All'atto pratico, una chiusura parziale od un semplice strozzamento di qualche valvola interposta, variando gli indicati rapporti, consente di ottenere delle distribuzioni differenti per la portata nelle due tubazioni diramate A e B.

semente la curva risultante delle ordinate della h_{sd} e della h_{s1}.

La regolazione delle pompe centrifughe può effettuarsi in diversi modi. Nei casi nei quali si vuol conservare la prevalenza costante al variare dei valori della portata, la forma di regolazione più semplice e nel contempo più economica consiste nel variare adeguatamente, ove ciò sia consentito per la natura

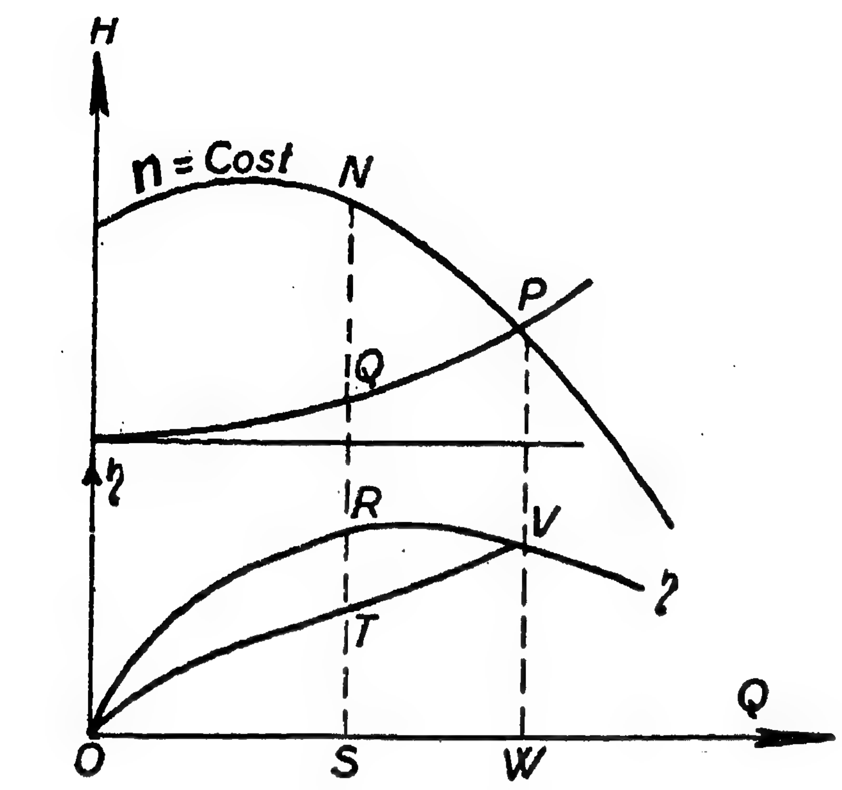


Fig. 9.

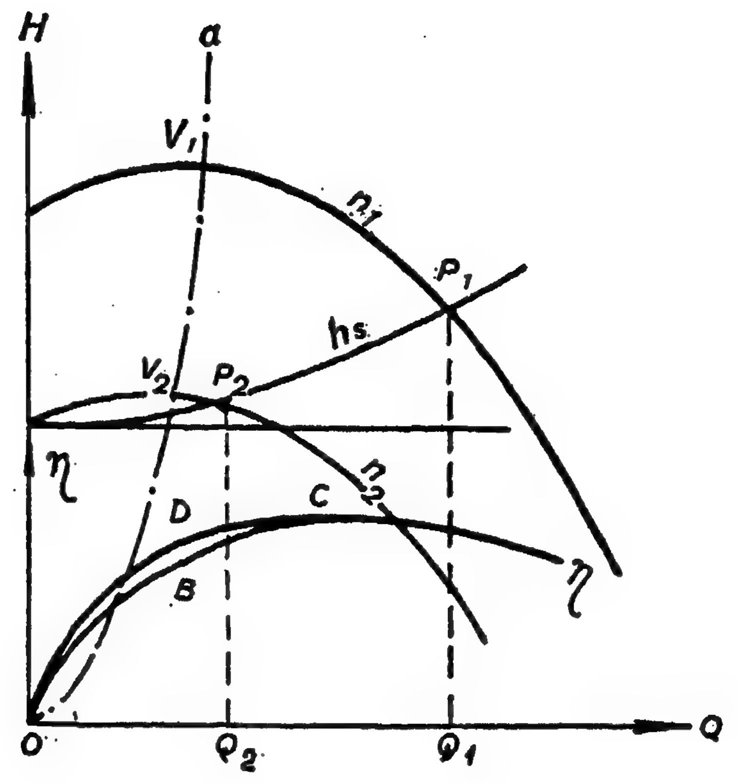


Fig. 10.

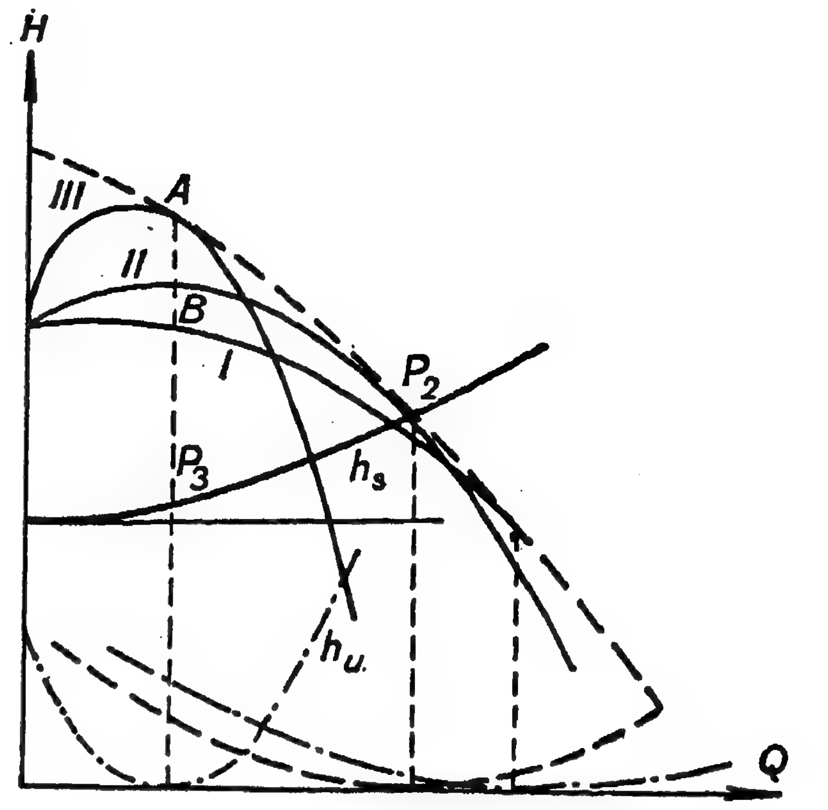


Fig. 11.

del comando della pompa, il numero dei giri di rotazione della centrifuga.

La variazione che ne consegue per la portata di erogazione della centrifuga è, col sistema menzionato, abbastanza notevole, in quanto trattasi di variazioni di un ordine di grandezza che oscilla dal 3 al 10 % (a seconda del tipo delle curve caratteristiche prevalenze-portate della pompa) per ogni percento di variazione del numero dei giri.

Allorchè per la natura del comando impiegato (elettromotori a c. a. accoppiati direttamente, i quali non consentono notevoli scarti di velocità) non è possibile variare a piacimento il numero dei giri di rotazione della pompa centrifuga, non esistono che due mezzi per effettuare una regolazione della pompa e cioè, o valersi di valvole di strozzamento (saracinesca regolatrice) montate sul tubo di mandata, ovvero munire la pompa centrifuga di diffusione a palettatura registrabile od orientabile.

Le modalità di funzionamento del primo dei due sistemi di regolazione anzidetti sono messe in chiara evidenza dal diagramma raffigurato nella fig. 9. Palesemente si tratta di un sistema poco economico; ad esempio, per una condizione di funzionamento per la quale la prevalenza resistente è pari a SQ (fig. 9), la porzione NQ della prevalenza manometrica sviluppabile dalla pompa centrifuga in corrispondenza all'erogazione di una portata OS deve venire annullata con un corrispondente strozzamento della valvola di regolazione. Corrispondentemente come si appalesa dalle curve del coefficiente di rendimento, questo viene ridotto di una quantità pari al segmento RT, che si deduce immediatamente in base alla considerazione che sul diagramma della fig. 9 RS si riduce ad ST nel rapporto: $SQ : SN$. La curva dei coefficienti di rendimento effettivamente intervenuti è pertanto rappresentata dalla curva OTV in luogo di quella ORV sul grafico della fig. 9.

Come si rileva, viceversa, molto chiaramente dall'esame della fig. 10, nel caso della regolazione mediante variazione del numero dei giri di rotazione della pompa, coll'applicazione grafica della *legge di congruenza* si deduce che la curva ODC dei coefficienti di rendimento intervenuti è persino più favorevole della curva OBC relativa al funzionamento della pompa senza strozzamento di sorta.

Il diagramma tracciato nella fig. 11 illustra molto chiaramente i rapporti inerenti alla regolazione della pompa centrifuga mediante i diffusori a palettatura registrabile. Come ha messo opportunamente in luce il prof. Pfleiderer in un suo recente lavoro (1), la regolazione mediante i diffusori orientabili non riduce, bensì aumenta l'area che sul diagramma caratteristico raffigura l'ammontare delle perdite dovute allo strozzamento della valvola che, anche con questo sistema, occorre invariabilmente sistemare sulla tubazione di mandata della pompa centrifuga.

L'effetto della registrabilità della palettatura del diffusore è quella di realizzare altrettante curve caratteristiche prevalenze-portate (I, II, III... nella fig. 11), ognuna di forma diversa e corrispondente ad una certa orientazione della palettatura menzionata. Il mutare d'orientazione delle pale implica, infatti, una variazione di forma per la curva h_u che indica la legge di variazione delle cosidette *perdite d'urto* sul diagramma caratteristico (1).

Come risulta dall'esame della fig. 11 per l'orientazione della palettatura del diffusore caratterizzata dalla curva caratteristica III, la perdita di prevalenza dovuta al necessario strozzamento per ridursi alla condizione di funzionamento individuata dal punto P_s sulla curva h_s delle prevalenze resistenti è pari ad AP_s invece di quella BP_s, che interverrebbe in una centrifuga con diffusore a palettatura in posizione invariabile.

Il beneficio della registrabilità delle pale del diffusore, al variare dei rapporti di erogazione della pompa centrifuga, è esclusivamente quello della sensibile riduzione che si verifica pei valori della potenza assorbita dalla pompa in corrispondenza ai carichi ridotti. Non ha quindi alcuna relazione colle perdite dovute alla regolazione della prevalenza, qualora non siano consentiti per la pompa scarti sensibili della velocità di rotazione.

Ove invece la natura del motore di comando consente l'opportuna variazione del numero dei giri, l'impiego di diffusori a pale registrabili consente di realizzare una regolazione perfetta per la pompa centrifuga ossia esente da perdite di energia (2).

Per quanto riguarda l'elettroirrigazione i motori generalmente adottati sono gli elettromotori asincroni trifasi. Per questi il mezzo più semplice e più frequentemente seguito per conseguire una certa regolazione del numero dei giri — quale si impone, in base a quanto si è detto sopra, allorchè si è in presenza di un comando diretto per la centrifuga — consiste nel prevedere una certa riduzione della velocità di rotazione del motore coll'intercalare progressivamente delle resistenze nel circuito del rotore. Nei riguardi dell'indicato sistema di regolazione si mostra di una certa utilità l'impiego di grafici del tipo di quello proposto dall'Hollfelder (3), illustrato nella fig. 12.

Il grafico dell'Hollfelder non è altro che un diagramma generale di funzionamento della pompa centrifuga contenente una serie di tre curve (la curva prevalenze-portate, quella potenze utili-portate e quella potenze disperse nella resistenza del motore-portate) per ciascun valore del numero dei giri. Pur venendo esso tracciato in base a formule relativamente approssimate soddisfa perfettamente ai bisogni della pratica corrente e fornisce una rappresentazione molto suggestiva della legge di dipendenza dei rapporti di esercizio dell'elettromotore da quelli della centrifuga. Il momento torcente di un motore asincrono può ritenersi con sufficiente approssimazione pratica, passando dalla condizione di marcia a vuoto fino a quella di pieno carico, all'incirca proporzionale alla corrente del rotore, ossia:

$$M_t = c\, I_r \qquad (8)$$

L'avvolgimento del rotore costituisce un circuito con un'esigua resistenza ohmica, l'ammontare della quale dipende, in particolare, dal tipo dell'avvolgimento. Per ridurre la velocità

(1) Confronta C. Pfleiderer: « Der gegenwärtige Stand des Kreiselpumpenbaues » *Zeitschrift des V.D.I.* 1929, N. 4, pag. 129.

(1) Confronta dell'A. « Limiti della zona di utilizzazione industriale delle p. c. ». *Il Monitore Tecnico*, 1924, N. 18.

(2) Confronta dell'A.: « Problemi tecnici inerenti all'impiego delle pompe centrifughe, ecc. ». *L'Energia Elettrica*, maggio 1929, pag. 480.

(3) Confronta: Hollfelder: « Graphisches Verfahren zur Ermittelung des wirtschaftlichen elektrischen Kreiselpumpenantriebes bei kleinem Regelbereich ». *A.E.G. Mitteilungen*, aprile 1929, pag. 276.

di rotazione del motore si deve, palesemente, accrescere la resistenza del circuito del rotore mediante l'inserzione di un'adeguata resistenza. Se si fa astrazione dalla reattanza del rotore, che è proporzionalmente molto piccola rispetto alla resistenza ohmica, la f. e. m. a ciò necessaria deve venire ingenerata solo per effetto d'induzione in quanto l'avvolgimento del rotore

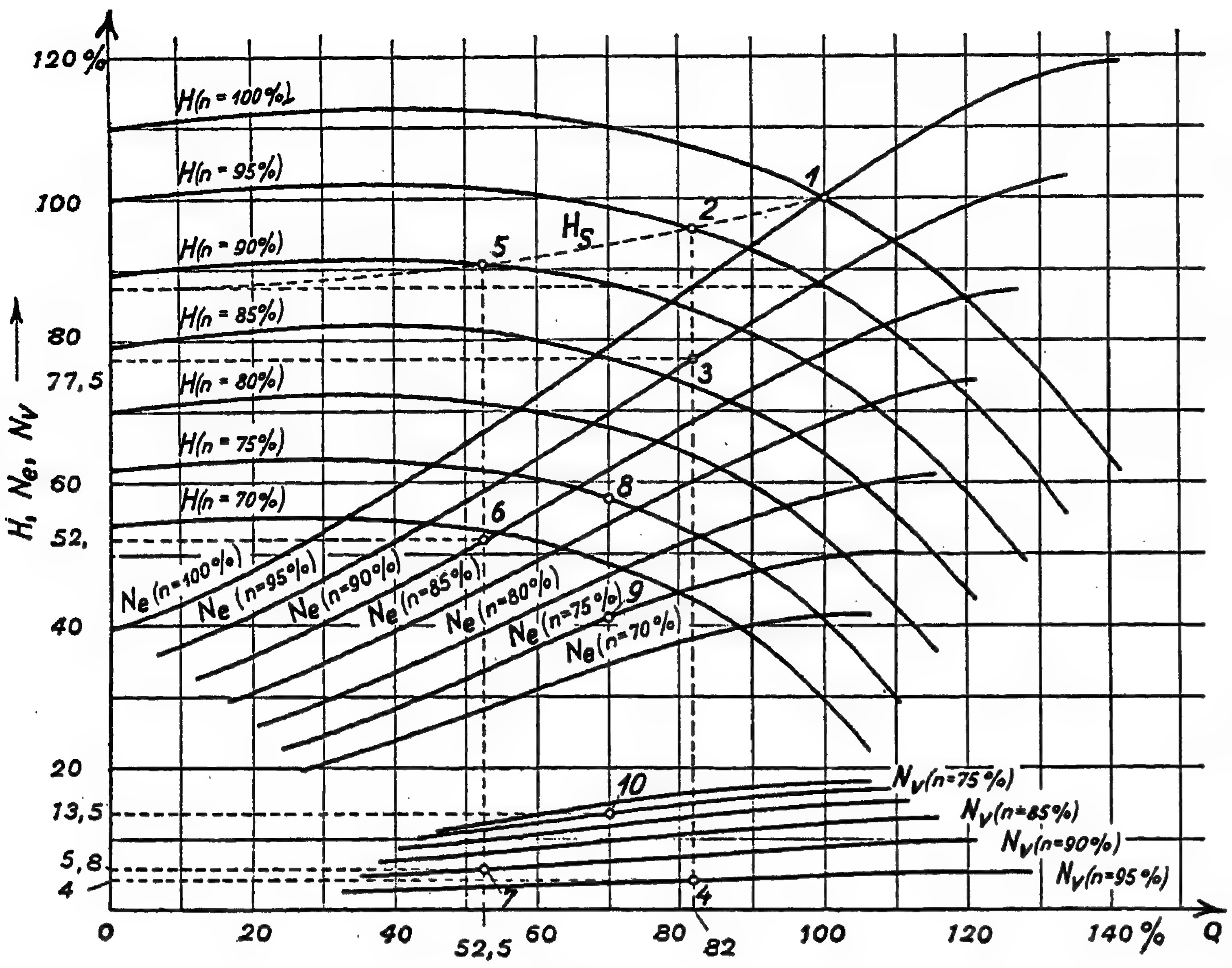


Fig. 12.

non ha connessione colla linea. Inserendo il motore, il suo campo rotante ha una velocità di rotazione corrispondente alla frequenza della rete che l'alimenta (la *velocità sincrona*); perchè nel rotore venga indotta una f. e. m. i conduttori del rotore devono tagliare le linee di forza del campo menzionato, per cui è necessario che il rotore rimanga indietro rispetto a questo, nella rotazione, di una certa quantità. La f. e. m. indotta, poichè il flusso è costante, risulta proporzionale alla differenza tra la velocità di rotazione del campo rotante e l'effettiva velocità di rotazione del motore e raggiunge, notoriamente, il suo valore minimo allorchè il motore ruota alla sua velocità normale ed il suo valore massimo allorquando, a statore inserito, il rotore si trova in quiete.

Se si designa con E_r la f. e. m. necessaria per quest'ultima condizione, in funzione di questa, che rappresenta un parametro caratteristico del motore, si può calcolare la E necessaria per qualsiasi velocità di rotazione in funzione dello slip o schlupf del motore:

$$s = \frac{n_0 - n}{n_0}, \qquad (9)$$

giacchè è

$$E = s\,E_r, \qquad (10)$$

Se W denota la resistenza da intercalare, essa è data per una condizione generica dalla relazione:

$$W = \frac{E}{I_r} = \frac{sE_r}{I_r} \qquad (11)$$

Dalla relazione precedente risulta che la resistenza W_1 da inserire nel circuito del rotore deve essere tanto maggiore, quanto più ampio è il campo di regolazione e, d'altra parte, quanto minore è la corrente del rotore ossia il momento torcente corrispondente. Si ha adunque:

$$W_1 = \frac{s_1 E_r}{I_{r_1}} \qquad (12)$$

ove s_1 indica il valore normale dello slip ($s_1 = \frac{n_0 - n_1}{n_0}$ se n_1 denota il numero di giri normale) ed I_{r_1} il valore della corrente normale.

I valori della potenza N_v assorbita per l'inserzione della resistenza specificata nel circuito del rotore, sono dati, con sufficiente approssimazione pratica, dalla seguente relazione dedotta dall'Hollfelder:

$$N_v = \frac{N_e \cdot n_1}{n}\left(1 - \frac{n}{n_1}\right) \qquad (13)$$

la quale consente di tracciare senz'altro le curve N_v sul diagramma caratteristico di un determinato tipo di centrifuga (fig. 12). Dall'esame della fig. 12 si rileva che, ad esempio, per il tipo di pompa le cui curve caratteristiche hanno l'andamento indicato sulla figura, per un valore della prevalenza pari a 0,955 della normale, il numero dei giri di rotazione deve venire ridotto del 5 %, con il che la portata discende a 0,82 del valore Q_n per un andamento delle prevalenze resistenti quale è indicato nella fig. 12 colla curva H_s.

Per una condizione generica qualunque di funzionamento dell'elettropompa centrifuga, la somma delle potenze $N_e + N_v$ è palesemente proporzionale al momento torcente ed alla corrente del rotore.

In base ad una semplice lettura, su un grafico del tipo di quello riportato nella fig. 12, del valore di $N_e + N_v$ si può conoscere allora immediatamente il valore della corrente del rotore in percento di quella dello stesso a pieno carico e, colla lettura dei valori di n nella condizione in esame ed al pieno carico, calcolare il valore dello slip e quindi colla (11) determinare il valore della resistenza da inserire.

La potenza ai morsetti dell'elettromotore è:

$$N_0 = \frac{N_e + N_v}{\eta_0} = \frac{N_e \cdot n_1}{n \cdot \eta_0} \qquad (14)$$

se η_0 è quel valore del coefficiente di rendimento dell'elettromotore, che si deduce dalla curva dei rendimenti in corrispondenza ad un valore $N_e + N_v$ per la potenza del rotore.

Il coefficiente di rendimento globale dell'elettromotore η_{el}, incluse le perdite della resistenza, è definito dalla relazione:

$$\eta_{el} = \frac{N_e}{N_0} = \eta_0 \frac{n}{n_1} \qquad (15)$$

la quale formula indica che, finchè si resta in un campo di regolazione di non oltre il 15÷20 %, rimanendo η_0 quasi costante, η_{el} diminuisce all'incirca con legge lineare in funzione della velocità di rotazione.

Non va taciuto che oltre alla regolazione mediante l'inserzione di resistenze nel circuito del rotore, può effettuarsi una regolazione della velocità pei motori asincroni mediante altri dispositivi speciali, ad esempio con trasformatori di frequenza, col sistema in cascata Krämer o con quello Scherbius-Brown Boveri, ecc. All'impiego di questi sistemi, in relazione ai valori delle potenze che intervengono di norma per gli impianti irrigui, si oppone il loro costo relativamente elevato.

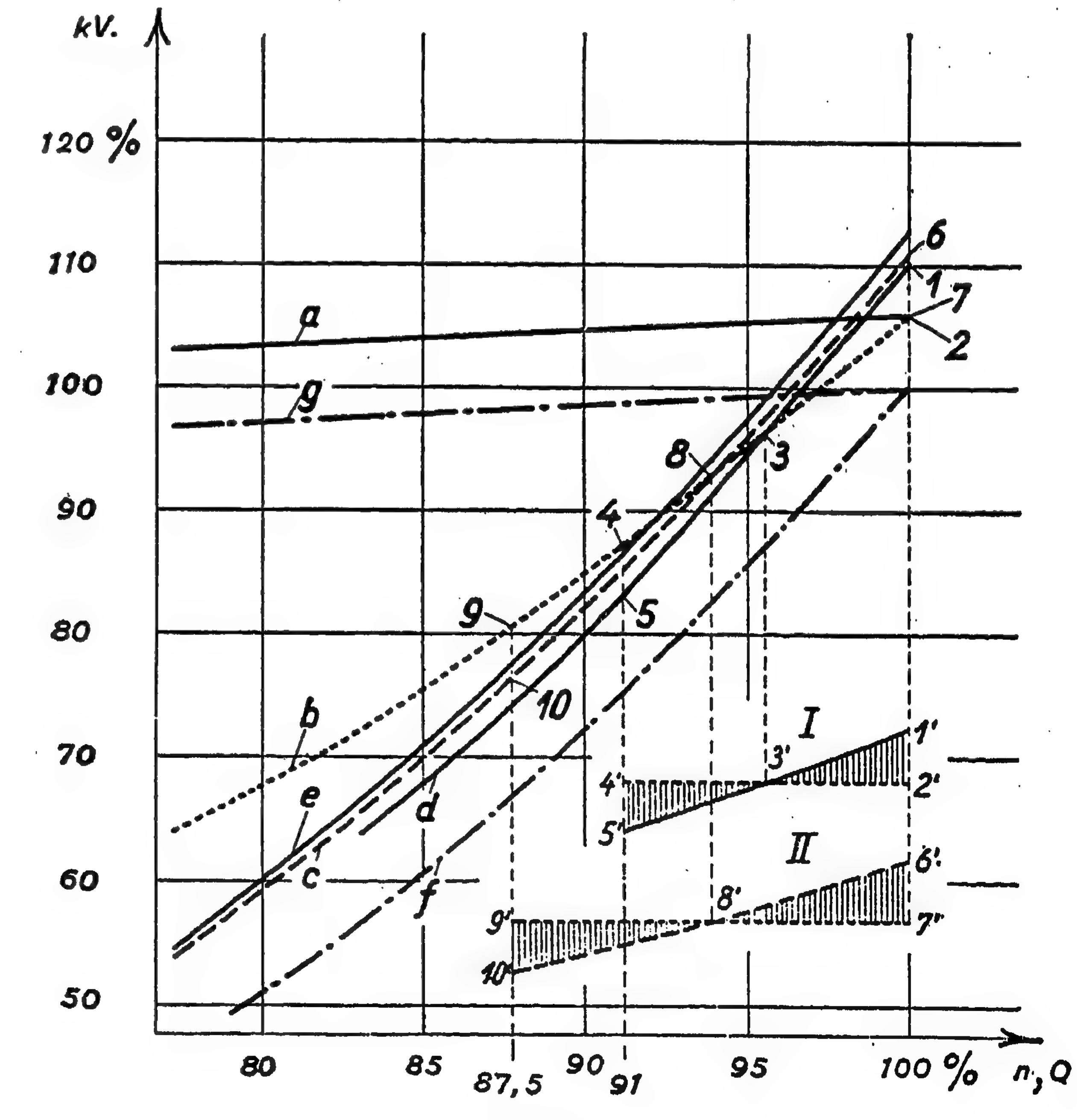


Fig. 13.

Il diagramma della fig. 13, riportato dal già citato lavoro dell'Hollfelder, mostra quale è l'assorbimento percentuale di potenza in kW dalla rete di energia elettrica nel caso della regolazione dell'elettromotore mediante valvola di strozzamento (*a*), mediante regolazione con inserzione di resistenze (*b*), col sistema Krämer (*c*), con dispositivi che variano la frequenza (*d*) per un campo di regolazione del 20 % andando in giù dal valore normale (indicato nella fig. 13 con 100 %). La curva *g* indica

il fabbisogno d'energia dell'elettropompa nel caso della regolazione del gruppo mediante valvola di strozzamento sulla mandata della pompa, mentre la curva *f* denota il fabbisogno d'energia del gruppo motore-pompa con la libera variazione del numero dei giri.

Nella maggior parte degli impianti di irrigazione si presenta il problema di dover mantenere sempre approssimativamente costante la portata di erogazione della pompa centrifuga; ad esempio, al variare della prevalenza geodetica dell'installazione (in dipendenza degli eventuali abbassamenti del *livello statico* dell'acqua nel pozzo, dovuti alla variabilità della portata nella strato idrico ed alla variabilità del *livello dinamico* sotto l'emungimento del pozzo negli impianti di sollevamento meccanico di acque freatiche od artesiane).

Per l'emungimento delle acque freatiche (profondità variabili dai 4 ai 16 metri) si fa ricorso di preferenza ai *pozzi a tino*, che sono dei pozzi in muratura, in calcestruzzo, od in gettata di cemento, con diametri variabili in generale da 1 a 5 metri, ovvero ai *pozzi Norton* o pozzi tubolari in ferro a percussione (pozzi battuti). Questi ultimi, essendo più suscettibili dei primi ad ostruirsi alla base, per parte della sabbia che viene richiamata colla corrente d'acqua, sono da usarsi a preferenza per l'emungimento di strati acquiferi poco profondi per l'irrigazione a pioggia.

Ora, mentre subito dopo eseguito il pozzo, il livello dell'acqua nello stesso risulta uguale al livello delle acque dello strato che lo alimenta, non appena si inizia l'emungimento delle acque, il livello dell'acqua nel pozzo comincia, notoriamente, ad abbassarsi finchè la portata che si estrae viene ad uguagliare quella che vi affluisce dallo strato idrico.

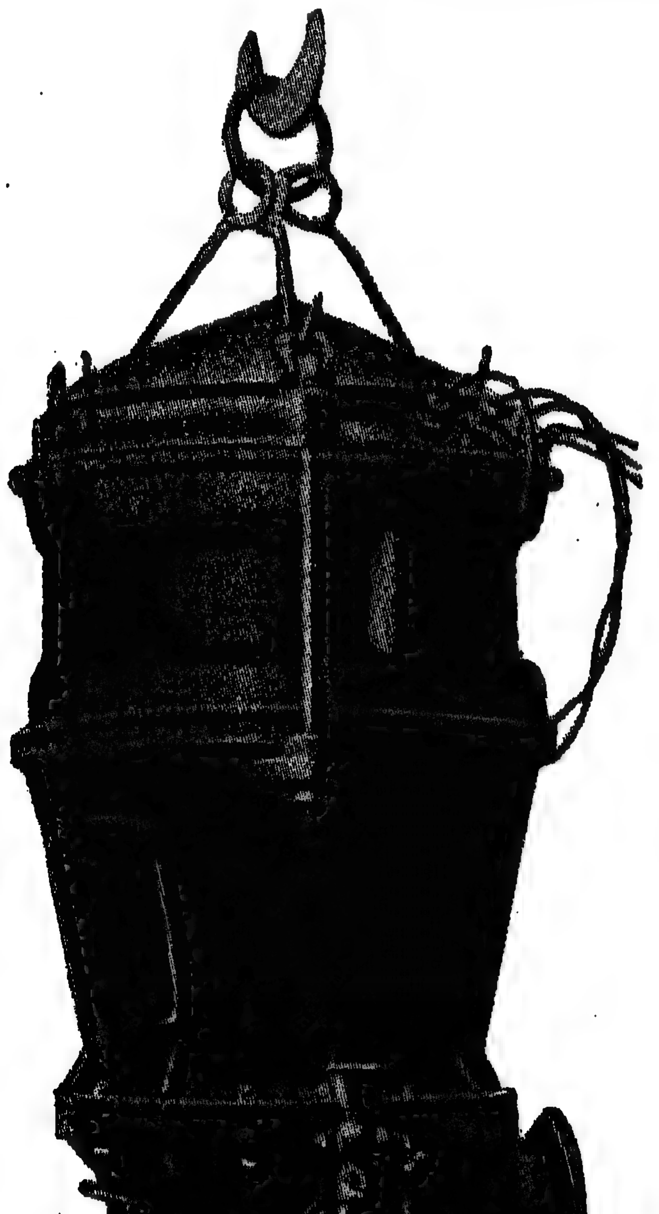


Fig. 14.

L'abbassamento locale del livello dello strato acquifero sarà, manifestamente, tanto più forte quanto maggiore è l'emungimento, ciò che addita immediatamente alla circostanza, per altro ormai ben nota in agricoltura, che il diametro del pozzo non ha che scarsa influenza sul valore della portata e che quindi si soddisfa ad una maggiore richiesta d'acqua da un determinato strato acquifero molto meglio aumentando il numero dei pozzi di emungimento, che non accrescendo il diametro di questi.

Nello studiare l'installazione della pompa occorrerà pertanto, nei riguardi delle condizioni di aspirazione della centrifuga, riferirsi sempre al livello statico inferiore dell'acqua nel pozzo.

Qualora le condizioni idriche della località (ad esempio zone in golena in prossimità di alvei fluviali o torrentizi) sono tali che il livello delle acque nel pozzo può abbassarsi, in condizioni di regime, sino ad 8 o 10 metri al disotto del livello originario, è necessario prevedere la possibilità di spostare (verticalmente) la pompa durante l'esercizio; in corrispondenza di ciascun spostamento, occorre, evidentemente, provvedere ad allungare di quantità adeguate il tubo di mandata.

A questo riguardo, per evitare variazioni sensibili dei parametri di funzionamento dell'elettropompa centrifuga, ove non è possibile prevedere un'adeguata variazione del numero dei giri di rotazione della medesima, si è abbastanza diffuso nel campo dell'elettroirrigazione, l'adozione del sistema detto a *doppia pompatura*, che consiste nel predisporre una seconda pompa centrifuga, che può essere un'elettropompa del tipo illustrato nella fig. 14, la quale viene calata nel pozzo dopo che la prima ha provveduto a svuotarlo, e che è destinata a funzionare durante il periodo di regime.

Questo sistema è particolarmente adottato nei casi in cui l'accennato abbassamento del livello delle acque nel pozzo avviene nel breve periodo di poche ore di esercizio.

Nel caso di emungimento di acque artesiane, il tipo di pozzo più comunemente usato è quello cosidetto « trivellato », che può essere praticato anche in terreni di grande compattezza. In generale la *sorgività* (ove una *sorgività* sia presente) del pozzo, dà un'erogazione che è sempre alquanto inferiore alla portata che può ottenersi dal pozzo col sollevamento meccanico; però,

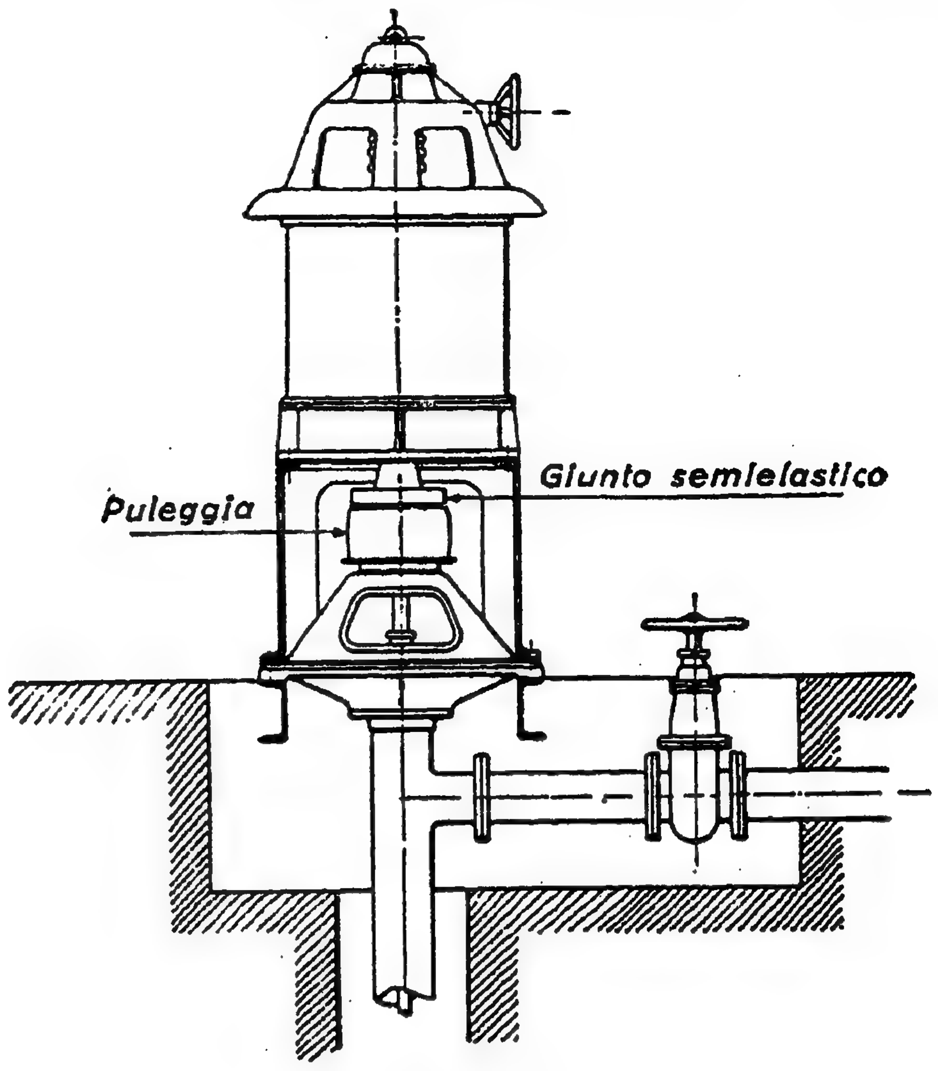


Fig. 15.

sotto l'azione dell'emungimento, si dà luogo ad una depressione piezometrica per effetto della quale il livello dinamico dell'acqua nel pozzo viene ad abbassarsi di quantità più o meno forti, a seconda dei casi.

Anche in questo caso si può verificare la circostanza che il livello statico dell'acqua nel pozzo tenda ad abbassarsi di quantità più o meno notevoli durante il periodo irrigatorio per una variazione della portata nello strato idrico.

Verificandosi la menzionata circostanza, può convenire, come spesso si trova attuato in pratica, di impiegare delle pompe centrifughe ad asse verticale da pozzo profondo, con comando a mezzo di cinghia, il quale può consentire di accrescere a tempo opportuno la velocità di rotazione della pompa aumentando di quantità adeguate il diametro della puleggia calettato sull'albero del motore. La disposizione d'installazione generalmente seguita è la seguente. All'estremità superiore della linea d'alberi che parte dalla pompa e che è costituita per lo più da tronchi tutti di uguale lunghezza (da 1,80 a 2,20 m), disposti internamente al tubo di mandata e trattenuti in posizione centrata mediante cuscinetti di guida, che sono lubrificati dalla stessa acqua in pressione (allorchè non è prevista una bussola anulare di separazione colla tubazione di mandata) si trovano sistemati, oltre al supporto reggi-spinta, due supporti portanti (generalmente con cuscinetti a sfere). All'estremità della linea d'alberi va calettata una puleggia per la trasmissione a cinghia, abitualmente foggiata a campana, in modo che lo sforzo relativo al tiro di cinghia risulti sempre in asse coi cuscinetti innanzi specificati dei due supporti portanti. Spesso la parte terminale superiore viene eseguita dai costruttori in guisa da consentire sia l'attacco diretto con un elettromotore verticale, che l'azionamento, con l'intermediario di una trasmissione per cinghia, da altro motore di riserva (spesso un motore a combustione interna, allorchè si desidera rendersi indipendenti da eventuali interruzioni di corrente) ad asse orizzontale.

La fig. 15 mostra il sistema di costruzione adottato all'uopo dalla ditta *Ferraris* di Napoli.

Da quanto si è detto risulta molto chiaramente l'opportunità di ridurre sempre originariamente l'altezza (geodetica) di aspirazione della pompa centrifuga al minore valore possibile e, se il tipo di questa lo consente, di collocare talvolta la pompa addirittura sommersa, per quantità adeguate alle caratteristiche peculiari di un determinato impianto.

Una soluzione costruttiva che merita di venire segnalata per quanto si riferisce al sollevamento della acque da pozzi molto profondi e di diametro piuttosto ridotto è quella adottata dalla ditta De Pretto-Escher Wyss ed illustrata nella fig. 16. A distanza relativamente breve dalla sugheruola è sistemata una cosidetta *pompa addutrice* di dimensioni trasversali estremamente ridotte, costituita da un opportuno numero di elementi ($6 \div 7$) a palettatura assiale, mentre in cima al pozzo trovasi sistemata la *pompa principale* anch'essa ad asse verticale e munita di una o più giranti, a seconda dei casi.

Spesso può occorrere, nel campo degli impianti irrigui, di dover procedere ad una verifica della portata dell'acqua che si scarica nella tubazione orizzontale, che parte dalla sommità del pozzo. Il metodo consigliabile per misure del genere in campagna è quello che si designa in idrotecnica col nome di *metodo dell'orificio* giacchè, in circostanze di fortuna, ci sembra sia quello che dia la maggiore approssimazione. L'apparecchiatura necessaria per questa misura consta semplicemente di un disco di metallo, spesso circa 3 mm, nel quale è praticato un orificio circolare di diametro noto, che viene collocato all'estremità di un tronco di tubazione orizzontale, lunga almeno otto volte il diametro dell'orificio del disco, di un tubo flessibile di gomma lungo circa 1,20 m e di un tubo di vetro chiuso ad un'estremità, lungo da 15 a 20 cm ed avente un diametro di circa 18 mm. Su di un lato del tronco di tubazione orizzontale, a circa 60 cm prima del disco di misura, deve inoltre essere ricavato un foro filettato da servire, all'atto della misura, per l'attacco a vite di un tubo metallico molto corto da connettere ad un estremo del tubo flessibile di gomma, l'altro estremo del quale si attacca invece, come mostra la fig. 17, al tubo di vetro. Si viene a creare in questo modo un piezometro che consente di misurare la pressione dell'acqua nella tubazione a monte dell'orificio di misura, in maniera analoga a quanto si pratica per la determinazione del carico idrostatico contro cui lavora la centrifuga, sistemandolo direttamente in vicinanza della bocca di mandata della pompa. La figura 17 mostra lo schema della disposizione per una misura del genere, come viene eseguita dalla Byron Jackson Mfg. Co. per le sue installazioni irrigue con pompe per pozzi profondi.

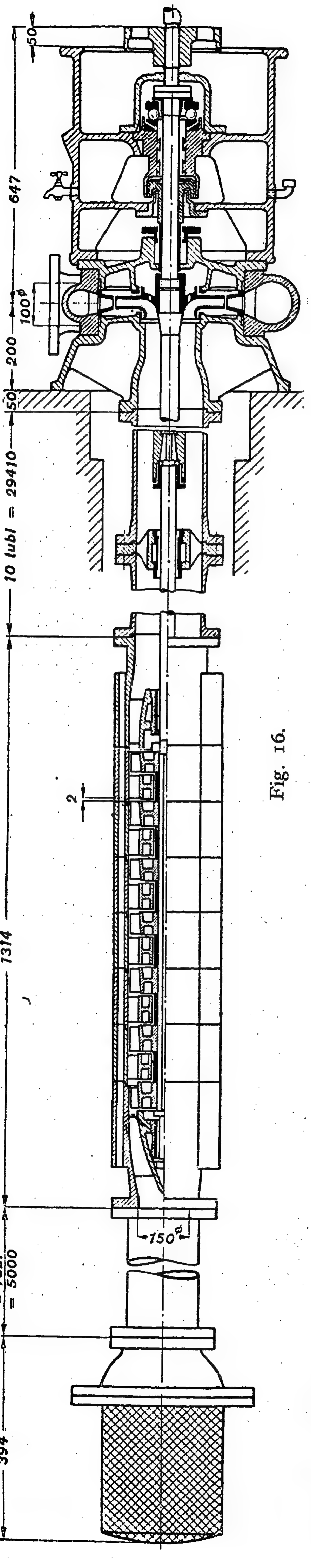


Fig. 16.

La ditta menzionata, che ha installato, a scopo irriguo, diverse migliaia di pompe centrifughe ad asse verticale negli S. U. d'America, preferisce, in seguito ad approfonditi studi sperimentali al riguardo, l'adozione di pompe (fig. 18) nelle quali la linea d'alberi trovasi all'interno di una guaina cilindrica di metallo, concentrica alla tubazione di mandata dell'acqua e stagnea, di modo che i cuscinetti di guida, collocati a distanza di m 1,80 l'uno dall'altro, risultando al riparo dall'acqua, vengono lubrificati con olio che discende per gravità dall'alto. Le giunzioni della linea d'albero vengono effettuate con speciali giunti di accoppiamento d'acciaio, indicati col numero 16 nella figura 18.

Le figg. 19 e 20 mostrano il tipo di pompa elico-assiale da pozzo ideato dalla ditta Sulzer per diametri (del pozzo) da 15 a 25 cm e portate da 22,5 a 90 litri al secondo; questa pompa presenta una serie di caratteristiche molto interessanti. Tra le altre, le speciali giunzioni dei tubi e i dispositivi, particolarmente curati, per evitare che la sabbia penetri eventualmente nei supporti.



Fig. 17.

La fig. 20 mostra un'interessante installazione, sebbene questa esuli dal campo specifico degli impianti irrigui, eseguita dalla ditta Sulzer a Brusio. Due delle elettropompe Sulzer descritte (ciascuna per 500 litri al secondo e 20 metri di prevalenza manometrica, ruotanti a 1450 giri al minuto primo) sono adibite ivi ad innalzare l'acqua nel bacino di carico di una condotta forzata, allorchè il livello delle acque del lago discende sotto il livello di presa.

Non occorre dilungarci a dimostrare come un'istallazione del genere potrebbe in alcuni casi rappresentare una soluzione tecnica interessante per impianti irrigui di una certa importanza.

Nel caso che la disponibilità unitaria del pozzo risulti così modesta da non consentire l'invio diretto dell'acqua sollevata nei canali d'irrigazione si impone la creazione di un serbatoio di capacità adeguata. La creazione di quest'ultimo offre diversi benefici, quali uno sfruttamento più intenso dell'impianto di sollevamento meccanico, che può assumere, dipendentemente, proporzioni e costo più limitato, la possibilità di regolare a piacimento le portate dei canali adduttori in relazione alle diverse ore della giornata e ai diversi generi di coltura, nonchè la possibilità di disciogliere nell'acqua di irrigazione, che staziona nel serbatoio, opportune sostanze concimanti, al che riesce di vantaggio anche la circostanza che l'acqua aumenta alquanto di temperatura, stazionando nel serbatoio.

La capacità di questo è, notoriamente, funzione del fabbisogno unitario (per ettaro al secondo) d'acqua in relazione alle colture dei terreni da irrigare, dell'estensione del comprensorio d'irrigazione, nonchè della durata di tempo prevista per il suo svuotamento in relazione al valore della portata di regime del pozzo ed a quello compatibile per la portata del canale principale, in relazione alla natura dei terreni, che quest'ultimo viene ad attraversare ed alla loro capacità d'imbibizione, se il canale è in terra.

In alcuni impianti di irrigazione di proporzioni modeste può presentarsi il caso che la pompa centrifuga venga ad alimentare un serbatoio, dal quale l'acqua si derivi irregolarmente, a seconda del fabbisogno. La regolazione della pompa in esercizio si effettua allora, disponendo per lo più una valvola di regolazione sulla tubazione di mandata della pompa, la quale può essere posta sotto il comando di un galleggiante sistemato nel serbatoio. Non appena l'acqua raggiunge in questo un certo livello, la valvola comincia a chiudersi dando luogo ad una riduzione proporzionale dell'erogazione della pompa (la velocità di rotazione di questa restando costante). Questo sistema di regolazione, però, come si è già accennato va completamente a scapito del coefficiente di rendimento della centrifuga.

Per installazioni del genere è d'uopo, allora, far ricorso a pompe centrifughe aventi curve caratteristiche leggermente discendenti (figg. 2 ed 8), le quali consentono di effettuare scarti relativamente forti di portata, con variazioni relativamente limitate della prevalenza manometrica sviluppata: ciò implica abbassamenti di rendimento proporzionalmente minori in corrispondenza alle erogazioni ridotte.

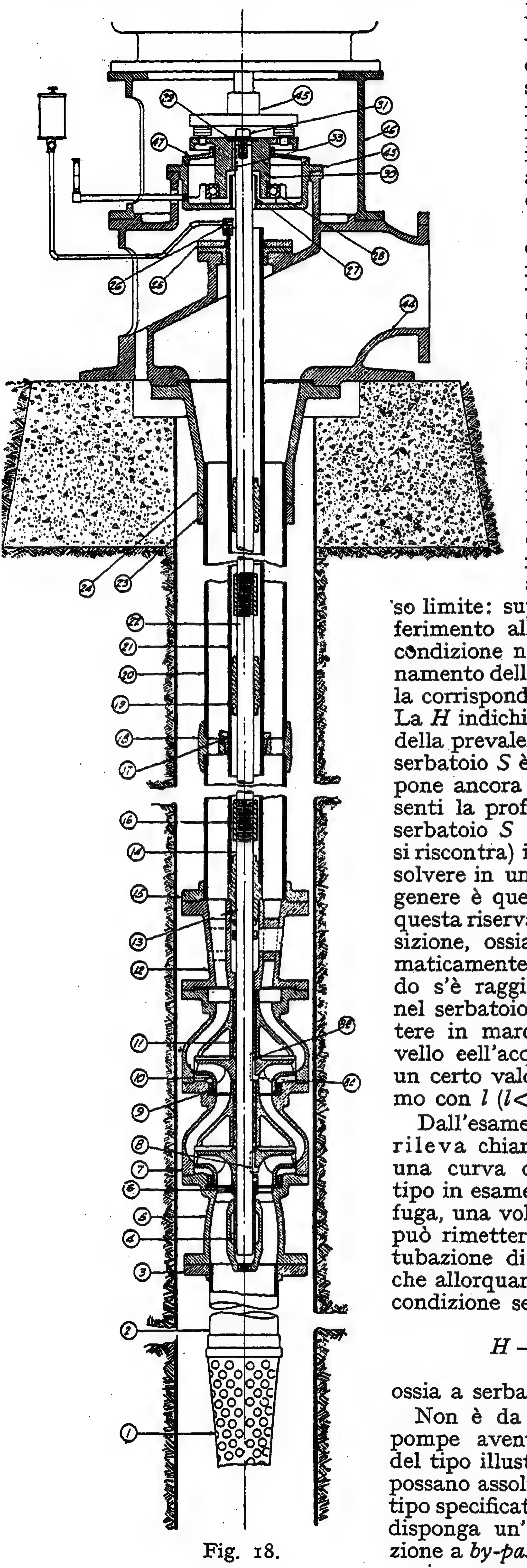


Fig. 18.

A questo riguardo è opportuno richiamare l'attenzione sulla circostanza che le pompe centrifughe aventi curve caratteristiche del tipo rappresentato nella figura 21 possono essere causa di inconvenienti in un servizio del genere di quello in questione. Consideriamo ad esempio un caso limite: supponiamo, con riferimento alla fig. 21, che la condizione normale di funzionamento della pompa sia quella corrispondente al punto *P*. La *H* indichi, altresì, il valore della prevalenza per la quale il serbatoio *S* è pieno. Se si suppone ancora che *H-h* rappresenti la profondità totale del serbatoio *S* (ciò che talvolta si riscontra) il problema da risolvere in un'installazione del genere è quello di conservare questa riserva sempre a disposizione, ossia arrestare automaticamente la pompa quando s'è raggiunta l'altezza *H* nel serbatoio *S* e farla rimettere in marcia allorchè il livello eell'acqua è ridisceso di un certo valore, che indichiamo con *l* ($l < H-h$).

Dall'esame della fig. 21 si rileva chiaramente che con una curva caratteristica del tipo in esame la pompa centrifuga, una volta arrestata, non può rimettersi in marcia colla tubazione di mandata piena, che allorquando è verificata la condizione seguente:

$$H - l = h$$

ossia a serbatoio vuoto.

Non è da nascondere che pompe aventi caratteristiche del tipo illustrato nella fig. 21 possano assolvere a servizi del tipo specificato, qualora si predisponga un'opportuna tubazione a *by-pass*, la quale deve venir proporzionata per assorbire precisamente la portata *Q'* corrispondente alla condizione di funzionamento *P'*, per la quale la prevalenza è *H-l*, ma la complicazione d'installazione e di funzionamento che ne deriva, non ci sembra giustificata che in casi alquanto speciali, tanto più che è possibile eliminare sostanzialmente l'inconveniente specificato adoperando pompe centrifughe con caratteristiche del tipo rappresentato nella figura 8. Queste ultime si trovano, d'altronde, anche in migliori condizioni per quanto si riferisce al sovraccarico dell'elettromotore, derivante dall'aumento della potenza assorbita.

Con variazioni percentuali del valore della prevalenza di un ordine di grandezza del $5 \div 6\%$ (variazioni che intervengono colla maggior frequenza nella pratica) si può già dar luogo a dei sovraccarichi del 20 al 30 % per l'elettromotore, in presenza di curve caratteristiche prevalenze-portate poco favorevoli. Con curve caratteristiche *H-Q* del tipo rappresentato nella fig. 8 si può, viceversa, giungere a funzionare con continuità persino in vicinanza della condizione di massima potenza assorbita, senza che il motore rischi di essere troppo sovraccaricato, ciò che è molto importante per la sicurezza dell'esercizio.

Potrebbe ad alcuno apparire strano come inconvenienti del genere di quello specificato, al pari di quelli che hanno origine all'atto del collegamento in parallelo di più unità di centrifughe o di una pompa a stantuffo con una o più pompe centrifughe, dei quali ultimi abbiamo avuto occasione di occuparci, con dettaglio, in sede precedente (1), continuano a riscontrarsi con relativa frequenza nelle applicazioni, mentre essi sono stati ripetutamente segnalati ed ormai se ne possono dire anche esaurientemente studiate le cause principali.

Ciò è da riportare essenzialmente, a nostro modesto avviso, alla circostanza che le pompe centrifughe aventi curve caratteristiche prevalenze-portate del tipo illustrato nella fig. 21, risultano, a parità di coefficiente di rendimento, di dimensioni alquanto minori di quelle a curve favorevoli nei riguardi in esame, e quindi hanno un costo inferiore. Si tratta adunque, molto spesso, di esclusivi motivi di concorrenza che sospingono dei costruttori non troppo coscienziosi a far cadere la scelta dell'acquirente, non illuminato sulla quistione, su tipi di pompe di funzionamento meno sicuro, ma alquanto meno costose.



Fig. 19.

Una soluzione costruttiva di un certo interesse nei riguardi della regolazione della portata della pompa centrifuga, senza far ricorso a valvole di strozzamento, negli impianti a serbatoio è quella attuata anni or sono dalle « Costruzioni Meccaniche Riva » per il consorzio di irrigazione dell'Agro Veronese, già segnalata da noi nel volume *Pompe Centrifughe*, U. Hoepli, Milano 1927, che è illustrata schematicamente nella fig. 22.

La pompa centrifuga è accoppiata ad una turbina idraulica doppia, ciò che consente di variarne a piacimento la velocità di rotazione, regolando opportunamente il distributore della turbina idraulica. Il gruppo in esame serve ad irrigare dei terreni

(1) Confronta dell'A. « Schaltung mehrerer Kreiselpumpen und günstigste Verteilung der Gesamtförderverhältnisse unter dieselben im Betriebe ». *Fördertechnik*, 12-10-1928.

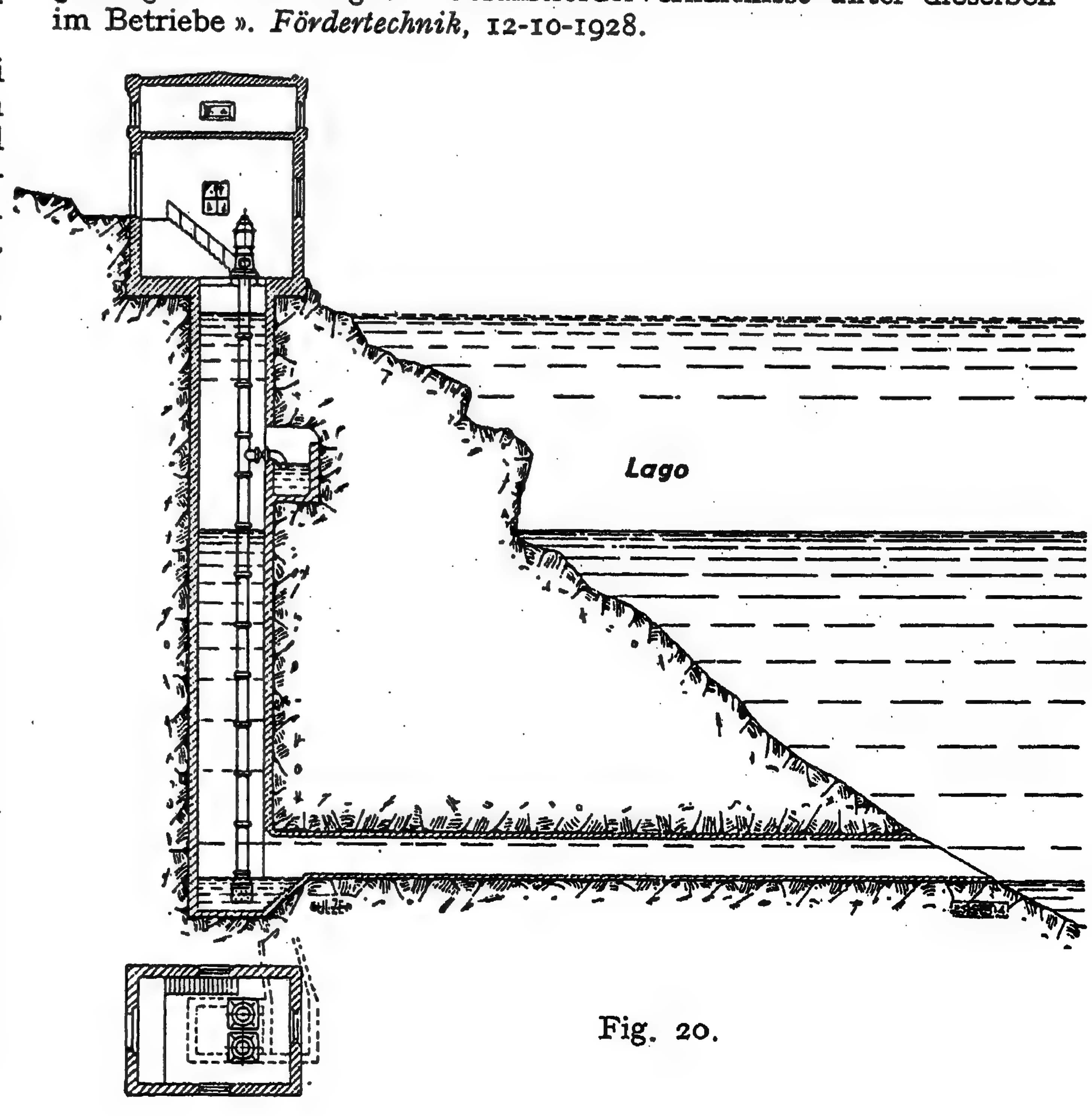


Fig. 20.

sopraelevati, utilizzando una caduta di tre metri del canale principale d'irrigazione.

Come si appalesa dall'esame della fig. 23, relativa alle prove ufficiali di collaudo effettuate sul gruppo, il rendimento della pompa centrifuga resta nei limiti 0,77 a 0,83 con variazioni della portata tra i 300 ed i 600 litri al secondo.

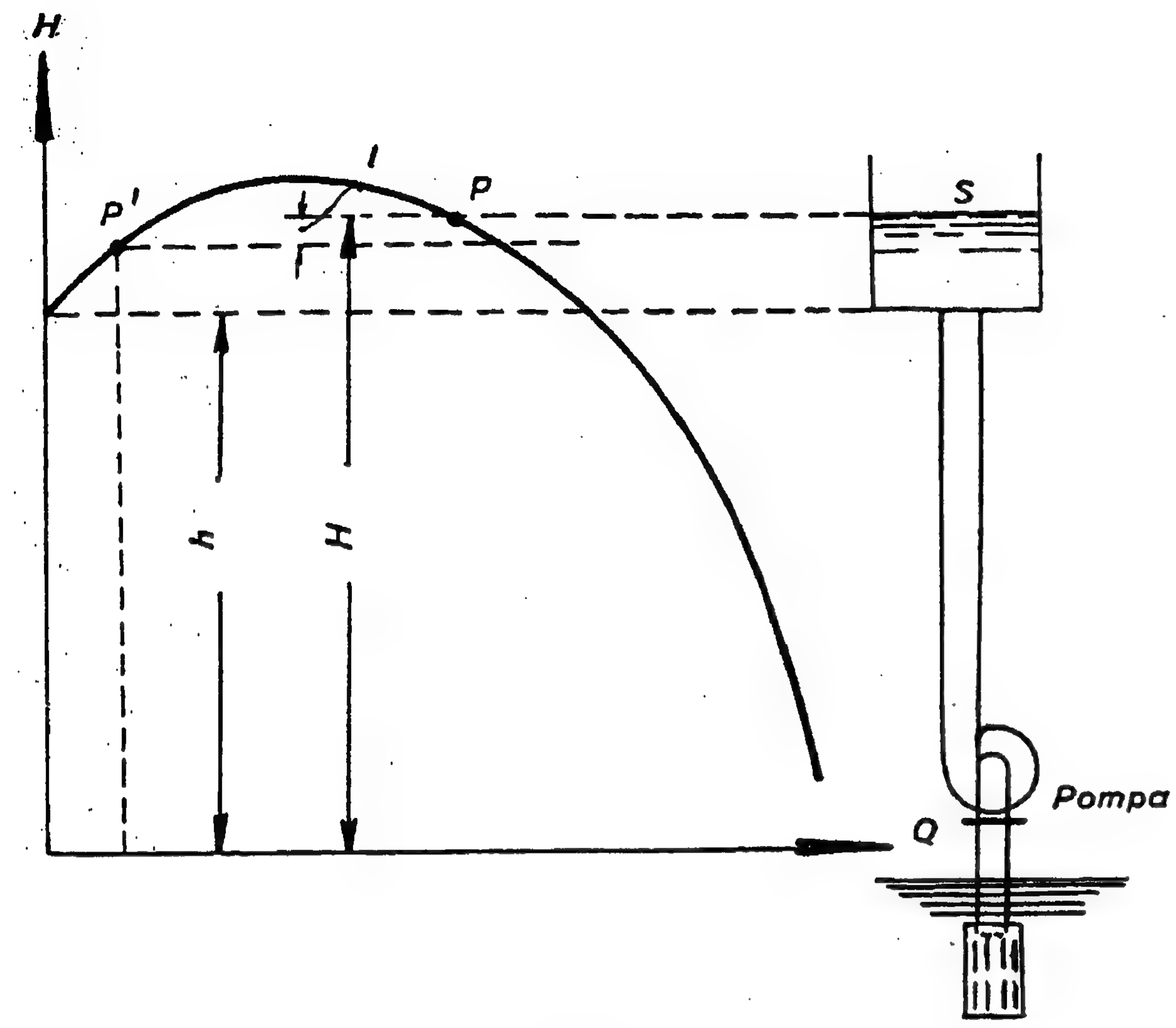


Fig. 21.

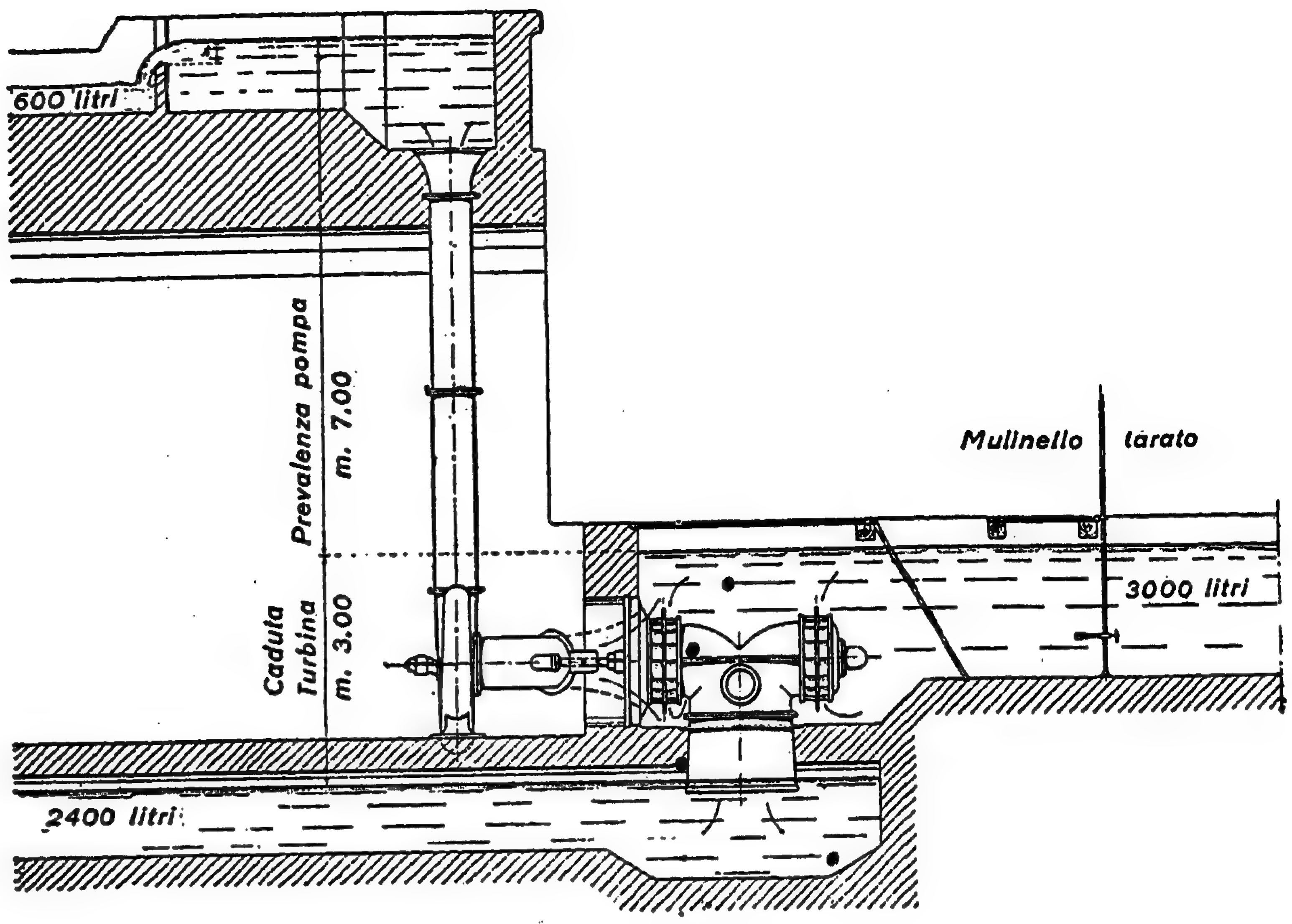


Fig. 22.

Resta per ultimo da fare un breve cenno sulle condizioni di funzionamento peculiari delle pompe adibite al sollevamento e all'aspersione delle acque negli impianti di irrigazione a pioggia.

In questi impianti, a fianco delle tubazioni fisse, intervengono, notoriamente, delle tubazioni mobili o spostabili. Le prime, più spesso in ghisa e ferro e meno frequentemente in cemento armato centrifugato (che molto impiego ha trovato in Germania) od in *eternit*, che richiede una posa in opera molto più accurata ed altri speciali accorgimenti, servono essenzialmente all'alimentazione delle ali piovane per il che portano, a determinati intervalli, delle derivazioni con chiusura a saracinesca, ma possono, a loro volta, venire munite di *irrigatori*. Le altre, formate a seconda dei casi da elementi in lamiera saldati elettricamente o meglio da elementi d'acciaio trafilati a freddo, giuntati e guarniti accuratamente con speciali tipi di giunti a chiusura idraulica (1), costituiscono le *ali piovane* su cui sono derivati, per lo più a mezzo di tubi verticali saldati direttamente sulla tubazione, gli *ugelli irrigatori*, fissi o, più comunemente, orientabili (a 90°, a 180° ed a 360° a seconda dell'arco di cerchio che essi descrivono nel loro funzionamento).

Gli irrigatori girevoli hanno, palesemente, il pregio di dominare delle vaste superfici (anche dell'ordine di 1000 m²) riducendo, allora, al minimo possibile gli spostamenti delle ali piovane, i quali ultimi sono causa di una spesa di mano d'opera, nonchè di eventuali danni alle coltivazioni attraverso cui devono effettuarsi. Altro vantaggio dei menzionati irrigatori è quello del loro funzionamento detto *a pause*, consistente in ciò che, ritornando l'ugello di tempo in tempo in una stessa posizione, esso viene a sospendere alternativamente, per periodi di tempo dell'ordine di 50 secondi, l'aspersione del terreno. L'indicata sospensione dà tempo all'acqua precedentemente spruzzata sul terreno di infiltrarvisi e scongiura la possibilità di eventuali costipamenti e soffocazioni della vegetazione.

Gli irrigatori girevoli richiedono delle pressioni dell'ordine di 30 a 35 metri di colonna d'acqua (3 a 3,5 atm.) pel loro funzionamento e, poichè negli impianti di irrigazione a pioggia si è in presenza di reti di tubazioni con lunghezze di diverse centinaia di metri (talvolta persino di 1 Km ed oltre), le pompe centrifughe adibite a questi impianti hanno da vincere delle prevalenze resistenti a volte abbastanza notevoli. Sempre quando l'acqua si emunge da un canale o fiume, che attraversa o lambisce il territorio che si deve irrigare ed ancora meglio allorchè si è in presenza di una rete di piccoli canali che intersecano in più sensi le zone da irrigare, è conveniente ricorrere a gruppi moto od elettropompe, montati su carrelli spostabili anch'essi lungo i menzionati corsi d'acqua.

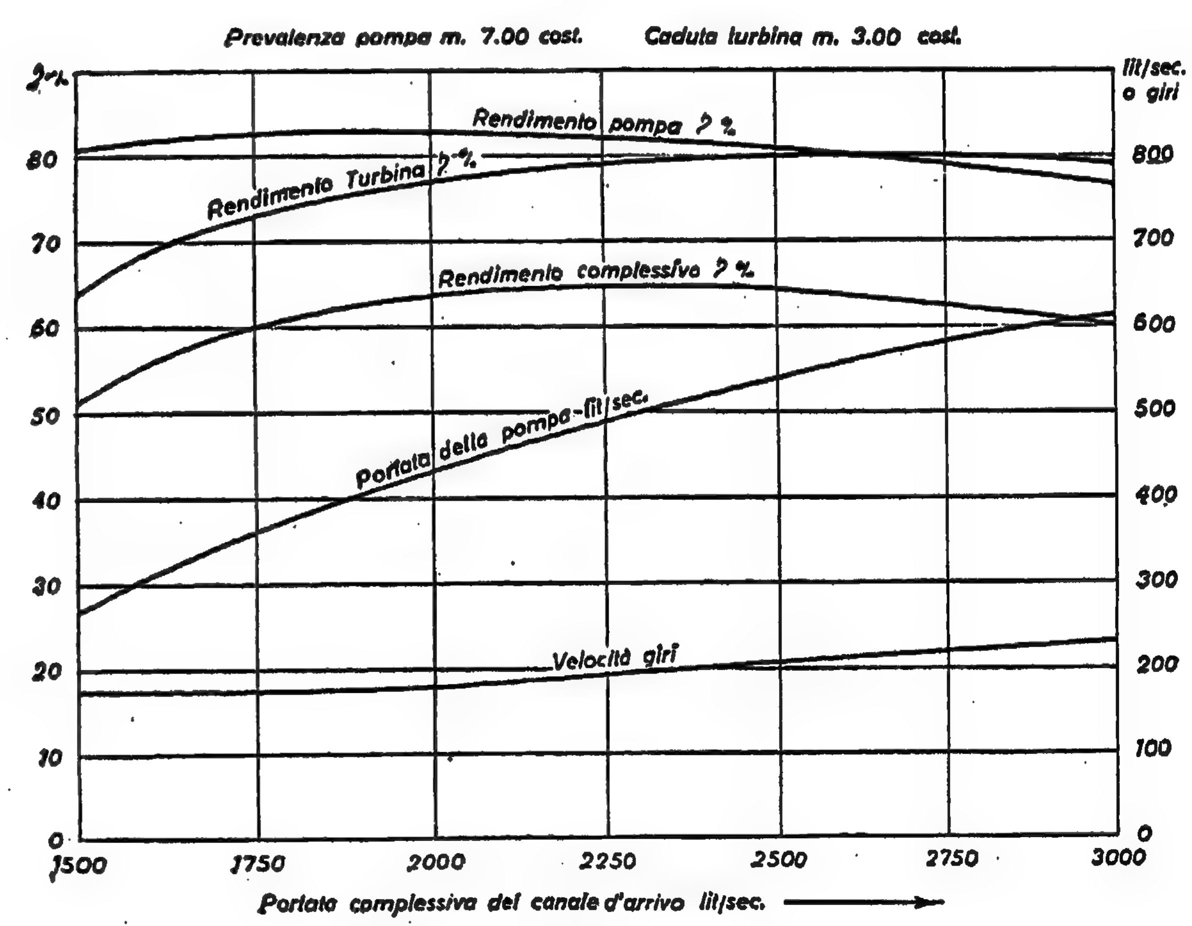


Fig. 23.

Si sono, anzi, in molte zone del nostro Paese costituite, negli ultimi anni, speciali società di distribuzione e dei piccoli consorzi agricoli, i quali mettono a disposizione degli utenti, per periodi determinati, degli impianti mobili di sollevamento delle acque, costituiti da una cabina di trasformazione mobile su carrello e da un altro carrello su cui è sistemato il gruppo elettropompa ed una pompa d'aria per l'adescamento della pompa.

Ciò allo scopo di favorire lo sviluppo razionale dell'elettroirrigazione in tutte le zone ove è consentita una tale possibilità, contribuendo sagacemente alla auspicata intensificazione della loro produzione agricola.

ING. PROF. MARIO MEDICI.

(1) Per la descrizione dei diversi tipi di giunti e di irrigatori si rimanda il lettore alla monografia del Simoncini dal titolo « Dei sistemi di irrigazione, che utilizzano l'energia elettrica ». *Atti dell'A.E.I.*, Riunione di Pescara, settembre 1929, pag. 25.

ING. G. CERILLO

DELLA SOC. MERIDIONALE DI ELETTRICITÀ

Distribuzione delle correnti nelle linee trifasi in regime perturbato

PRIMA NOTA

CORTO CIRCUITO TRA DUE FASI E TRA UNA FASE E LA TERRA SU UNA LINEA SEMPLICE CON CAPACITÀ TRASCURABILE, ALIMENTATA DA UNA SOLA CENTRALE.

§ 1. PREMESSE.

In questa nota viene eseguito il calcolo della distribuzione delle correnti nel caso di un corto circuito tra due fasi o tra una fase e la terra in una linea aerea trifase a tre fili, di cui si possano trascurare le capacità. È noto che, nello studio del fenomeno della induzione su linee di telecomunicazione o del proporzionamento di interruttori e relais, ha grande importanza la conoscenza, quanto più è possibile esatta, della distribuzione delle correnti, delle tensioni e delle potenze nei diversi casi di corto circuito dissimmetrico che si presentano nel pratico esercizio delle reti.

Per tali calcoli verrà usato il metodo delle coordinate simmetriche, il quale, allo stato attuale della tecnica, è il più esatto e il più generale per la determinazione delle grandezze che entrano in giuoco nelle reti a regime perturbato permanente; specie quando, come è il caso generale, facciano parte di tali reti macchine rotanti e trasformatori a flusso forzato.

La linea si suppone con semplice carico di estremità, alimentata da una sola centrale. Le macchine rotanti sono praticamente simmetriche e noi le supporremo sempre tali; i trasformatori e le linee sono invece generalmente dissimmetrici, ma in misura così ridotta, che il tener conto nel calcolo delle componenti di sequenza diretta e inversa delle impedenze offerte alle correnti di diversa sequenza non porta modifiche apprezzabili nei risultati, nel mentre complica grandemente gli sviluppi dei calcoli. Terremo perciò conto solamente della componente di sequenza zero delle varie impedenze, la quale, come è noto, corrisponde al valore medio delle impedenze del sistema trifase.

Altra approssimazione che introduciamo nei nostri calcoli è dovuta alla supposizione che le tensioni e le correnti si mantengano sinusoidali per tutte le varie condizioni di regime variato; e questo è certamente il più grave appunto che si può muovere al metodo delle coordinate simmetriche, il quale è, però, sempre valido qualora si faccia riferimento alle grandezze sinusoidali equivalenti.

Notiamo infine, che in tutto il contesto sarà supposta nulla l'impedenza interposta tra i punti di corto circuito: cioè, nel caso della presente nota, tra una fase e l'altra e tra una fase e la terra.

§ 2. SCHEMA DI PRINCIPIO, NOTAZIONI, SIMBOLI.

Gli schemi di principio più generali sono quelli indicati dalle figg. 1 e 2, rispettivamente per il caso di corto circuito tra due fasi e di corto circuito tra una fase e la terra. Come si vede,

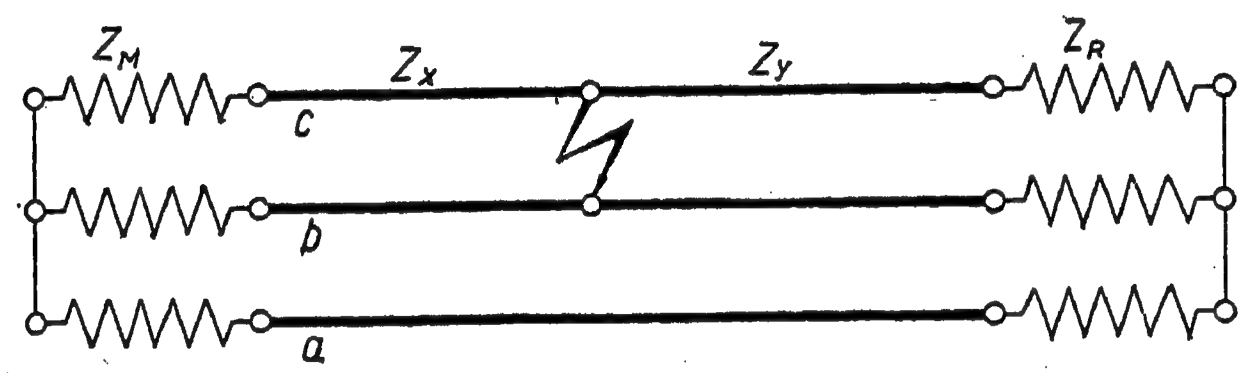


Fig. 1.

per semplificare le notazioni e rendere meno ingombranti le formule dei risultati, abbiamo schematizzata la rete in modo da dover considerare le seguenti impedenze:

Z_M impedenza equivalente del sistema generatore, il quale può immaginarsi costituito da una o più macchine in parallelo alimentanti la linea direttamente o con l'interposizione di uno

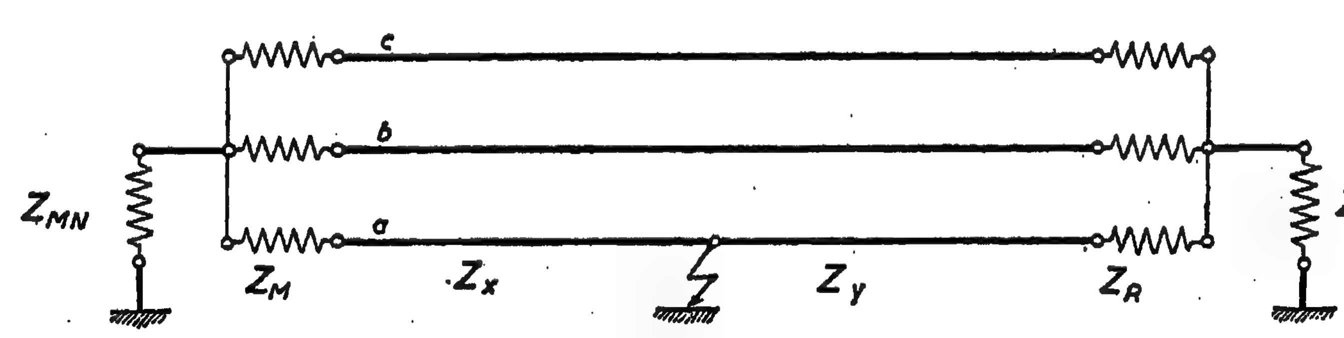


Fig. 2.

o più trasformatori in parallelo. Naturalmente noi dovremo qui considerare — per quanto si è detto precedentemente — solo le componenti di sequenza zero delle impedenze offerte alle componenti di diversa sequenza delle correnti, e quindi (1) potremo scrivere:

Z_{Mo} impedenza del sistema generatore offerta alle correnti di sequenza zero;

Z_{Md} impedenza del sistema generatore offerta alle correnti di sequenza diretta;

Z_{Ms} impedenza del sistema generatore offerta alle correnti di sequenza inversa.

---

(1) Le direttive generali del lavoro e i metodi di calcolo sono stati fissati in piena collaborazione tra l'Autore della presente nota ed il Prof. Basilio Focaccia. Tutto il lavoro, data la sua vastità, sarà diviso in diverse note le quali tratteranno dei casi più comuni di regime perturbato e saranno volta per volta sviluppate separatamente dai predetti collaboratori.

(1) In realtà, secondo le notazioni in uso, bisognerebbe indicare con Z_{Moo}, Z_{Mdo}, Z_{Mso} le componenti di sequenza zero della impedenza del sistema generatore rispettivamente alle componenti di sequenza zero, diretta ed inversa della corrente; ma siccome in tutto il lavoro saranno portate in conto solo queste componenti, abbiamo potuto adottare, senza tema di equivoci, le notazioni indicate nel testo, con vantaggio di semplicità.

Z_R impedenza equivalente del sistema ricevitore, il quale può essere più o meno complesso e costituito sia da una semplice stella di impedenze direttamente connessa alla linea, sia da tutta una rete di distribuzione comunque complicata, alimentata da uno o più trasformatori in parallelo.

Anche qui distingueremo:

Z_{R0} impedenza del sistema ricevitore offerta alle correnti di sequenza zero

Z_{Rd} impedenza del sistema ricevitore offerta alle correnti di sequenza diretta

Z_{Rs} impedenza del sistema ricevitore offerta alle correnti di sequenza inversa.

Z_{MN} impedenza inserita tra il neutro del sistema generatore e la terra;

Z_{RN} impedenza inserita tra il neutro del sistema ricevitore e la terra.

Z_x e Z_y impedenza della linea, rispettivamente per il tratto di linea tra i morsetti del sistema generatore e il punto di guasto e per il tratto tra detto punto di guasto e i morsetti del sistema ricevitore.

Per le considerazioni svolte nelle premesse e nella nota (1), distingueremo le seguenti impendenze:

Z_{x0} impedenza offerta alle correnti di sequenza zero, nel tratto di linea tra il generatore e il guasto;

Z_{xd} impedenza offerta alle correnti di sequenza diretta, nel tratto di linea tra il generatore e il guasto;

Z_{xs} impedenza offerta alle correnti di sequenza inversa, nel tratto di linea tra il generatore e il guasto;

Z_{y0} impedenza offerta alle correnti di sequenza zero, nel tratto di linea tra il guasto e il ricevitore;

Z_{yd} impedenza offerta alle correnti di sequenza diretta, nel tratto di linea tra il guasto e il ricevitore;

Z_{ys} impedenza offerta alle correnti di sequenza inversa, nel tratto di linea tra il guasto e il ricevitore.

La f.e.m. di fase, agente nel circuito, verrà denotata con il simbolo E e sarà supposta sinusoidale di sequenza diretta.

§ 3. CORTO CIRCUITO TRA DUE FASI. IMPOSTAZIONE DELLE EQUAZIONI. FORMULE RISOLUTIVE (1).

Per giungere, in questo caso, alle formule risolutive, dovremo supporre di derivare dapprima, nel punto di corto circuito, una stella dissimmetrica di tre impedenze, prive di mutua impedenza; applicare le equazioni di Kirchhoff alle maglie e ai nodi della rete così formata; e poi, trovate le espressioni delle correnti, giungere a quelle definitive ponendo la condizione che una delle impedenze della stella derivata sia di valore infinito e le altre due abbiano valore nullo.

Si giunge così, come è indicato con dettaglio nella Appendice *A*, alle formule risolutive raccolte nella Tabella I.

Nella Appendice *B* sono sviluppate alcune applicazioni numeriche delle formule ricavate.

§ 4. CORTO CIRCUITO TRA FASE E TERRA. IMPOSTAZIONE DELLE EQUAZIONI. FORMULE RISOLUTIVE.

In questo caso si possono applicare le equazioni di Kirchhoff direttamente alle maglie e ai nodi che presenta la rete schematizzata nella figura 2.

(3) Nel calcolo di corti circuiti è invalso l'uso, specie in America, di adoperare i metodi «percentuale» o «per-unità». In tutto il lavoro, noi abbiamo invece adottato il metodo comune, che richiede l'impiego delle impedenze nel loro valore effettivo, perchè riteniamo tale metodo più familiare alla maggioranza dei tecnici e più adatto a conservare la concezione fisica del fenomeno.

Si giunge così, come è svolto nella Appendice *C*, alle formule risolutive della Tabella II; nell'Appendice *D* sono sviluppati alcuni esempi numerici.

***

Sistematiche esperienze, in corso, di cui sarà trattato in una prossima nota, hanno sufficientemente confermato i risultati dei calcoli svolti in questa nota.

Appendice A. – SVILUPPO DEI CALCOLI RELATIVI AL CORTO CIRCUITO TRA DUE FASI.

1. Consideriamo lo schema indicato nella fig. 3, derivato dallo schema di principio della fig. 1, supponendo derivata nel punto di corto circuito tra due fasi una stella di impedenze

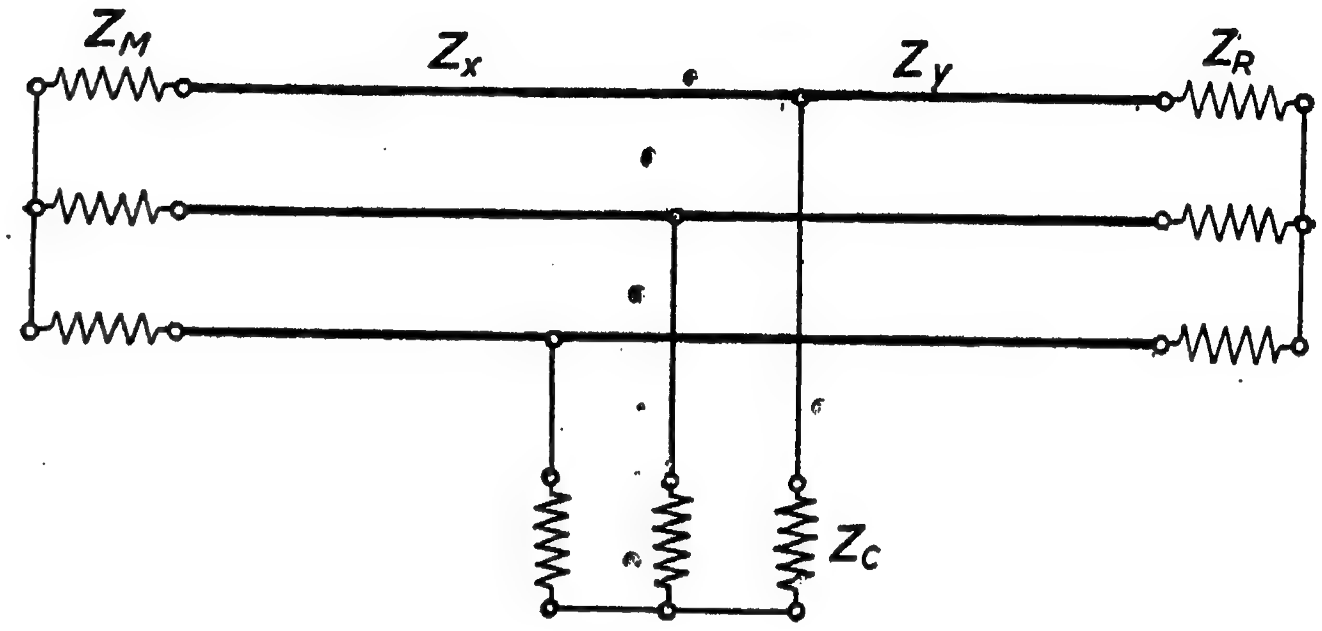


Fig. 3.

dissimmetriche le cui componenti di sequenza zero, diretta ed inversa chiameremo rispettivamente Z_{c0}, Z_{c1}, Z_{c2}. Tale stella di impedenze è supposta priva di mutua impedenza e quindi le tre componenti presentano lo stesso valore alle correnti di diversa sequenza; abbiamo perciò potuto adottare le notazioni semplificate sopra scritte.

Chiamiamo:

I_x la corrente che attraversa il sistema generatore e la linea nel tratto x

I_y la corrente che attraversa il sistema ricevitore e la linea nel tratto y

I_c la corrente derivata dalla stella dissimmetrica di impedenze.

Poichè la messa a terra del sistema generatore o ricevitore o di entrambi non ha in questo caso influenza, noi li abbiamo supposti isolati. Data quindi l'assenza del quarto conduttore ausiliario non abbiamo qui da considerare componente di sequenza zero della corrente; le componenti da portare in conto sono:

$$I_{x1}, \quad I_{x2}, \quad I_{y1}, \quad I_{y2}, \quad I_{c1}, \quad I_{c2}.$$

Con le equazioni di Kirchhoff, applicate al metodo delle coordinate simmetriche, possiamo scrivere:

1) $(Z_{Md} + Z_{xd})\ I_{x1} + Z_{c0}\ I_{c1} + Z_{c2}\ I_{c2} = E$

2) $(Z_{Ms} + Z_{xs})\ I_{x2} + Z_{c0}\ I_{c2} + Z_{c1}\ I_{c1} = 0$

3) $(Z_{Md} + Z_{xd})\ I_{x1} + (Z_{yd} + Z_{Rd})\ I_{y1} = E$

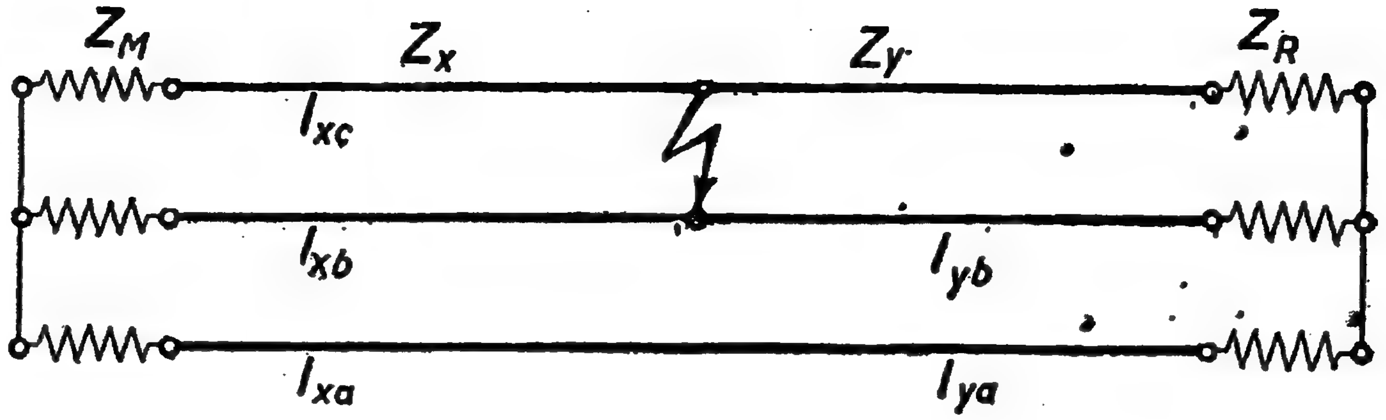
4) $(Z_{Ms} + Z_{xs})\ I_{x2} + (Z_{ys} + Z_{Rs})\ I_{y2} = 0$

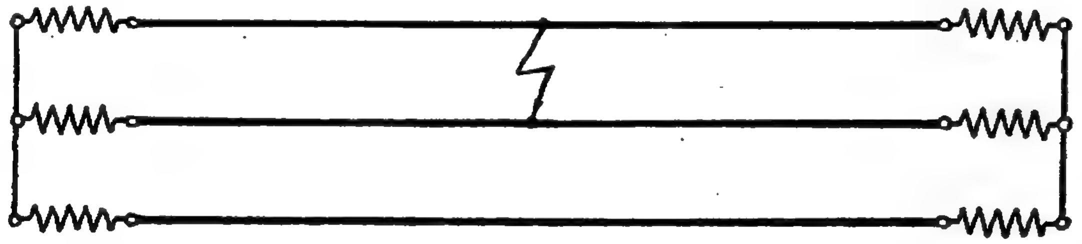
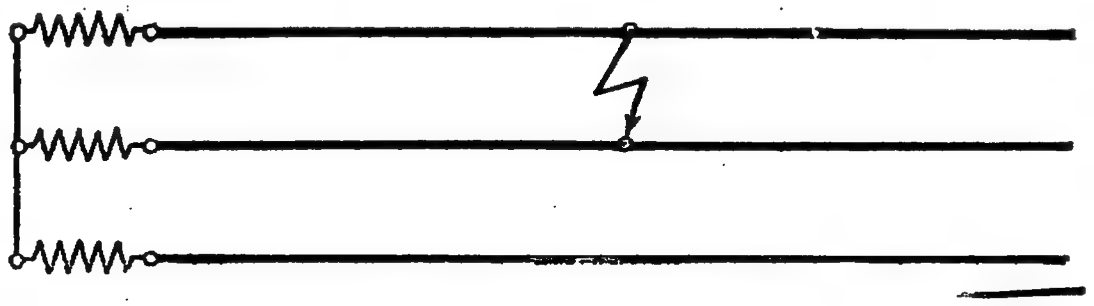
5) $I_{x1} = I_{c1} + I_{y1}$

6) $I_{x2} = I_{c2} + I_{y2}$.

Utilizzando le 5) e 6), possiamo subito ridurci a considerare un sistema di quattro equazioni con quattro incognite: I_{x1}, I_{x2}, I_{c1}, I_{c2}.

TABELLA I.



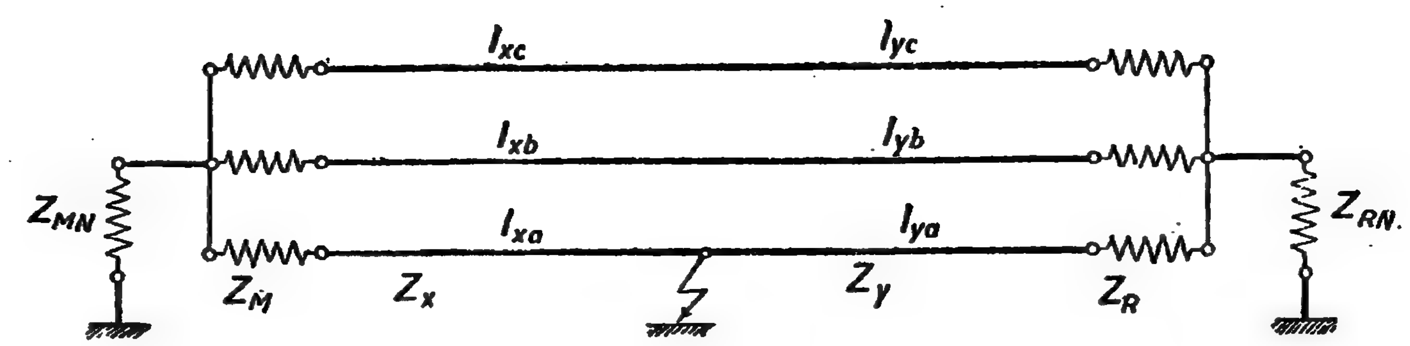
N.º d'or-dine	Schema	Δ	I_{x1}	I_{x2}	I_{c1}	I_{c2}	I_{y1}	I_{y2}
1		$AFD + BCG$	$\frac{E}{\Delta}(DF + BG)$	$-\frac{E}{\Delta} GD$	$\frac{E}{\Delta} FD$	$-I_{c1}$	$I_{x1} - I_{c1}$	$I_{x2} - I_{c2}$
2		$A + B$	$\frac{E}{\Delta}$	$-I_{x1}$	I_{x1}	I_{x2}	0	0

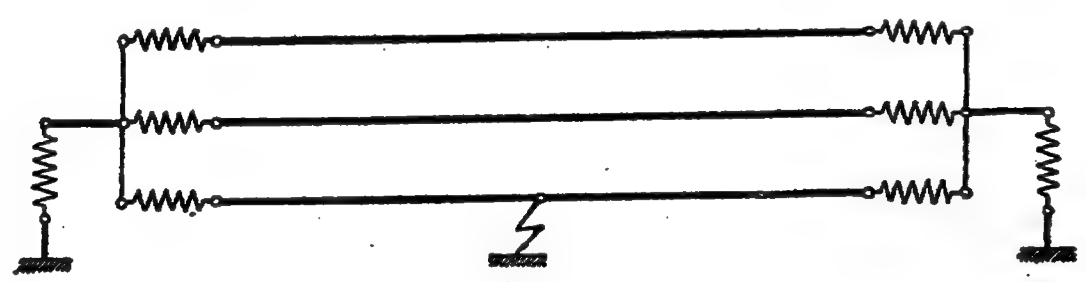
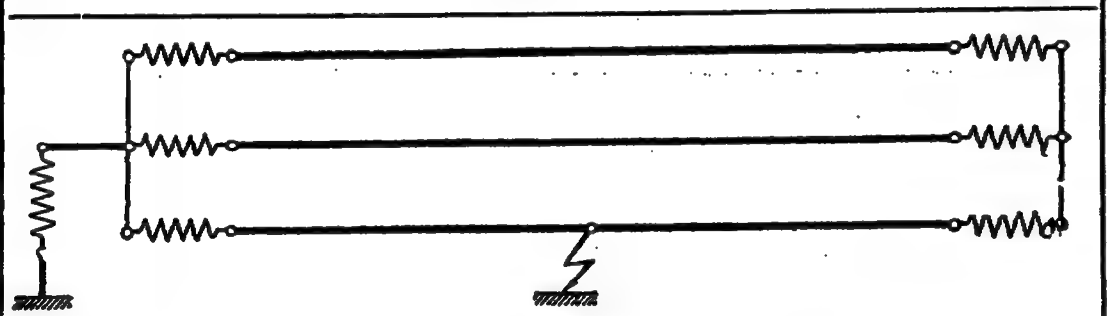
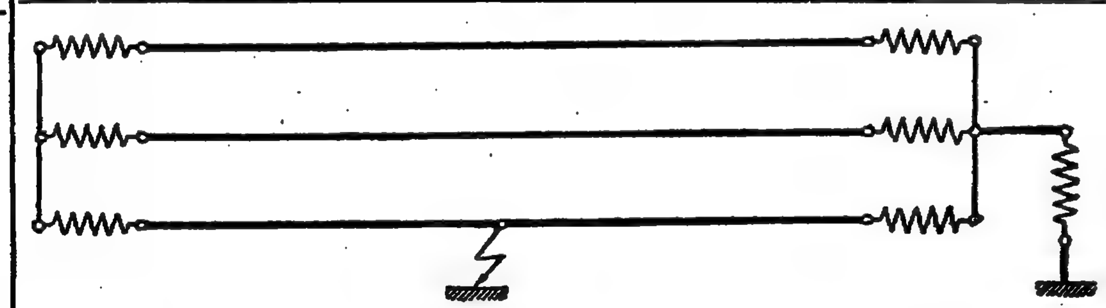
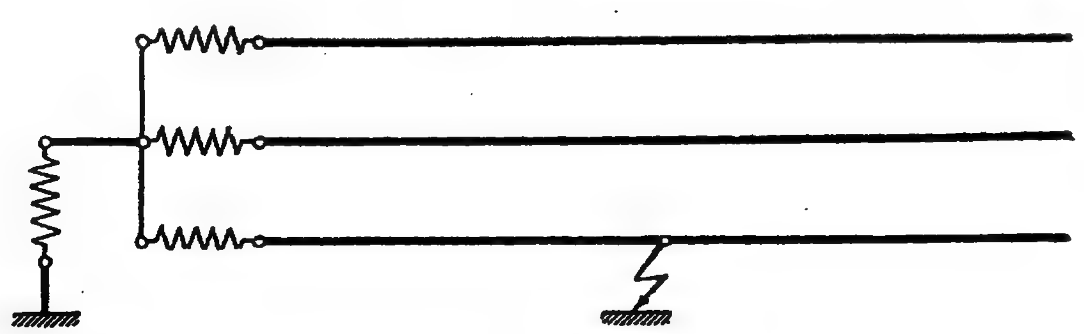
$A = Z_{Md} + Z_{xd}$ $\qquad D = Z_{yd} + Z_{Rd}$

$B = Z_{Ms} + Z_{xs}$ $\qquad F = Z_{Ms} + Z_{xs} + Z_{ys} + Z_{Rs}$

$C = Z_{Md} + Z_{xd} + Z_{yd} + Z_{Rd}$ $\qquad G = Z_{ys} + Z_{Rs}$

TABELLA II.



N.° d'or-dine	Schemi	Δ	I_{x0}	I_{x1}	I_{x2}	I_c	I_{y0}	I_{y1}	I_{y2}
1		$ACFL + ADHN + BCNG$	$\frac{E}{\Delta} BND$	$\frac{E}{\Delta} (AFL + ADN + BNG)$	$\frac{E}{\Delta} AFD$	$\frac{E}{\Delta} AND$	$I_{x0} - I_c$	$I_{x1} - I_c$	$I_{x2} - I_c$
2		$DNH + CFL + CNG$	$\frac{E}{\Delta} ND$	$\frac{E}{\Delta} (FL + DN + NG)$	$\frac{E}{\Delta} FD$	I_{x0}	0	$I_{x1} - I_c$	$I_{x2} - I_c$
3		$D^2 N + F^2 C - M C N$	0	$\frac{E}{\Delta} (F^2 - NM)$	$-\frac{E}{\Delta} FD$	$-\frac{E}{\Delta} ND$	$-I_c$	$I_{x1} - I_c$	$I_{x2} - I_c$
4		$G + H + L$	$\frac{E}{\Delta}$	I_{x0}	I_{x0}	I_{x0}	0	0	0

$A = 3 Z_{MN} + Z_{M0} + Z_{x0} + Z_{y0} + Z_{R0} + 3 Z_{RN}$
$B = 3 Z_{RN} + Z_{y0} + Z_{R0}$
$C = Z_{Md} + Z_{xd} + Z_{yd} + Z_{Rd}$
$D = Z_{yd} + Z_{Rd}$
$F = Z_{ys} + Z_{Rs}$

$G = 3 Z_{MN} + Z_{M0} + Z_{x0}$
$H = Z_{Md} + Z_{xd}$
$L = Z_{Ms} + Z_{xs}$
$M = 3 Z_{RN} + Z_{y0} + Z_{R0} + Z_{Rd} + Z_{yd} + Z_{Rs} + Z_{ys}$
$N = Z_{Ms} + Z_{xs} + Z_{ys} + Z_{Rs}$

Sviluppando tale sistema di equazioni si ottiene:

$$I_{x1} = \frac{E}{\Delta'} \left[(Z_{c0} F + B G) (D + Z_{c0}) + Z_{c1} Z_{c2} F\right]$$

$$I_{x2} = -\frac{E}{\Delta'} (C - A) Z_{c1} G$$

$$I_{c1} = \frac{E}{\Delta'} (C - A) (Z_{c0} F + B G)$$

$$I_{c2} = -\frac{E}{\Delta'} (C - A) Z_{c1} F$$

dove è

$$A = Z_{Md} + Z_{xd}$$
$$B = Z_{Ms} + Z_{xs}$$
$$C = Z_{Md} + Z_{xd} + Z_{yd} + Z_{Rd}$$
$$D = Z_{yd} + Z_{Rd}$$
$$F = Z_{Ms} + Z_{xs} + Z_{ys} + Z_{Rs}$$
$$G = Z_{ys} + Z_{Rs}$$
$$\Delta' = (Z_{c0} F + B G) (A D + C Z_{c0}) - C F Z_{c1} Z_{c2}.$$

Per ricavare ora le correnti in caso di corto circuito tra due fasi, dovremo passare a considerazioni ai limiti; supposto che il corto circuito avvenga tra i fili b e c potremo supporre

$$Z_{ca} = Z + 3 Z'$$
$$Z_{cb} = Z$$
$$Z_{cc} = Z$$

da cui

$$Z_{c0} = Z + Z'$$
$$Z_{c1} = Z_{c2} = Z'$$

Sostituendo questi valori nelle relazioni precedenti e andando ai limiti per $Z' = \infty$ e ponendo poi $Z = 0$, si ottengono le equazioni riportate nel testo, al n. 1 della Tabella I.

2. Alle formule del caso, più semplice, che si presenta quando la linea è aperta alla estremità ricevitrice, possiamo giungere con lo stesso metodo sopra seguito, scrivendo due equazioni perchè due sono le incognite: I_{x1} e I_{x2}.

Agli stessi risultati si può anche giungere in questo caso senza ricorrere a considerazione ai limiti e senza servirsi della stella ausiliaria di impedenza, ma ponendo nelle equazioni dei circuiti la condizione

$$I_{x1} = - I_{x2}$$

dovuta al fatto che qui è

$$I_{xa} = 0$$
$$I_{xb} = - I_{xc}$$

Le formule risolutive per questo caso sono indicate al n. 2 della Tabella I.

Appendice B. – CORTO CIRCUITO TRA DUE FASI. APPLICAZIONI NUMERICHE.

Sia il caso di una linea semplice, nella quale, come indicato nella fig. 4, il corto circuito tra le fasi b e c è supposto alla estremità ricevitrice della linea aperta.

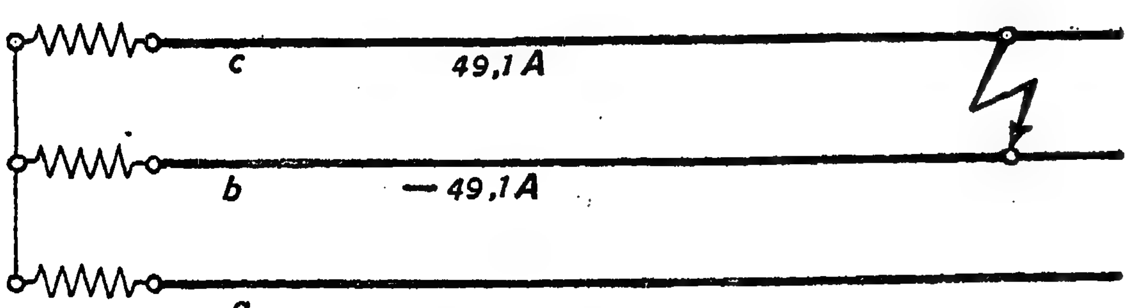


Fig. 4.

Il tipo di collegamento delle fasi dell'alternatore e del trasformatore e il fatto che questo sia a flusso libero o forzato non ha qui importanza di notare, perchè tali fattori hanno influenza solo sulle impedenze del sistema generatore alle correnti di sequenza zero (che non riguardano il calcolo che noi stiamo qui per eseguire) e perchè l'esempio si limiterà alla determinazione delle sole correnti sull'A. T. Nel nostro caso interessano solo le impedenze alle correnti di sequenza diretta ed inversa che, per le ammissioni fatte al § 1, sono uguali tra loro, nel caso di macchine statiche e di linee.

Supporremo inoltre:

Alternatore

Potenza 5000 kVA
Tensione stellata normale 5300 Volt
Impedenza alle correnti di sequenza diretta j 18 Ω.
Impedenza alle correnti di sequenza inversa j 7.2 Ω.

Trasformatore.

Potenza 12.000 kVA
Rapporto di trasformazione a vuoto 7.
Impedenza, riportata sull'A. T., alle correnti di sequenza diretta j 13,2 Ω.
Impedenza, riportata sull'A. T., alle correnti di sequenza inversa j 13,2 Ω.

Linea.

Impedenza alle correnti di sequenza diretta 21 + j 22 Ω.
» » » » » inversa 21 + j 22 Ω.

La resistenza dell'alternatore e del trasformatore si può ritenere trascurabile ed è stata perciò omessa; a scopo di semplificazione, ometteremo anche la resistenza della linea che, per la grande reattanza offerta dal sistema generatore, ha in complesso una influenza piccolissima sui risultati, come è chiarito più avanti, nel primo esempio della Appendice D.

Riportando i dati di impedenza dell'alternatore sull'A. T., avremo, ricordando i simboli del § 2:

$$Z_{Md} = j\,894{,}2\ \Omega$$
$$Z_{Ms} = j\,366{,}2\ \Omega$$
$$Z_{xd} = j\,22\ \Omega$$
$$Z_{xs} = j\,22\ \Omega$$

Poniamo per la f.e.m. agente nel circuito :

$$E = 37.100 \text{ Volt}$$

Con le formule n. 2 della Tabella I scriviamo:

$$A = j\,916{,}2\ \Omega$$
$$B = j\,388{,}2\ \Omega$$
$$\Delta = j\,1304{,}4$$
$$I_{x1} = -I_{x2} = I_{c1} = -I_{c2} = -j\,28{,}4 \text{ A.}$$

Si avrà per le correnti effettive:

$$I_{xa} = I_{x1} + I_{x2} = 0 = I_{ca}$$
$$I_{xb} = \alpha^2 I_{x1} + \alpha\ I_{x2} = -49.1 \text{ A} = I_{cb}$$
$$I_{xc} = \alpha\ I_{x1} + \alpha^2 I_{x2} = 49.1 \text{ A} = I_{cc}.$$

Nella fig. 4 abbiamo segnato queste correnti; noto il collegamento del trasformatore e della macchina, facile sarebbe ricavare la distribuzione delle correnti al primario del trasformatore e nell'alternatore. Tale determinazione sarà eseguita in una prossima nota, nella quale calcoleremo anche la distribuzione delle tensioni.

2. Se ora supponiamo di inserire alla estremità della linea un trasformatore da 12.000 kVA, uguale a quello della estremità generatrice, l'impedenza del sistema ricevitore sarà evidentemente una funzione dell'impedenza di questo trasforma-

tore e della rete che esso alimenta. Tra le infinite possibilità noi considereremo solamente le due condizioni limiti: che il trasformatore abbia il secondario aperto, oppure chiuso in corto circuito su tutte e tre le fasi.

3. Nel caso che il trasformatore ricevitore abbia il secondario aperto, l'impedenza che esso offre alle correnti di sequenza diretta e inversa è quella che presenta a vuoto. Si ha nel nostro caso

$$Z_{Rd} = j\,9550\ \Omega$$
$$Z_{Rs} = j\,9550\ \Omega$$

mentre Z_{Md} e Z_{Ms} mantengono i valori dell'esempio precedente.

Supponendo ora che il corto circuito avvenga a metà della linea, si ha:

$$Z_{xd} = j\,11\ \Omega$$
$$Z_{xs} = j\,11\ »$$
$$Z_{yd} = j\,11\ »$$
$$Z_{ys} = j\,11\ »$$

e (vedi Tabella 1)

$$A = j\ 905{,}2\ \Omega$$
$$B = j\ 377{,}2\ »$$
$$C = j\ 10466{,}2\ »$$
$$D = j\ 9561\ »$$
$$F = j\ 9938{,}2\ »$$
$$G = j\ 9561\ »$$

Con le formule n. 1 della Tabella I si ha poi:

$$\Delta = -j\,123{,}7 \times 10^9$$
$$I_{x1} = -j\ 29{,}7\ A$$
$$I_{x2} = j\ 27{,}45\ A$$
$$I_{c1} = -j\ 28{,}575\ A$$
$$I_{c2} = -I_{c1} = j\,28{,}575\ A$$
$$I_{y1} = -j\ 1{,}125\ A$$
$$I_{y2} = -j\ 1.125\ A$$

Passando alle correnti effettive si ha

$$I_{xa} = -j\,2{,}25\ A$$
$$I_{xb} = -49{,}45 + j\,1{,}125\ A$$
$$I_{xc} = 49{,}45 + j\,1{,}125\ A$$
$$I_{ca} = 0$$
$$I_{cb} = -I_{cc} = -49{,}45\ A$$
$$I_{xa} = -j\,2{,}25\ A$$
$$I_{xb} = I_{yc} = j\,1{,}125\ A$$

La distribuzione delle correnti in questo caso è segnata nella fig. 5.

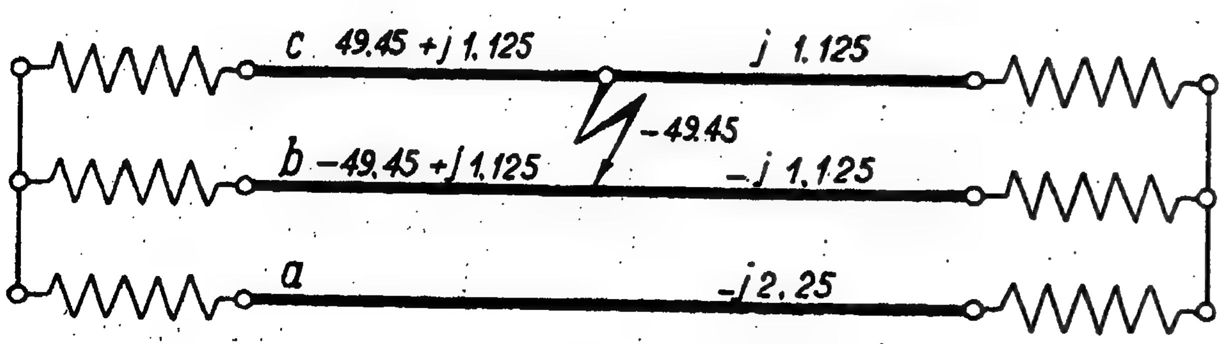


Fig. 5.

4. Nel caso invece che il trasformatore ricevitore abbia il secondario in corto circuito, l'impedenza che esso offre alle correnti di sequenza diretta ed inversa è uguale a quella di corto circuito; si ha, cioè, in questo caso:

$$Z_{Rd} = j\,13{,}2\ \Omega$$
$$Z_{Rs} = j\,13{,}2\ \Omega$$

Supposto che il corto circuito tra fase e fase avvenga a metà della linea e ricordando i valori di Z_{Md}, Z_{Ms}, Z_{xd}, Z_{xs}, Z_{yd}, Z_{ys} indicati nel precedente esempio, si ha, ricordando la Tabella I:

$$A = j\,905{,}2\ \Omega$$
$$B = j\,377{,}2\ »$$
$$C = j\,924{,}4\ »$$
$$D = j\ 24{,}2\ »$$
$$F = j\,401{,}4\ »$$
$$G = j\ 24{,}2\ »$$

Con le formule 1 della Tabella I si ha poi:

$$\Delta = -j\,17{,}25 \times 10^6$$
$$I_{x1} = -j\,40{,}5\ A$$
$$I_{x2} = j\ 1{,}26\ »$$
$$I_{c1} = -j\,20{,}88\ »$$
$$I_{c2} = j\,20{,}88\ »$$
$$I_{y1} = -j\,19{,}62\ »$$
$$I_{y2} = -j\,19{,}62\ »$$

Passando alle correnti effettive si ha:

$$I_{xa} = -j\,39{,}24\ A$$
$$I_{xb} = -36{,}2 + j\,19{,}62\ A$$
$$I_{xc} = 36{,}2 + j\,19{,}62\ A$$
$$I_{ca} = 0$$
$$I_{cb} = -I_{cc} = -36{,}2\ A$$
$$I_{ya} = -j\,39{,}24\ A$$
$$I_{yb} = I_{yc} = j\,19{,}62\ A$$

La distribuzione delle correnti effettive è segnata nella fig. 6.

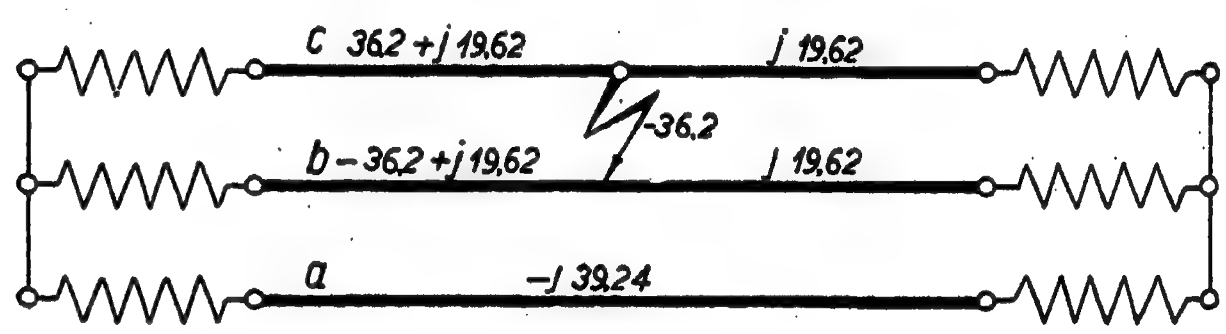


Fig. 6.

5. I casi che ora noi abbiamo trattati rappresentano, come si è detto, due casi limiti; è evidente che tutte le possibilità di carico rappresentano condizioni intermedie. Sarà quindi in generale necessario tener conto del carico di estremità, la presenza del quale può alterare notevolmente la distribuzione delle correnti nelle varie fasi e il valore della corrente di corto circuito.

Appendice C. – Sviluppo dei calcoli relativi al corto circuito a terra.

1. Applichiamo le equazioni di Kirchhoff allo schema della fig. 2 chiamando:

I_x = la corrente che attraversa il sistema generatore e la linea nel tratto x

I_y = la corrente che attraversa il sistema ricevitore e la linea nel tratto y

$3\,I_c$ = la corrente derivata dalla connessione a terra nel punto di guasto.

In questo caso entrano in giuoco tutte e tre le componenti delle correnti; la corrente $3\,I_c$ ha le tre componenti uguali tra loro e pari a I_c. Porremo perciò:

$$I_c = I_{c0} = I_{c1} = I_{c2}.$$

In complesso le componenti da considerare sono:

$$I_{x0},\quad I_{x1},\quad I_{x2},\quad I_{y0},\quad I_{y1},\quad I_{y2},\quad I_c.$$

Abbiamo:

1) $(3\,Z_{MN} + Z_{M0} + Z_{x0})\,I_{x0} + (Z_{y0} + Z_{R0} + 3\,Z_{RN})\,I_{y0} = 0$

2) $(Z_{Md} + Z_{xd})\,I_{x1} + (Z_{yd} + Z_{Rd})\,I_{y1} = E$

3) $(Z_{Ms} + Z_{xs})\,I_{x2} + (Z_{ys} + Z_{Rs})\,I_{y2} = 0$

4) $(3\,Z_{MN}+Z_{M0}+Z_{x0})\,I_{x0}+(Z_{Md}+Z_{xd})\,I_{x1}+(Z_{Ms}+Z_{xs})\,I_{x2}=E$

5) $I_{x0} = I_{y0} + I_c$

6) $I_{x1} = I_{y1} + I_c$

7) $I_{x2} = I_{y2} + I_c$

Utilizzando le 5), 6), 7) possiamo ridurci a considerare un sistema di quattro equazioni con quattro incognite:

$$I_{x0},\quad I_{x1},\quad I_{x2},\quad I_c.$$

La risoluzione di queste equazioni e la considerazione delle 5), 6), 7) ci portano alle formule risolutive indicate al n.º 1 della Tabella II.

2. Nel caso che il neutro del ricevitore sia isolato, nelle equazioni precedenti dovrà porsi

$$Z_{RN} = \infty$$

Risulta conseguentemente:

$$I_{y0} = 0$$
$$I_{x0} = I_c$$

Sono quindi sufficienti le 5 equazioni:

1) $(Z_{Md} + Z_{xd})\,I_{x1} + (Z_{yd} + Z_{Rd})\,I_{y1} = E$

2) $(Z_{Ms} + Z_{xs})\,I_{x2} + (Z_{ys} + Z_{Rs})\,I_{y2} = 0.$

3) $(3\,Z_{MN}+Z_{M0}+Z_{x0})\,I_{x0}+(Z_{Md}+Z_{xd})\,I_{x1}+(Z_{Ms}+Z_{xs})\,I_{x2}=E$

4) $I_{x1} = I_{y1} + I_c$

5) $I_{x2} = I_{y2} + I_c.$

La risoluzione di questo sistema di equazioni conduce alle formule riportate al n. 2 della Tabella II.

3. Nel caso che il sistema generatore abbia il neutro isolato, mentre il sistema ricevitore lo ha a terra attraverso una impedenza, sarà:

$$I_{x0} = 0$$
$$I_{y0} = -I_c$$

e le equazioni necessarie saranno cinque. Si ha:

1) $(Z_{Md} + Z_{xd})\,I_{x1} + (Z_{yd} + Z_{Rd})\,I_{y1} = E$

2) $(Z_{Ms} + Z_{xs})\,I_{x2} + (Z_{ys} + Z_{Rs})\,I_{y2} = 0$

3) $(Z_{y0}+Z_{R0}+3\,Z_{RN})\,I_{y0}+(Z_{Rd}+Z_{yd})\,I_{y1}+(Z_{Rs}+Z_{ys})\,I_{y2}=0$

4) $I_{x1} = I_{y1} + I_c$

5) $I_{x2} = I_{y2} + I_c.$

Al n. 3 della Tabella II sono date le formule risolutive relative a questo caso.

4. Infine, nel caso che il neutro del generatore sia a terra e la linea sia aperta alla estremità ricevitrice, si ha:

$$I_{y0} = I_{y1} = I_{y2} = 0$$
$$I_{x0} = I_{x1} = I_{x2} = I_c$$

e il sistema generale delle equazioni si riduce alla sola equazione 4) del primo caso considerato in questa appendice. La formula risolutiva per questo caso è indicata al n. 4 della Tabella II.

Appendice D. – CORTO CIRCUITO TRA FASE E TERRA. APPLICAZIONI NUMERICHE.

1. Sia il caso di una linea semplice, nella quale, come indicato nella fig. 7, si abbia un corto circuito tra fase e terra alla estremità ricevitrice della linea aperta.

Supponiamo ancora che la generatrice sia collegata a stella con neutro isolato; il trasformatore sia a flusso libero e abbia il primario collegato a triangolo e il secondario a stella con neutro direttamente a terra. In tal caso la impedenza che il trasformatore offre alle correnti di sequenza zero è uguale a quella che il trasformatore mostra quando il secondario è chiuso in corto circuito simmetrico. In tal caso, infine, la generatrice non viene attraversata da correnti di sequenza zero e perciò non si fa luogo a considerare la impedenza che la macchina presenta alle correnti di tale sequenza.

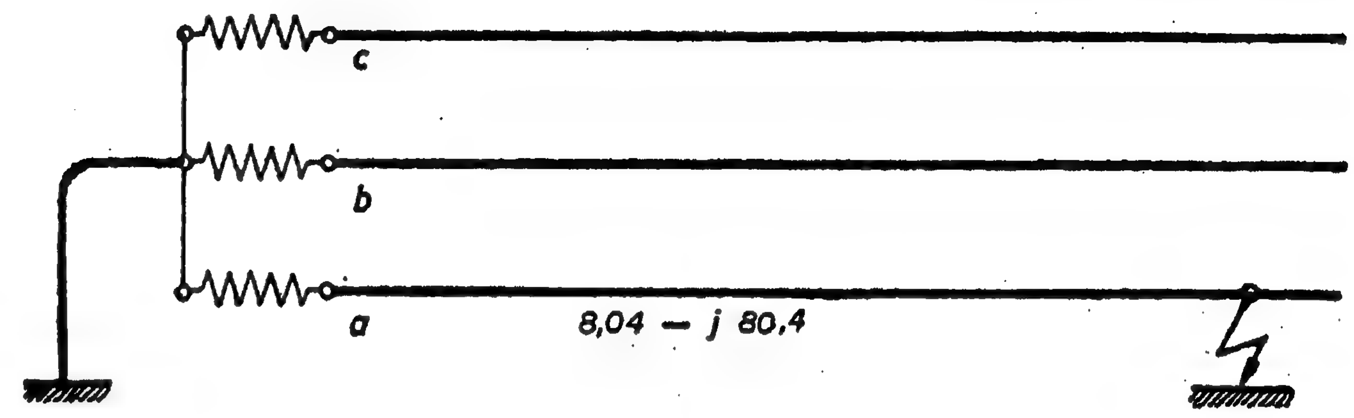


Fig. 7.

La potenza dell'alternatore e del trasformatore, la f.e.m. agente nel circuito, i dati caratteristici della linea, ecc. sono identici a quelli indicati alla Appendice B 1; riferendosi pertanto ai dati di impedenze riportati in tale Appendice e al fatto che la impedenza offerta dalla linea alle correnti di sequenza zero è pari a $97 + j\,67\ \Omega$ (1) si può scrivere:

$$Z_{MN} = 0$$
$$Z_{M0} = j\ 13{,}2\ \Omega$$
$$Z_{Md} = j\,894{,}2\ \text{»}$$
$$Z_{Ms} = j\,366{,}2\ \text{»}$$
$$Z_{x0} = 97 + j\,67\ \Omega$$
$$Z_{xd} = 21 + j\,22\ \text{»}$$
$$Z_{xs} = 21 + j\,22\ \text{»}$$

Con le formule n. 4 della Tabella II, ricaviamo:

$$G = 97 + j\ 80{,}2\quad \Omega$$
$$H = 21 + j\,916{,}2\quad \text{»}$$
$$L = 21 + j\,388{,}2\quad \text{»}$$
$$\Delta = 139 + j\,1384{,}6$$

Si ha quindi:

$$I_{x0} = I_{x1} = I_{x2} = 2{,}68 - j\,26{,}8\ \text{A}$$

e per le correnti effettive (2):

$$I_{xa} = 3\,I_{x0} = 8{,}04 - j\,80{,}4\ \text{A}$$
$$I_{bx} = I_{xc} = 0.$$

(1) Cfr.: FOCACCIA e CERILLO: « Determinazione delle costanti delle linee trifasi per l'applicazione del metodo delle coordinate simmetriche ». *L'Elettrotecnica*, 15-25 Dicembre 1928.

(2) Il valore efficace della corrente I_{xa} risulta uguale a 80,8 A e il ritardo di essa verso la tensione di 84º,5; se avessimo trascurata la resistenza avremmo trovato per I_{xa} un valore efficace di 80,4 A e un angolo di fase, evidentemente, di 90º. Siccome gli scarti sono piccolissimi, specie nel valore efficace della corrente e siccome noi qui vogliamo soltanto presentare qualche esempio di calcolo, trascureremo anche negli esempi che seguono, come abbiamo fatto nella Appendice *B*, la resistenza di fronte alla reattanza.

2. Supponiamo ora di inserire alla estremità ricevitrice della linea, un trasformatore di uguali caratteristiche di quello posto alla estremità generatrice ; supponiamo però che il neutro lato A. T. del sistema generatore sia isolato, mentre sia a terra direttamente il neutro del sistema ricevitore. Si realizzerà così lo schema indicato alla fig. 8.

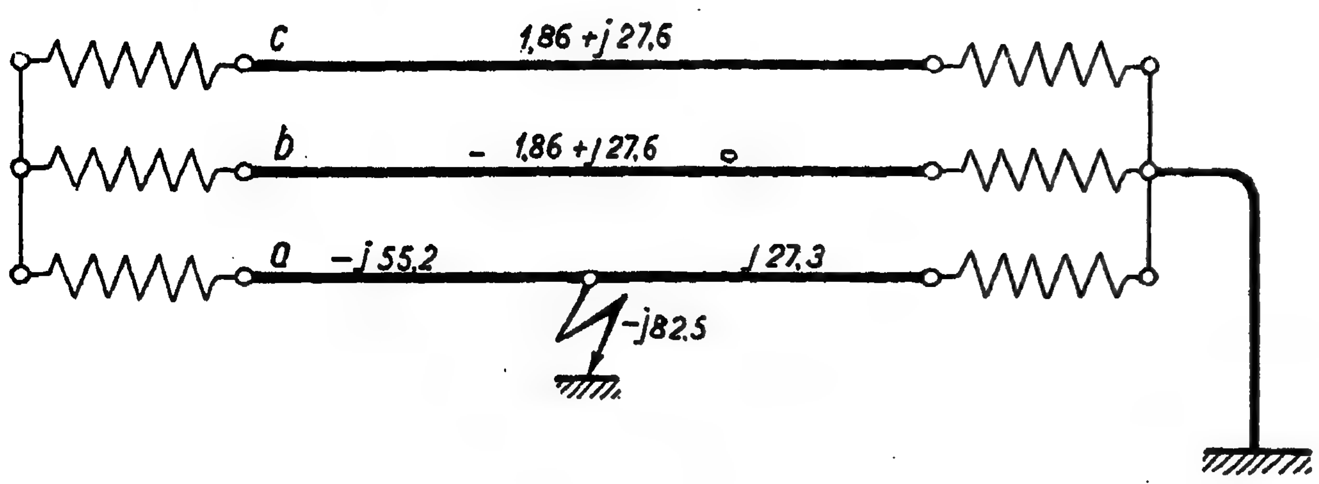


Fig. 8.

Per quanto riguarda l'impedenza che il trasformatore ricevitore presenta alle correnti di sequenza diretta ed inversa, richiamiamo quanto abbiamo detto alla Appendice B 2; in ogni modo anche qui considereremo i due casi limiti: che il trasformatore abbia il secondario aperto oppure chiuso in corto circuito su tutte e tre le fasi. Per quanto riguarda, invece, l'impedenza del trasformatore ricevitore alle correnti di sequenza zero, possiamo senz'altro dire che essa è uguale a quella che il trasformatore mostra quando il secondario è chiuso in corto circuito su tutte e tre le fasi; ciò in dipendenza del tipo scelto per il collegamento dei circuiti e per il concatenamento del flusso.

3. Supponiamo dapprima che il trasformatore ricevitore sia a vuoto. Si ha allora:

$$Z_{Rd} = j\,9550\ \Omega$$
$$Z_{Rs} = j\,9550\ \text{»}$$

Nel nostro caso è poi

$$Z_{R0} = j\,13{,}2\ \Omega$$
$$Z_{RN} = 0.$$

Il contatto a terra sia a metà della linea; si ha allora, trascurando le resistenze:

$$Z_{xd} = j\,11\ \Omega$$
$$Z_{xs} = j\,11\ \text{»}$$
$$Z_{yd} = j\,11\ \text{»}$$
$$Z_{ys} = j\,11\ \text{»}$$
$$Z_{y0} = j\,33{,}5\ \text{»}$$

Gli altri valori di impedenza che occorrono per il calcolo sono uguali a quelli del caso precedente: si ha così dalla Tabella II :

$$C = j\,10466{,}2\ \Omega$$
$$D = j\,9561\ \text{»}$$
$$F = j\,9561\ \text{»}$$
$$M = j\,19168{,}7\ \text{»}$$
$$N = j\,9938{,}2\ \text{»}$$

Con le formule 3 della Tabella II si ha poi :

$$\Delta = j\,128 \times 10^9$$
$$I_{x0} = 0$$
$$I_{x1} = -j\,28{,}7\ \text{A}$$
$$I_{x2} = -j\,26{,}5\ \text{»}$$
$$I_c = -j\,27{,}5\ \text{»}$$
$$I_{y0} = j\,27{,}5\ \text{»}$$
$$I_{y1} = -j\,1{,}2\ \text{»}$$
$$I_{y2} = j\,1\ \text{»}$$

Le correnti effettive diventano così:

$$I_{xa} = -j\,55{,}2\ \text{A}$$
$$I_{xb} = -1{,}86 + j\,27{,}6\ \text{A}$$
$$I_{xc} = 1{,}86 + j\,27{,}6\ \text{A}$$
$$I_{ya} = j\,27{,}3\ \text{A}$$
$$I_{yb} = -1{,}86 + j\,27{,}6\ \text{A}$$
$$I_{yc} = 1{,}86 + j\,27{,}6\ \text{A}$$

La corrente che va a terra nel punto di guasto è:

$$3\ I_c = -j\,82{,}5\ \text{A}$$

La distribuzione delle correnti effettive sull'A. T. è indicata nella fig. 8.

4. Supponiamo ora che il trasformatore ricevitore abbia il secondario in corto circuito su tutte e tre le fasi. Tutte le impedenze mantengono il valore indicato nell'esempio precedente, salvo Z_{Rd} e Z_{Rs} che diventano:

$$Z_{Rd} = j\,13{,}2\ \Omega$$
$$Z_{Rs} = j\,13{,}2\ \text{»}$$

Si ha allora:

$$C = j\,929{,}4\ \Omega$$
$$D = j\,24{,}2\ \text{»}$$
$$F = j\,24{,}2\ \text{»}$$
$$M = j\,95{,}1\ \text{»}$$
$$N = j\,401{,}4\ \text{»}$$

Dalle formule 3 della Tabella 2 si ha

$$\Delta = j\,34{,}62 \times 10^6$$
$$I_{x0} = 0$$
$$I_{x1} = -j\,40{,}4\ \text{A}$$
$$I_{x2} = -j\,0{,}63\ \text{»}$$
$$I_c = -j\,10{,}4\ \text{»}$$
$$I_{y0} = j\,10{,}4\ \text{»}$$
$$I_{y1} = j\,30\ \text{»}$$
$$I_{y2} = j\,9{,}77\ \text{»}$$

Le correnti effettive diventano così:

$$I_{xa} = -j\,41\ \text{A}$$
$$I_{xb} = -34{,}3 + j\,20{,}5\ \text{A}$$
$$I_{xc} = 34{,}3 + j\,20{,}5\ \text{»}$$
$$I_{ya} = -j\,9{,}8\ \text{A}$$
$$I_{yb} = -34{,}3 + j\,20{,}5\ \text{A}$$
$$I_{yc} = 34{,}3 + j\,20{,}5\ \text{»}$$

La corrente che va a terra al punto di guasto è:

$$3\ I_c = -j\ 31{,}2\ \text{A}$$

La distribuzione delle correnti effettive sull'A. T. è quella indicata nella fig. 9.

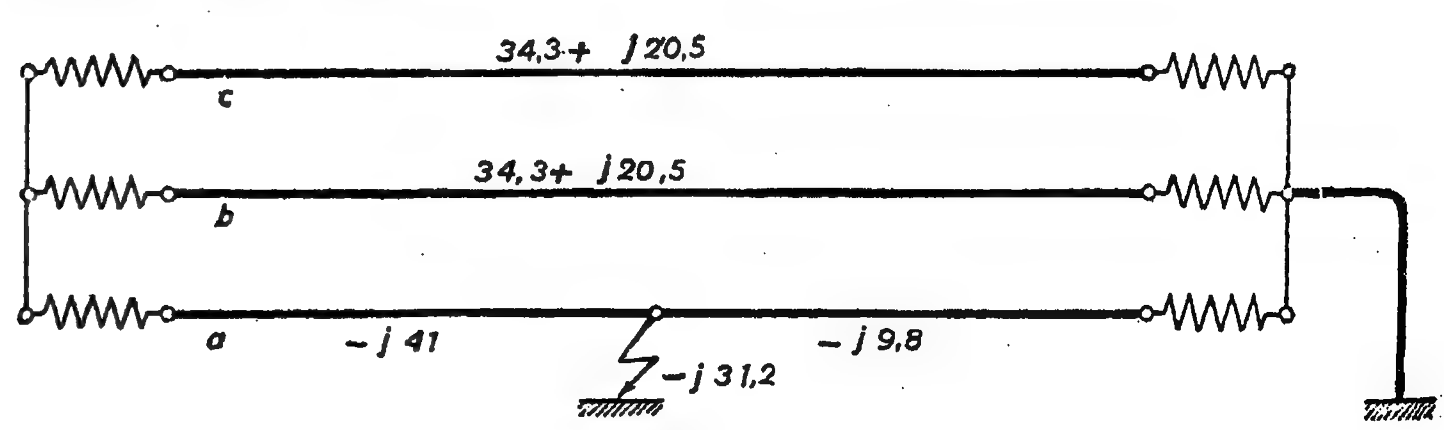


Fig. 9.

5. Gli esempi ora fatti confermano quanto abbiamo avuto occasione di dire per il corto circuito tra due fasi: che, in generale, il carico di estremità modifica notevolmente la distribuzione delle correnti e il valore della corrente di corto circuito.

ING. G. CERILLO.

Le applicazioni elettro-agricole al Congresso di Verona (1)

ING. PIETRO SIMONCINI
SOC. BRIOSCHI PER IMPRESE ELETTRICHE

Sulle possibilità pratiche di usare areostati quali organi sussidiari in lavori elettro-agricoli

È noto che durante la grande guerra la Germania si valse di palloni frenati (Drakcon Ballon) per sostenere cavi elettrici destinati a trasporti di energia e si è saputo poi che la singolare ed ingegnosa applicazione era usata particolarmente in due casi distinti, quando occorreva molta celerità nella fornitura della energia o quando il terreno per la sua natura rendeva costoso e difficile l'impianto dei sostegni della linea elettrica.

Infatti fu nelle campagne dei laghi Masuri che la Germania usò cavi lunghi oltre due chilometri.

L'idea germinata nella rovente fucina della guerra, quando gli uomini non discutevano i mezzi pur di riuscire a compiere una determinata opera nel modo più celere, visse e fruttò; e oggi il pallone frenato è diventato l'amico devoto della trattrice elettrica che, alimentata da un cavo di conveniente lunghezza, può muoversi liberamente sul terreno e compiervi tutti quei lavori che ordinariamente vengono eseguiti o a trazione animale o con motori termici. Tale è infatti la estrema semplicità del sistema che venuto alla luce due anni or sono, sta per avviarsi con sicurezza nella via pratica.

I Fratelli Mazza di Carpaneto Piacentino, due bravi e modesti meccanici, furono i primi a riprendere l'idea nata fra il fragore dei cannoni e volgerla invece alle opere di pace. Le prime esperienze vennero compiute dalla Società Brioschi per Imprese elettriche or sono due anni, in territorio di Carpaneto Piacentino e, per quanto il trattore elettrico improvvisato fosse molto pesante e tutti gli altri mezzi risentissero della insufficiente preparazione, pure alcuni tecnici che vollero seguire con attenzione le prove d'allora, ne trassero lieti auspici.

Si eseguirono allora degli esperimenti di aratura in terreni tenaci e di natura argillosa e il trattore era costituito dal telaio e dai meccanismi di marcia di costruzione americana, comandati da un motore trifase a 220 V e del peso di circa 33 Ql.

L'areostato, un comune pallone costruito in tela leggera impermeabile del volume di mc 60 circa, sosteneva il cavo trifase con conduttori in alluminio; questi aveva una lunghezza di m 150 e permetteva di estendere l'azione della elettrotrattrice ad un appezzamento di terreno avente delle dimensioni approssimative di m 280 per m 280.

In questo impianto sperimentale l'areostato era amarrato direttamente al cavo elettrico di alimentazione, che così veniva soggetto ad un lavoro pel quale non era certamente chiamato. L'energia a 250 V era derivata da circuiti agricoli a 3600 V e trasformata a mezzo di una cabina mobile.

Il breve ciclo di prove mise subito in evidenza il bisogno di aumentare il volume dell'areostato per consentire una maggiore ampiezza di lavoro alla elettro-trattrice e la necessità di amarrare lo sferico ad un cavetto metallico che permettesse così di togliere al cavo elettrico la funzione di trattenere il pallone.

Il grande pregio del sistema è evidentemente quello di consentire la assoluta libertà di manovra della elettro-trattrice che non ha in questo caso nulla da invidiare al comune trattore azionato da motore a scoppio, per cui, come con quest'ultimo, è possibile compiere lavorazioni del terreno abbandonando l'obbligatorietà della marcia.

Nei comuni impianti di aratura elettro-meccanica qualunque sia il sistema dal Fowler agli altri che hanno preso origine dallo stesso, è noto che l'aratura viene eseguita assolutamente con movimento di *va e vieni*.

Ora se il sistema si presta per le grandi colture agostane e per terreni nei quali l'apprestamento alla semina è costante per tutta la zona dell'appezzamento, non è praticabile invece quando si tratta di appezzamenti che devono essere lavorati in zone o strisce con solchi ad assi normali, nel quale caso evidentemente il bilanciere non può lavorare che una categoria determinata di strisce, non potendosi neppure lontanamente pensare alla lavorazione delle altre con lo stesso impianto, inquantochè ciò richiederebbe un completo nuovo adattamento dei meccanismi per ottenere una traiettoria del bilanciere normale a quella precedente. È indubitato cioè, che qualunque siano i cantieri di lavorazione del terreno, quando la trazione del polivomere avviene a mezzo di fune, la disposizione dei



Fig. 1. - La elettro-trattrice al lavoro.

solchi per ogni piazzamento dei meccanismi non può essere che una sola. Vi è effettivamente una povertà di movimenti, che in certa misura limita l'applicazione dell'apparecchio.

La enorme diffusione del trattore termico si deve infatti precipuamente a questa sua assoluta indipendenza di direzione

(1) Relazioni della Sezione Tecnologica dell'*Unfiel* al Congresso Elettro-Agricolo di Verona, 13 Marzo 1930.

che lo rende atto alle più difformi coltivazioni del terreno, alla creazione di zone finitime lavorate in senso opposto, al celere apprestamento di cunette di scolo, nella zona arata, cunette aventi direzioni varie rispetto alle linee fondamentali di ribaltamento della superficie del terreno, e che si devono ordinariamente eseguire a trazione animale o con un trattore termico, quando la lavorazione del campo è fatta con apparecchi funicolari.

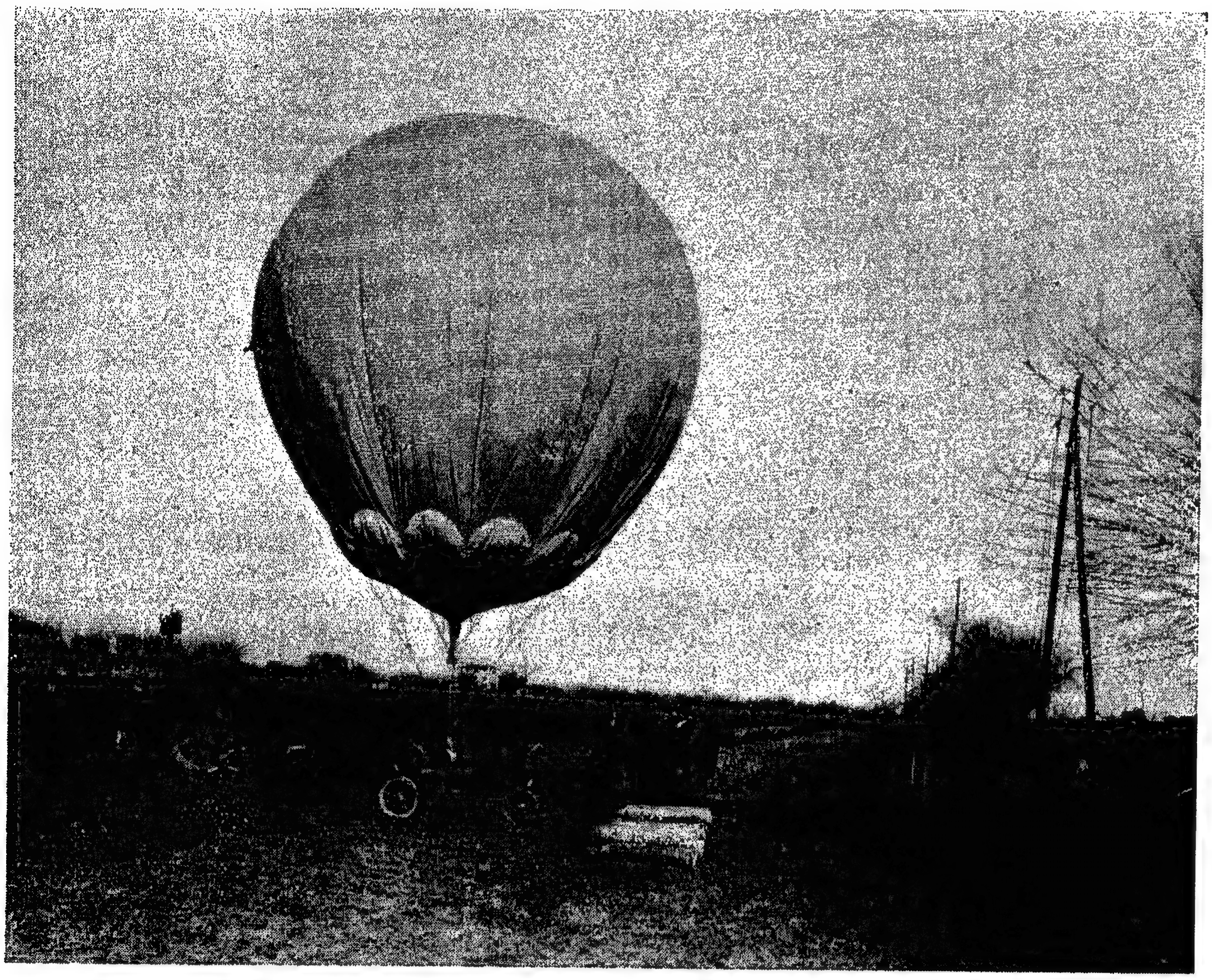


Fig. 2. - Il pallone da mc 160 che sta prendendo quota.

Queste doti indubbiamente preziose non mancano alla elettro-trattrice alimentata con cavo sostenuto dall'areostato.

La presa di contatto tripolare circolare consente la completa rotazione della macchina, senza torsioni sul cavo, e l'ampiezza di dislocamento della medesima è in funzione della lunghezza del cavo, per cui è tecnicamente facile raggiungere superfici aratorie vastissime. Naturalmente quest'ultimo criterio trova un temperamento nel volume dell'areostato che è in funzione della forza ascensionale che deve sviluppare, quindi in funzione del peso e della lunghezza del cavo alimentatore e di quello di sostegno. Ad ogni modo le facoltà d'indipendenza della elettro-trattrice diventano quasi assolute quando si considerino in rapporto al lavoro ordinario che la stessa deve affettuare, e pertanto essa può competere coll'ordinario trattore termico nei lavori di aratura del terreno.

Ma non è audacia pensare che la elettro-trattrice così come funziona in un cantiere con areostato possa servire ad eseguire molti di quegli altri lavori che l'industria agricola annovera fra i più interessanti.

E mi limiterò a ricordare la semina del grano nei grandi appoderamenti e la mietitura dello stesso. La elettro-trattrice come rimorchia un aratro, può trascinare una seminatrice ordinaria o una mietitrice legatrice, compiendo lo stesso lavoro che oggi viene riserbato al trattore termico, accudendovi colla stessa diligenza. Siamo pertanto davanti ad una nuova forma applicativa che esce dai confini comuni seguiti fino ad ora, soluzione che tenta di arrivare alla alimentazione elettrica diretta della macchina operante, nella forma più semplice, meno dispendiosa e più sicura.

Certamente più semplice, meno dispendiosa e più sicura di una elettro-trattrice alimentata con cavo trifase o monofase (se a corrente continua): più semplice poichè nel tipo che descriviamo non vi sono aspi che devono essere comandati dalle ruote di marcia della trattrice per non sottoporre il cavo a sforzi traenti o a rilassi dannosi nell'avvolgimento sull'aspo.

Questi meccanismi che sovraintendono all'avvolgimento e svolgimento del cavo, costituiscono una parte notevole della elettro-trattrice, che deve così essere particolarmente costruita, aumentandone il costo, mentre quella alimentata con conduttore libero può essere ricavata da una ordinaria trattrice a motore termico, alla quale si è sostituito quest'ultimo con altro elettrico. Verrà così a costare assai meno e per la sua semplicità la sicurezza verrà aumentata.

Rimane poi certo che la trattrice alimentata dal cavo non possiede che la libertà di lavoro di cui gode un apparecchio a trazione funicolare, cioè è costretta a limitare la sua marcia al moto di *va e vieni*, poichè il cavo alimentatore sottoposto a strappi e a logoranti attriti non ammette altro governo se non si vuole finirlo in un breve periodo di lavoro.

Solo una trattrice ad accumulatori potrebbe vincere quella che qui si illustra, ma per ora la tecnica non ha saputo ancora dare un accumulatore leggero di così specifica resistenza che gli sia permesso di viaggiare senza rischio a bordo di un meccanismo sottoposto a continui urti, strappi e sobbalzi.

Fin qui si è cercato di mettere in evidenza i pregi che il nuovo sistema presenta, considerando in particolare modo i vantaggi che gli si possono attribuire rispetto agli impianti oggi conosciuti che provvedono agli stessi lavori.

Ma è necessario che si parli anche dei difetti e degli inconvenienti che devono essere per esattezza rilevati.

Primo di tutti l'azione che il vento esercita sulla superficie dell'areostato. I primi esperimenti compiuti infatti due anni or sono avevano dimostrato che quando il vento acquistava una certa velocità il pallone, di limitato volume, veniva sballottato e gettato verso terra impedendo così al cavo alimentatore di mantenersi regolarmente in alto, con la naturale conseguenza di impedire allora la marcia della trattrice. La forza ascensionale di circa 60 Kg, di cui si godeva, era troppo piccola



Fig. 3. - L'equipaggiamento di un cantiere in marcia.

e la componente orizzontale del vento anche se non di eccessiva intensità aveva facilmente ragione dello sferico, che investito dalla raffica doveva cadere.

In questo nuovo esperimento i palloni vennero costruiti di dimensioni maggiori ed è infatti apparsa una migliore stabilità ed una maggiore resistenza all'azione del vento. Non bisogna nascondersi ad ogni modo che in quest'ultimo vi è un nemico palese e pertanto gli studi dovranno essere rivolti a creare contro di esso una difesa efficace.

Altro elemento di rilievo è l'approvvigionamento di idrogeno che serve al riempimento dello sferico.

Oggi sono circa mc 160 che occorrono e siccome le bombole che si usano pel trasporto dell'idrogeno ne contengono circa mc 4,5 alla pressione atmosferica, sono 35 bombole che necessitano pel riempimento.

I centri di produzione di idrogeno in Italia non sono molti per cui il problema ha le sue preoccupazioni, tanto più che il trasporto ferroviario è soggetto a vincoli e limitazioni.

Infine è necessario tener presente la difficoltà del trasporto dell'areostato quando i terreni che si devono lavorare sono divisi in piccoli appezzamenti separati da piantagioni cedue, mentre diventa notevolmente imbarazzante la presenza di linee elettriche.

Non preoccupa invece la questione del ricovero notturno in quanto è di facile costruzione un *hangar* coperto di tela robusta, con ossatura di tubi di ferro, contravventato con funi metalliche, avvertendo che al ricovero nell'hangar dello sferico, si ricorrerà anche in caso di venti eccessivi.

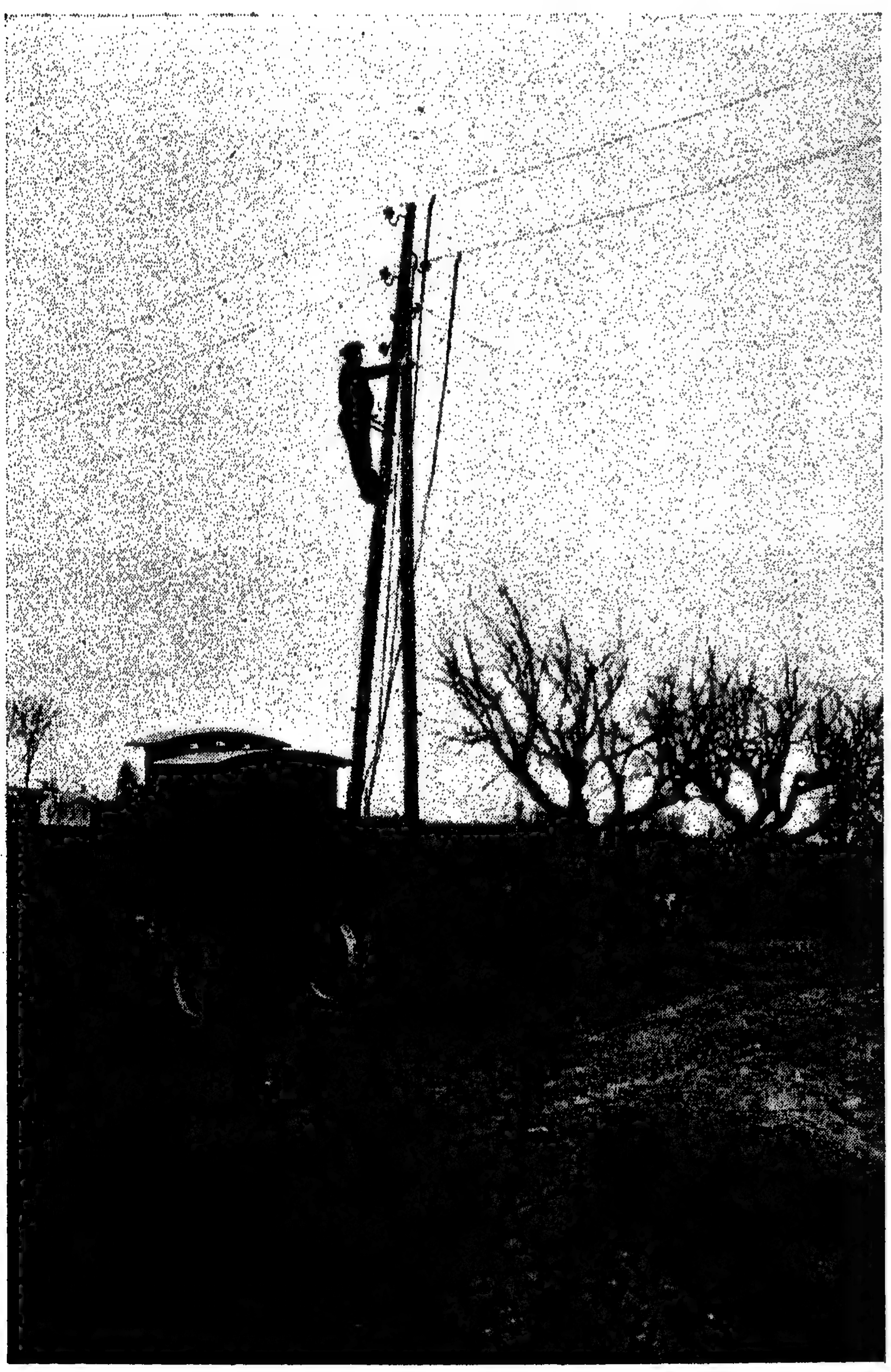


Fig. 4. - Allacciamento volante della cabina.

Converrà in ogni modo poter lavorare per tutte le 24 ore allo scopo di ripartire la spesa del gonfiamento iniziale del pallone sulla massima superficie di terreno lavorabile. Dal breve ciclo di esperimenti compiuti è risultato che le perdite giornaliere di idrogeno si limitano a circa il 2,5% del volume dello sferico e si coprono così con una bombola di gas.

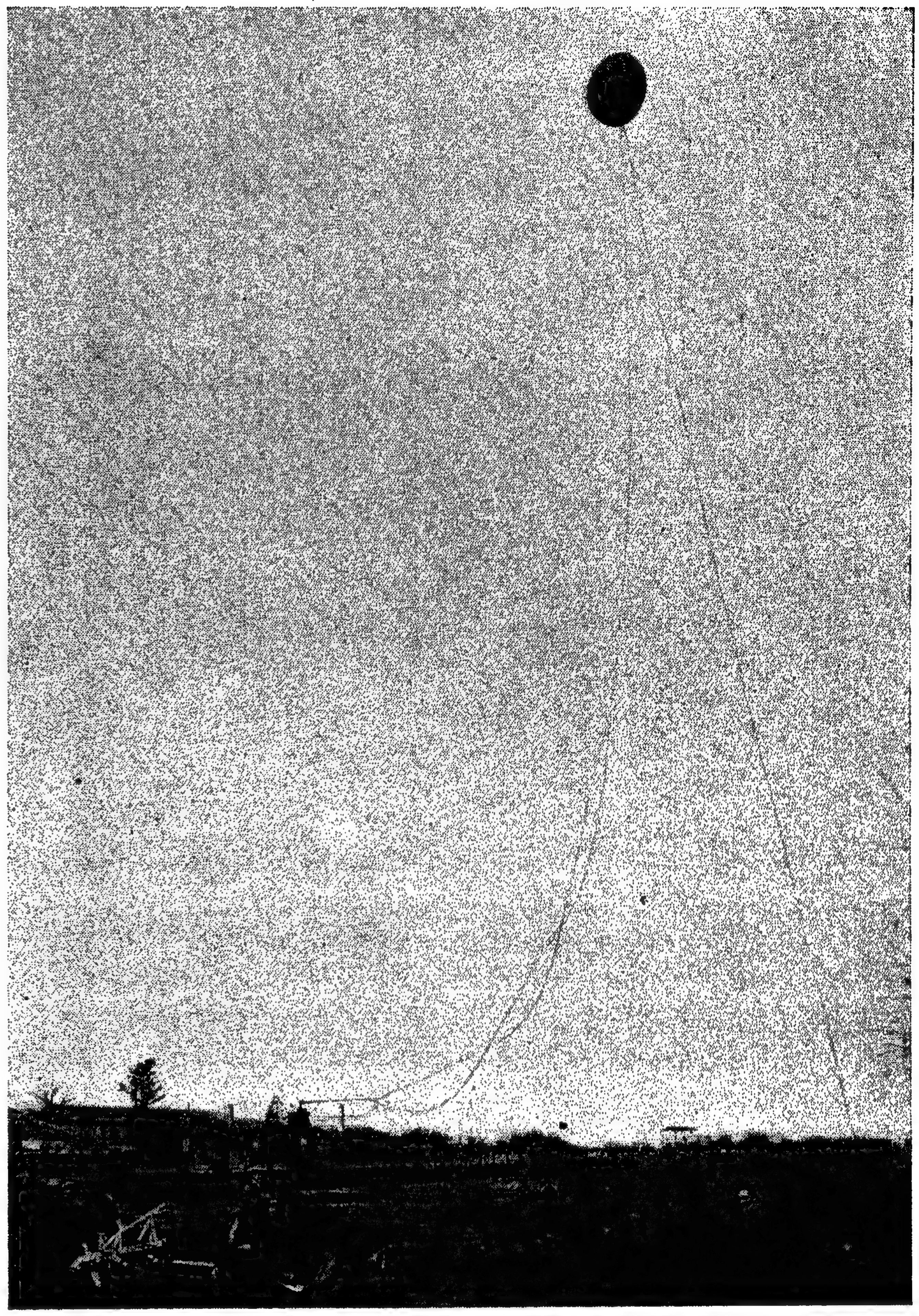


Fig. 5. - Veduta generale del cantiere in esercizio.

Vediamo ora di descrivere il nuovo cantiere di prove. Come già si disse l'areostato ha un volume di circa mc 160 e quindi una forza ascensionale corrispondente di Kg 160, ciò che gli consente un raggio d'azione notevolissimo, poichè in rapporto al lieve peso del cavo per metro lineare, si può disporne di uno assai lungo.

L'amarro dello sferico è fatto da un cavetto in acciaio del diametro di mm 4,5 che si avvolge sopra un argano mosso a mano e fisso ad un telaio a ruote, avente una stazzatura sufficiente da garantire l'ormeggio dell'areostato. Il peso di questo argano, che porta anche il tamburo su cui si avvolge il complesso dei tre cavi monofasi e che quindi ha l'asse parallelo all'aspo del cavo di acciaio, è di circa Kg 250.

L'alimentazione della elettro-trattrice è fatta con tre cavi monofasi in alluminio della sezione di mmq 15 cadauno isolati per una tensione d'esercizio di V 500. Man mano che il pallone viene liberato per raggiungere la quota media che egli mantiene durante il lavoro, i cavi monofasi pel tratto compreso fra lo sferico e il *tamburo-argano*, si svolgono insieme al cavo metallico e le forcelle in alluminio che in numero di otto tengono insieme i tre cavetti, vengono con morsetti a molla fissate a distanze uguali al cavetto metallico. È chiaro che il tratto di cavetto corrente fra lo sferico e la trattrice è stato precedentemente allestito allontanando quest'ultima dal cavo-argano di m 250, quanto è la lunghezza di uno dei tratti del cavo, e avvicinandola poi al *carro-argano* man mano che lo sferico prende quota.

Da questo momento il cantiere è pronto a funzionare ed è chiaro poi come si svolga il lavoro della trattrice sul terreno.

Per quanto allo stato attuale delle prove sia assai difficile stabilire con sufficiente esattezza le spese di esercizio di un tale cantiere di aratura, pure a titolo di indagine si è voluto raccogliere negli specchi che seguono delle cifre, che potranno servire come elementi di paragone con gli altri metodi e sistemi di lavorazione del terreno.

COSTO MEDIO DI UN CANTIERE

1° Pallone sferico del volume di mc 160 circa, in tela impermeabile	L.	5400.—
2° Cavi monofasi in alluminio isolati per 1000 V della sezione di mm² 15 cadauno per una lunghezza complessiva di m 750 a L. 2 al m. (Peso grammi 75 al m).	»	1500.—
3° Cavetto in acciaio (del diametro di mm 4,5, peso grammi 63 al m) per amarro dello sferico, lunghezza m 250 a L. 1.50 al m.	»	375.—
4° Telaio a ruote pel tamburo-argano	»	1000.—
5° Cavo trifase per il collegamento della cabina mobile all'interruttore posto sul telaio a ruote pel tamburo-argano e interruttore, m 200 a L. 20 al m.	»	4050.—
6° Elettro-trattrice tipo Fiat equipaggiata con un motore trifase da 30 HP a 500 Volt	»	15000.—
7° Accessori:		
a) morsetti a carrucola per l'attacco dei cavetti elettrici al cavo di acciaio	»	160.—
b) tubi in rame pel collegamento alle bombole e il passaggio del gas idrogeno all'areostato con tre prese in gomma e bacchettoni a vite	»	100.—
c) presa di corrente sulla trattrice	»	600.—
Totale costo di un cantiere	L.	28185.—
che si arrotonda in	L.	30000.—

SPESE DI ESERCIZIO

Le spese di esercizio di un cantiere di tale tipo si dividono in due categorie: costanti e variabili.

Le prime sono date dall'ammortamento e dall'interesse del capitale impiegato, le seconde dalle spese di manutenzione e del personale, dal consumo dell'idrogeno e dell'energia elettrica.

A) SPESE FISSE.

Ammortamento. – I coefficienti da usarsi per le varie parti del cantiere sono diversi; si può stabilire quanto appresso:

a) Pallone sferico – Si presuppone di ammortizzarlo in tre esercizi	L.	1800.—
b) Cavi monofasi – Si presuppone di ammortizzarli in cinque esercizi	»	300.—
c) Cavetto acciaio – idem	»	75.—
d) Telaio a ruote per tamburo-argano – in dieci annualità	»	100.—
e) Elettro-trattrice – in dieci annualità	»	1500.—
f) Cavo elettrico – idem	»	405.—
g) Accessori – in cinque esercizi	»	86.—
Totale quota d'ammortamento annua	L.	3966.—
in cifra tonda	L.	4000.—
Interesse sul capitale impiegato. – Si fissa una aliquota dell'8 % sopra un totale di L. 30.000.—	L.	2400.—
Totale spesa fissa	L.	6400.—

B) SPESE VARIABILI

Manutenzione. – Le spese maggiori potranno essere date da riparazioni agli involucri dello sferico e ai cavetti elettrici. Si ritiene di stabilire un'aliquota del 5 % sull'importo totale del cantiere .... L. 1500.—

Personale. – Il personale annesso al cantiere può essere composto di un *capo-cantiere* e di un operaio di guida. Il capo-cantiere dovrà essere usato nei periodi nei quali i servizi agricoli sono sospesi, per altri lavori di allestimento. Le prove fatte hanno dimostrato che un ettaro può essere arato in ore sei, cosicchè fissato un lavoro annuo di ettari 500 (aratura, erpicatura, semina, mietitura, ecc.) e una prestazione giornaliera di ore 18 (lavorando anche di notte) si ha una produzione di ettari tre per giorno, e un impegno totale in un anno, di giornate 166 con ore 3000 di lavoro, che a L. 2,60 all'ora danno per l'operaio di guida una spesa di » 7800.—

e per il capo-cantiere a L. 30 al giorno ...... » 5000.—

Idrogeno. – Si suppone di dovere effettuare durante l'intera campagna, dieci spostamenti e quindi di effettuare dieci riempimenti dello sferico. A questa spesa si deve aggiungere quella del giornaliero rifornimento di mc 4,5 circa: si ha allora

mc	160	×	10	=	mc	1600
giorni	166	×	4,5	=	»	747
					mc	2347

e valutando in L. 3.— al mc il prezzo dell'idrogeno compresso e consegnato in bombole » 7041.—

Totale spese variabili esclusa l'energia elettrica L. 21341.—

Il costo per ettaro diventa allora:

Spese fisse	L.	12.80
Spese variabili	»	42.68
Totale	L.	55.48

A queste spese rimane da aggiungere quella della energia elettrica che può variare a seconda del tipo di lavoro che si effettua, aratura più o meno profonda, erpicatura, sarchiatura, semina, mietitura.

Nel caso di aratura il consumo di energia può variare da 70 a 90 kWh per ettaro e anche fino a 120 se si tratta di colture agostane profonde in terreni tenaci, mentre per gli altri lavori il consumo di energia per ettaro non supera certamente i 30 kWh.

Ammessa una aratura ordinaria di cm 30 di profondità, il consumo d'energia non supererà kWh 80 per ettaro e fissato un prezzo di L. 0.30 per kWh, l'energia peserebbe per L. 24.– con un totale di spesa di L. 79.48. Questa cifra scenderebbe a L. 64.48 per i lavori leggeri.

Queste cifre subiranno un lieve aumento per i trasporti e per le spese generali che con grande larghezza possiamo calcolare in L. 30.— per ettaro comprendendo in questa cifra anche una quota per le linee elettriche che in molti casi bisognerà costruire in modo provvisorio. Si avrà così in totale:

per aratura ordinaria in terreni di media consistenza, spesa per ettaro	L.	109.48
per altri lavori agricoli leggeri, spesa per ettaro	»	94.48

Siamo così davanti a dei prezzi evidentemente convenienti se li mettiamo in rapporto a quelli che la pratica comune ci da per i sistemi attualmente in uso.

Riportiamo qui delle cifre ricavate da elementi a nostra disposizione:

Sistemi Howard e derivati.

1° Manutenzione apparecchio	L.	110.—
2° Interessi ed ammortamento apparecchio e linee elettriche	»	68.—
3° Mano d'opera	»	125.—
4° Consumo energia elettrica (si calcolano kWh 120 per ettaro)	»	46.—
5° Trasporti e lubrificanti	»	15.—
Spesa totale per ettaro	L.	364.—

Sistemi a trasmissione teledinamica veloce.

1° Manutenzione apparecchio	L.	35.—
2° Interessi e ammortamenti apparecchio e linea elettrica	»	37.20
3° Mano d'opera	»	65.—
4° Consumo energia elettrica (kWh 80 per ettaro)	»	24.—
5° Trasporti e lubrificanti	»	10.—
Spesa totale per ettaro	L.	171.20

Lavorazione con trattore a scoppio. — Un trattore di potenza adeguata per lavorazioni di aratura profonda, provvisto di motore a scoppio di circa 30 HP costa non meno di L. 25.000.— ed è provato che in terreni di media consistenza, quando abbia lavorato dai sessanta agli ottanta giorni per anno, viene messo fuori servizio in un quinquennio al massimo.

Possiamo così scrivere:

Ammortamenti 20% della spesa di acquisto	L.	6000.—
Manutenzione. – Da cifre avute da parecchi proprietari di trattori si è ricavato che per una buona conservazione della macchina è necessario spendere per anno almeno	»	1500.—
Personale. – Per ottanta giorni di lavoro a L. 25 giornaliere	»	2000.—
Petrolio e lubrificanti. – In 12 ore di lavoro giornaliero con una produzione di ettari 1.5 si ha un consumo di L. 80 fra petrolio e lubrificanti con un totale di	»	6400.—

(Si ricorda che agli agricoltori il petrolio denaturato per servizi agricoli è fatto pagare a prezzo ridotto).

La produzione annua totale essendo stata preventivata in ettari 120 si ha che il costo per ettaro è di L. 132.50.

Ne risulta così che il sistema che oggi viene alla luce si presenta immediatamente con dei coefficienti vantaggiosi rispetto a quelli che fino ad ora si conoscono, ciò che lascia bene a sperare per il futuro.

È da augurarsi che i tecnici che si occupano di questi problemi diano il loro appoggio al sistema, studiandolo nei singoli dettagli, colla massima di apportarvi quelle modificazioni che ne assicurino in modo precipuo la resistenza contro il vento e rendano più semplice ed anche meno costoso l'approvvigionamento dell'idrogeno.

ING. PIETRO SIMONCINI.

ING. CARLO CLERICI
DIRETTORE DELL'ANSI

L'illuminazione elettrica nelle aziende agricole

Le aziende agricole in generale furono tra le ultime a poter usufruire dei servizi elettrici, perchè le linee di distribuzione si estesero dapprima nei centri urbani e solo più tardi, generalizzatosi l'uso della corrente alternata, si poterono raggiungere anche i cascinali sparsi nella campagna. Ed anche in questi la prima applicazione elettrica fu quella a scopo d'illuminazione.

La ragione ne è evidente. Per poco che anche il più incolto contadino sappia fare i suoi conti, troverà presto che la luce elettrica è il mezzo più economico d'illuminarsi.

I rurali non si adattano più ad andare a dormire al tramonto anche d'inverno e bisogna che si provvedano d'illuminazione artificiale scegliendo naturalmente il sistema meno costoso.

Non occorrono grandi calcoli teorici per rilevare i costi relativi dei vari sistemi d'illuminazione. Basta comperare una candela ed usarla fino all'ultimo mozzicone tenendo conto delle ore che ha durato, oppure riempire una lucernetta di petrolio e notare le ore fino ad esaurimento del liquido.

Per la luce elettrica il calcolo è facile sapendo quanto costano 1000 Watt-ora (un kWh) e quanti watt consuma ogni lampada. Il risultato è che la luce di una lampada elettrica da 10 candele costa meno in totale, comprendendovi l'ammortamento dell'impianto e le spese di rinnovo ecc., di quello che costa la luce assai minore data da una candela o da una lucernetta. Quindi, a parità di spesa, si può avere colla luce elettrica un'illuminazione molto più abbondante. Per di più colla luce elettrica bene installata è evitato il grave pericolo di incendio e si sa per pratica che l'incendio in un cascinale, data la lontananza di servizi pompieristici bene organizzati, finisce colla completa distruzione del fabbricato attaccato dal fuoco e del suo contenuto.

Ma quello di cui gli agricoltori non si sono in genere resi conto è che possa convenire di avere molte lampade installate e di notevole potenza luminosa. Questo urta colle loro lodevoli abitudini di parsimonia, che si rifiutano ad ogni spreco.

Ma in ciò sta l'errore. Un abbondante impianto ed una profusione di luce non sono uno spreco ma un mezzo di opera che dà il suo tornaconto.

Il limitare l'impianto nelle abitazioni dei contadini ad una sola insufficiente lampadina in cucina, ricorrendo poi ai lumi ad olio e candele od altre fiamme per recarsi in altri locali, è in primo luogo uno spreco, perchè questi illuminanti sussidiari costano di più pure dando minore luce, ma sopratutto sono questi lumi vaganti i più pericolosi pel rischio di incendio, senza contare lo svantaggio del lavoro supplementare per mantenere

in efficienza lampioni, candelieri, fanali, lanterne ecc. che richiedono costanti puliture, riempimento di petrolio, aggiustaggio degli stoppini ecc.; in secondo luogo l'illuminazione scarsa può essere fonte di danni.

È provato che l'occhio umano non può funzionare bene se non a partire da certi livelli d'illuminazione abbastanza elevati.

Se la luce è troppo scarsa l'occhio vede più lentamente con minore precisione e si stanca presto. Le conseguenze di questo comportamento dell'occhio umano, che è quello che è, ed è adatto alla grande luce diurna, sono di enorme importanza se anche non sempre si può renderla evidente.

Vi sono però casi come negli stabilimenti industriali, in cui questa influenza dell'illuminazione è di facile controllo. Vi sono a centinaia per non dire a migliaia di risultati di esperienze che dimostrano come, tutte le altre condizioni restando invariate, l'aumento d'illuminazione di un laboratorio ha per conseguenza una maggiore produzione con minori scarti, con minori infortuni sul lavoro e con un maggiore benessere generale degli operai.

Nelle aziende agricole i lavori sono così svariati che non è facile istituire delle prove dirette, ma un semplice ragionamento c'induce a sostenere che poichè anche nelle aziende di campagna vi sono dei lavori che devono essere compiuti prima del levare del sole e dopo il tramonto, questi lavori, qualunque essi siano, riusciranno meglio con un'adatta e sufficiente illuminazione artificiale che non nella semioscurità.

E torneremo su questo argomento in seguito.

Ad ogni modo in ogni fattoria ci sono dei locali di abitazione ed in questi non c'è ragione di avere illuminazione di livello inferiore a quello che hanno le corrispondenti abitazioni urbane.

Assodato che la luce non è un lusso ma una spesa produttiva, le stesse ragioni che consigliano d'illuminarsi meglio devono valere anche per la campagna.

Ma facciamo un più minuto esame delle varie illuminazioni della fattoria.

Cominciamo dalla cucina che potrebbe essere bene illuminata anche da un solo apparecchio diffusore sospeso al soffitto ma contenente una lampada di potenza luminosa abbastanza elevata per circa 100 Watt. La massaia vedrà bene in ogni angolo e la pulizia, prima grande norma d'igiene, ne avvantaggerà. Ma anche la preparazione dei cibi riuscirà meglio, più spedita e senza pericolo che vi restino ingredienti estranei quali mosche per non dire altro e la salute dei lavoratori ne avrà vantaggio.

Ma anche nel rigovernare le stoviglie capiterà meno spesso di rompere delle scodelle o bicchieri. Inoltre nella cucina di campagna si riunisce di solito la famiglia per alcune ore della sera e ciascuno fa qualche cosa.

I ragazzi fanno i compiti perchè la scuola oramai è obbligatoria per tutti; le ragazze e le donne fanno lavori di cucito o di uncinetto; il capoccia legge il giornale, i giovani leggono dei libri o fanno conti; tutte queste occupazioni riescono meglio, senza errori e più spedite e senza sforzi per la vista con una migliore illuminazione e certo non vi può essere beneficio a perdere più tempo, a produrre del lavoro malfatto e per di più a danneggiarsi gli occhi, per risparmiare qualche soldo oggi mentre poi si dovranno spendere molte lire domani in medici e medicine.

Nella cucina non è mai abbastanza raccomandato di avere delle prese a muro per l'eventualità di innestarvi lampade portatili che possono occorrere presso la macchina da cucire, presso i fornelli o dove si eseguiscono lavori speciali. Tali prese a muro permettono poi anche l'uso di apparecchi domestici tanto comodi ed utili.

Nelle altre stanze d'abitazione, sala da pranzo o studi o sale di riunione, se ve ne sono, si può ripetere quanto già detto poichè se si tengono tali locali è perchè occorrono e qualcuno vi dimora per fare qualcosa che riuscirà meglio con una buona illuminazione.

Per le camere da letto è evidente la comodità ed il vantaggio e la pochissima spesa della luce elettrica sempre pronta anche di notte e senza pericoli. Anche in camera da letto le prese a muro sono consigliabili per applicazioni di una quantità di apparecchi domestici.

Ma passando ai locali veramente agricoli, cominciamo dalla stalla delle vacche. Le vacche bisogna nutrirle e poi mungerle, generalmente prima del levar del sole e senza sufficiente illuminazione tali operazioni non si possono far bene. Un agricoltore avveduto che tenne conto di tutte le spese, rilevò che solo coll'avere evitato la perdita di latte per rovesciamento di recipienti e coll'avere economizzato mezz'ora al giorno nell'operazione di dar da mangiare alle bestie, trovò di aver guadagnato assai più di quanto aveva speso nella luce per tutta la fattoria.

Nella stalla delle vacche occorre almeno una lampada da 40 Watt ogni $3{,}50 \div 4{,}50$ metri di distanza, appesa al soffitto e con un largo riflettore smaltato, a meno che il soffitto non sia tenuto sempre pulito alla calce.

Le lampade devono essere disposte nella corsìa che serve per portare il mangime ed in modo da vederci bene per le operazioni di mungitura.

Nella stalla dei cavalli la luce occorre per dar da mangiare e per mettere o togliere i finimenti, strigliare i cavalli ecc. Anche in questa stalla lampade da 40 Watt nella corsìa disposte ogni 3 metri possono bastare.

Nei fienili occorre una buona illuminazione sopratutto per evitare infortuni quando si va a prendere il fieno ed evitare incendi, troppo frequenti coll'uso di fiammelle mobili. È consigliabile una lampada da 100 a 150 Watt sospesa nel centro delle capriate con distanza fra l'una e l'altra di 6 a 9 metri.

Sotto i porticati la luce è necessaria per caricare e scaricare i carri.

Anche l'aia deve potersi illuminare per raccogliere i prodotti anche di sera in vista di cattico tempo.

Nei porcili è pure necessaria una sufficiente illuminazione per sorvegliare le bestie, dar loro da mangiare ecc.

Nelle fattorie vi è anche di solito un locale che serve da officina da falegname e fabbro per le operazioni di riparazione e queste di solito è meglio farle la sera per poter utilizzare le macchine e gli attrezzi riparati il giorno successivo. In questo laboratorio occorrerà almeno una lampada da 100 Watt sul banco di lavoro.

Nei silos una lampada di forte potenza alla sommità permette di sorvegliare la caduta del foraggio.

Se poi la fattoria ha anche la latteria dove il latte viene lavorato per farne burro e formaggio, questo locale assume l'importanza di una vera officina industriale che deve essere illuminata colle norme in uso per le officine industriali, perchè il lavoro vi si svolga rapidamente, con precisione, e colla necessaria pulizia evitando anche infortuni sul lavoro possibili, dato l'impiego di macchine molto veloci.

Anche tutti i locali secondari quali legnaie, cantine, casare, granai, rimesse, conigliere, nonchè i cortili devono avere il loro impianto d'illuminazione elettrica.

Evidentemente non occorre lasciare accese tutte le lampade installate quando in un locale non c'è nessuno a godere l'illuminazione ma è una grande comodità e sicurezza poter avere una buona illuminazione anche pei pochi minuti in cui occorre mentre per il resto del tempo si sa che le lampade spente non consumano nulla.

Ma la luce elettrica nell'agricoltura ha pure altre funzioni specifiche; per esempio, nella produzione di uova invernali. Questo problema è già noto e molto studiato. Da noi purtroppo non è ancora entrato nell'uso comune ed anzi delle affrettate esperienze fatte senza la sufficiente cura hanno reso scettici alcuni pollicultori che non si sono peritati di giudicare inefficace ed anzi dannosa tale applicazione.

È quindi necessario spendere qualche parola per rimettere il problema nei suoi veri termini.

In primo luogo è necessario avere un pollaio con galline di razza. Evidentemente delle gallinette ibride e sterili non si metteranno a fare molte e grosse uova soltanto perchè nel pollaio c'è una lampadina elettrica. La luce elettrica non può assolutamente supplire all'insufficienza delle razze od all'insufficienza o irrazionalità dell'alimentazione o ad altro. Ma supposto di avere un pollaio ben fornito di buone galline adatte a far uova grosse e che il giusto mantenimento e tutte le altre buone regole della pollicultura siano seguite, si verificherà sempre il fatto che d'inverno le uova sono scarse. Questo fenomeno non è dovuto al freddo o a congiunture astrologiche, ma semlpicemente al fatto che le galline quando non vedono più a razzolare, se ne vanno a dormire.

Ora se questo capita troppo presto come d'inverno, dopo poche ore lo stomaco della gallina è vuoto, l'organismo non è alimentato a sufficienza e la gallina non può mettere insieme le uova. Allungando ragionevolmente il giorno coll'illuminazione artificiale per dar modo alle galline di nutrirsi di più, queste continueranno a fare le uova.

Ci sono dei casi dove si è avuto comparativamente tra pollai illuminati e pollai senza illuminazione un aumento di uova invernali del 140%. Non sto quì a ripetere tutte le cautele che occorrono per l'illuminazione dei pollai. Ricordo solo che le galline sono animali molto sensibili e se l'applicazione dell'illuminazione non è fatta in modo razionale, può capitare che mutino le penne e non producano più uova.

Alcuni sostengono anche che la produzione delle uova invernali non è poi un guadagno nel numero totale delle uova deposte dalla gallina in tutta la sua vita; ma se anche ciò fosse, gli agricoltori capiscono bene cosa vuol dire avere uova fresche da vendere quando sono care invece che quando sono a buon mercato. Il costo poi di qualche ora d'illuminazione, poichè l'illuminazione non deve mai essere continuativa per tutta la notte è addirittura insignificante rispetto al valore delle uova. Si pensi che un kWh può illuminare cento galline per tre giorni.

Ma diverse altre applicazioni può avere la luce elettrica nell'agricoltura.

Per esempio per la crescita dei vegetali. Non è quì il caso che mi estenda a raccontare tutti i tentativi e le esperienze fatte su questo soggetto. Mi basti dire che è ormai provato che la luce è uno dei principali fattori del ciclo della vegetazione.

Si sono ottenuti prodotti orticoli, frutta e fiori, in un periodo di tempo ridotto e fuori stagione coll'applicazione della luce elettrica, bene inteso non trascurando gli altri indispensabili fattori, come l'ingrasso, l'umidità, l'anidride carbonica ecc.

Non mi sentirei certo di profetizzare che verrà giorno in cui le nostre campagne saranno provviste di sistemi di illuminazione artificiale per non rallentare i processi della vegetazione durante la notte e raddoppiare quindi i raccolti come se si fosse raddoppiata la superficie coltivabile della nostra Italia. Bisognerebbe prima trovare il modo di produrre l'elettricità a costi infinitamente più bassi degli attuali e per ora non se ne vede la via.

Ma pure un'applicazione ridotta della luce alla coltivazione potrà riuscire pratica anche economicamente nelle condizioni attuali per certi prodotti di lusso fuori stagione pei quali il prezzo non conta, come insalatina o piselli per Natale od asparagi o fragole invernali, ma sopratutto potrebbe essere utile l'applicazione luminosa per far germogliare i semi anticipatamente e aver pronte le piantine non appena possibile trapiantarle a dimora all'aperto.

È tutto un campo nuovo di indagini a cui volonterosi agricoltori possono dedicarsi con speranza di successo.

Nè posso tralasciare di parlare di un'altra utilissima applicazione della luce elettrica nei campi specie per gli ortaggi e pei frutteti, per la difesa dei prodotti. I vermi delle infinite specie sono dei terribili distruttori e guastano prodotti per somme ingenti. Ora, i vermi non sono che uno stadio del ciclo di vita degli insetti che nella forma perfetta sono quasi tutti del tipo farfalle che depongono le uova sulla frutta e sulle piante e da esse nascono le dannose larve.

Orbene, è noto che le farfalle volano volentieri verso la luce: predisponendo delle brillanti lampade sopra delle bacinelle contenenti acqua e petrolio, accade che le farfalle attirate dalla luce vengano ad annegarsi nella bacinella e quindi non depongono più le temute uova. Su questa applicazione si hanno già dei resoconti importanti che dimostrano la possibilità di rendere quasi del tutto immuni dai vermi certi prodotti.

Noterò anche che non tutti gli effetti della luce sono ancora bene conosciuti completamente. Ad esempio nel nostro secolo di progresso è vezzo comune schernire come zotici i villici che credono all'influenza della luna e seminano nel plenilunio certe varietà di colture. La luna, dicono i più, era buona per i romantici e poichè anche quelli sono passati di moda, la luna non serve più a nulla.

Ma questo giudizio sommario potrà forse venire presto sottoposto a revisione. Si è scoperto che la luce lunare è per 1/10 luce polarizzata e si è anche scoperto che la luce polarizzata ha una speciale influenza sulla germinazione.

Se nuovi studi confermeranno tali particolarità, un nuovo campo di applicazioni agricole potrà aprirsi alla luce elettrica che facilmente si potrà usare in forma polarizzata.

Nè i miracoli della scienza della luce sono per anco finiti.

È alle viste una novità sensazionale, cioè una nuova lampada elettrica ad incandescenza che contiene anche un piccolo arco a vapore di mercurio. È un'invenzione che ha poche settimane di vita tanto che non abbiamo potuto riceverne ancora alcun campione dall'America. La particolarità di tale lampada è che emette dei raggi ultravioletti di certe predeterminate lunghezze d'onda quante ne contiene la luce solare di mezzogiorno senza avere insieme tutta la luce bianca ed il calore che emanano dal sole meridiano.

A tutti è ben nota la benefica influenza della luce solare diretta che è anche usata in speciali sanatori detti elioterapici per guarire molte malattie ed è appunto a quei speciali raggi ultravioletti che la nuova lampada produce artificialmente che è dovuta tale benefica azione del sole.

Ma che c'entra l'agricoltura? chiederete voi. L'allevamento del bestiame è parte integrale della nostra agricoltura e tutti gli animali sono al pari dell'uomo soggetti all'influenza dei raggi ultravioletti.

Anche su questo argomento non posso dilungarmi, ma per esempio pulcini allevati coll'applicazione di raggi ultravioletti crescono più forti e più rapidamente talchè i campioni presi da una stessa covata in due mesi raggiunsero il peso e lo sviluppo che gli altri raggiungevano solo dopo tre mesi. Solo questo può far capire agli allevatori l'importanza di studiare il nuovo problema per avere pronte in un terzo meno di tempo i polli novelli da vendere quando sono pagati di più.

Ma l'influenza dei raggi ultravioletti è benefica anche sugli altri animali, previene le malattie, uccide certi parassiti, insomma è tutto un campo completo nuovo di applicazioni a cui la nuova lampada potrà certamente prestarsi mentre non era praticamente possibile ottenere raggi ultravioletti e di determinata composizione coi mezzi fino a quì a disposizione e che quindi erano riservati solo alle cliniche e dovevano essere maneggiati da medici specialisti.

Per quanto l'enumerazione delle applicazioni della luce all'agricoltura vi sembri già numerosa, sono certo di averne dimenticato parecchie sia nella pollicoltura per le incubatrici e l'allevamento dei pulcini e tante altre. Ma l'illuminazione elettrica nelle fattorie apre per così dire la via ad innumerevoli altre applicazioni elettriche che possono essere di grande utilità siano tanto applicazioni domestiche nelle abitazioni, quali ferro da stiro, bollitori, fornelli, termofori, motorini per macchina da cucire, essiccatoi da bucato, scalda acqua ecc., quanto nelle

fattorie più importanti applicazioni più importanti pel sollevamento di acqua per la pioggia artificiale, trinciatura dei foraggi, battitura del grano, essiccatoi di cereali, cottura del mangime per i maiali ed altri animali, scrematura del latte, raffreddamento del latte, conservazione dei prodotti in refrigeranti, zangole, fermentazione rapida dei foraggi insilati ecc., insomma la fattoria dell'avvenire sarà elettrificata in ogni sua parte.

È anche da tener presente che questa elettrificazione potrà procedere rapidamente date le nuove disposizioni delle società di distribuzione che per concorrere col Governo nel nobile assunto della bonifica integrale, praticano prezzi assai ridotti per le applicazioni elettro-agricole.

Quanto alle applicazioni luminose di cui si è discorso, certamente sarebbe desiderabile che Governo e Comuni riducessero od abolissero la tassa che ora colpisce l'illuminazione e che è realmente gravosa.

Finora il Governo non ha potuto accedere in generale a tale abolizione di tassa per tutti i cittadini in vista delle esigenze del bilancio statale, ma forse voi agricoltori siete in migliori condizioni che non gli urbani perchè dimostrando che per molte applicazioni di cui vi ho parlato la luce è una vera condizione essenziale della produzione, paragonabile alla forza motrice per l'industria, per esempio per i pollai, per i semenzai, per la difesa dei prodotti, potreste forse ottenere per tutte queste applicazioni l'esonero dalla tassa e dalle conseguenti misure restrittive sugli impianti.

Ing. CARLO CLERICI.

FATTI E TESTIMONIANZE

CONFERMA AUTOREVOLE.

A confermare la fondatezza delle osservazioni fatte da noi al noto Codice della strada, per quanto concerne la coesistenza delle strade e delle linee elettriche è venuto in buon punto il discorso al Senato di S. E. Di Crollalanza, il quale, con pensiero limpido e con espressioni di grande precisione, si è in proposito espresso come segue:

« Una delle osservazioni più salienti che ha fatto il relatore riguarda la materia delle concessioni. In questo campo effettivamente, volendo prendere alla lettera la legge, degli inconvenienti possono verificarsi. Il senatore De Vito ha prospettato che, nei riguardi di alcuni servizi pubblici attraversanti le strade, non può concepirsi la doppia figura giuridica del concedente, cioè di quello che ha dato la concessione del servizio, sia questi un elettrodotto o una ferrovia o tramvia o un cavo telefonico, e di quello che deve subire la servitù derivante dalla concessione, se pensi di voler dare a sua volta un'ulteriore concessione perchè l'attraversamento si compia. Effettivamente riconosco che questa materia va riveduta. Ne sono tanto convinto che ricordo al Senato che l'Azienda della strada ha impartito, subito dopo entrato in vigore il Codice, con apposita circolare, delle disposizioni intese a chiarire le finalità della legge.

« Quelle disposizioni, però, se vogliono eliminare l'equivoco delle due concessioni, mirano anche a riaffermare la volontà precisa dell'Azienda di voler evitare che i concessionari considerino la strada, come hanno fatto sin'ora, come un'area pubblica, che per essere sottoposta a servitù, non meriti alcuna garenzia, intesa a preservarla da danni ed a mantenerle la piena efficienza delle sue funzioni.

« Io penso, quindi, che debba essere chiaramente modificata questa parte della legge in modo che non ci siano più dubbi: l'Azienda considera l'attraversamento di alcuni servizi pubblici come servitù, ma la servitù intende regolare, sia nei riguardi della pubblica incolumità, che nella difesa ed efficienza del patrimonio stradale. Non può per altro, come si vorrebbe, considerarsi allo stesso modo il problema degli attraversamenti da quello dell'impianto ed esercizio di un determinato servizio lungo le strade.

Quante volte la concessione riguardi la percorrenza di un determinato servizio lungo la strada, è evidente che la competenza ad accordarla è dell'Azienda.

Questa può anche non concederla se tecnicamente si presenti la possibilità di risolvere il problema, senza sacrifizio o diminuita efficienza della strada, con il collocamento dei servizi in sede propria.

« Questo il concetto che deve ispirarci nella revisione del Codice per questa importante materia ».

ING. UMBERTO PITTALUGA

DELLA « SPES »

I riscaldatori d'acqua, le Società Elettriche e gli Utenti

GENERALITÀ.

L'esperienza di tutti i giorni mi persuade a trattare un poco a fondo l'argomento dei riscaldatori d'acqua con l'elettricità, perchè:

1) il pubblico, nella grande maggioranza, non ha che una idea molto vaga di questa applicazione della elettricità;

2) quasi tutte le Società distributrici stanno riconoscendo che il riscaldamento d'acqua è un mirabile costruttore di carico;

3) è giunto il momento per i costruttori (anche per quelli italiani) di approntare l'apparecchio *che in tutte le sue parti* risponda al bisogno.

Considererò per primo quest'ultimo punto, perchè una conoscenza un po' precisa dell'apparecchio faciliterà l'esame delle questioni che sono connesse al problema dell'applicazione stessa.

Il riscaldatore elettrico d'acqua ad accumulazione di calore è costruttivamente un apparecchio fra i più semplici.

Nessun stupore, dunque, se in pochi anni l'industria di tutti i paesi, d'America e d'Europa, abbia messo sul mercato una varietà notevole di tipi: gli Stati Uniti soltanto contano 29 fabbriche e la Svizzera, che pure ha un mercato interno limitato, allinea otto o dieci fabbriche di primissimo ordine.

CARATTERISTICHE DI UN BUON RISCALDATORE.

Un riscaldatore d'acqua perfetto dovrebbe possedere le seguenti caratteristiche:

1) essere meccanicamente bene costruito;

2) avere elementi riscaldanti a larga superficie di contatto;

3) permettere la facile sostituzione di detti elementi, senza necessità di vuotare l'apparecchio;

4) avere l'interno accessibile per la pulizia che si rende necessaria dopo un certo numero di anni di funzionamento;

5) essere munito di termostato di assoluta sicurezza capace di non subire variazioni per un buon numero d'anni e la cui regolazione normale a una temperatura non superiore ai 75° sia di regola effettuata in officina;

6) avere l'ingresso all'acqua fredda nella parte inferiore con speciali accorgimenti che evitino i gorgogliamenti e la mescolanza dell'acqua fredda con l'acqua calda;

7) avere l'uscita dell'acqua calda nella parte superiore;

8) essere opportunamente protetto con materiale isolante non infiammabile contro ogni perdita di calore e di natura tale che sia evitata la condensazione sulla superficie esterna;

9) possedere un involucro rigido, inattaccabile alla ruggine, di facile manutenzione.

Non tutti gli apparecchi che sono oggi sul mercato rispondono interamente a questi desiderata: più particolarmente nessuno degli apparecchi costruiti in Italia fino ad oggi, possiede *tutte* queste caratteristiche.

LA CALDAIA.

Generalmente il riscaldatore d'acqua ad accumulazione è costituito da un recipiente cilindrico in lamiera d'acciaio saldata autogenicamente e galvanizzata, capace di resistere ad una data pressione idraulica: in tal caso l'acqua fredda che entra dal basso fa uscire l'acqua calda dall'alto e il recipiente rimane sempre pieno. Qualche fabbricante per le località dove le acque sono ricche di calcari offre il recipiente in rame e in tal caso se la pressione dell'acquedotto supera le atmosfere 2,5 deve essere ridotta con una valvola di riduzione inserita sulla colonna montante prima dello scaldaacqua.

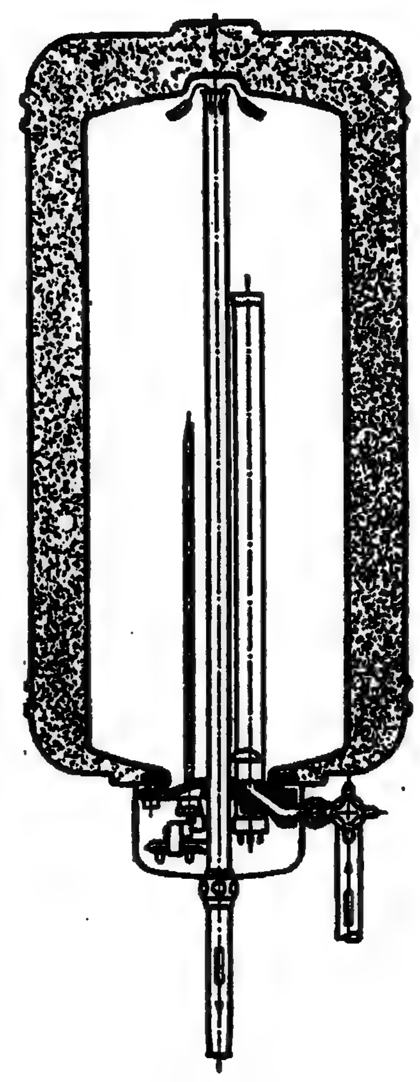


Fig. 1. - Sezione di un apparecchio a sospensione con interruttore ad ampolla di mercurio, il tipo offerto più frequentemente dalle Case europee.

Gli apparecchi a caduta, cioè quelli nei quali l'acqua calda fuoresce per gravità, sono stati abbandonati oramai da tutti i costruttori, per gli inconvenienti di varia natura ai quali danno luogo: il tipo sovravvive soltanto in Italia, eccezione non desiderata e non ultima causa, forse, della lenta diffusione fra noi degli scaldaacqua con l'elettricità.

GLI ELEMENTI RISCALDANTI.

L'elemento riscaldante è di solito situato nella parte inferiore della caldaia, lungo l'asse verticale dell'apparecchio nei tipi murali (la cui capacità non supera di regola i 150 litri), su un piano orizzontale, nei tipi di maggiori capacità, destinati a poggiare sul pavimento.

Questo elemento riscaldante era, fino a qualche tempo fa, costituito da una o più candele di materiale refrattario sulle quali veniva avvolto a spirale il filo di nichel al cromo, opportunamente isolato e sottratto all'azione deteriorante dell'aria.

Oggi più comunemente vengono usati elementi refrattari muniti di scanalature entro le quali sono sistemate le spirali di nichel-cromo, il tutto poi chiuso in una guaina metallica immersa nell'acqua contenuta nell'apparecchio. Alcuni fabbricanti americani costruiscono, da poco tempo, elementi riscaldanti nei quali il filo di nichel-cromo, attraverso uno speciale processo, viene a trovarsi annegato in una sostanza buona conduttrice del calore ed elettricamente isolata (di solito ossido di magnesio) e l'insieme incassato in un tubo di rame.

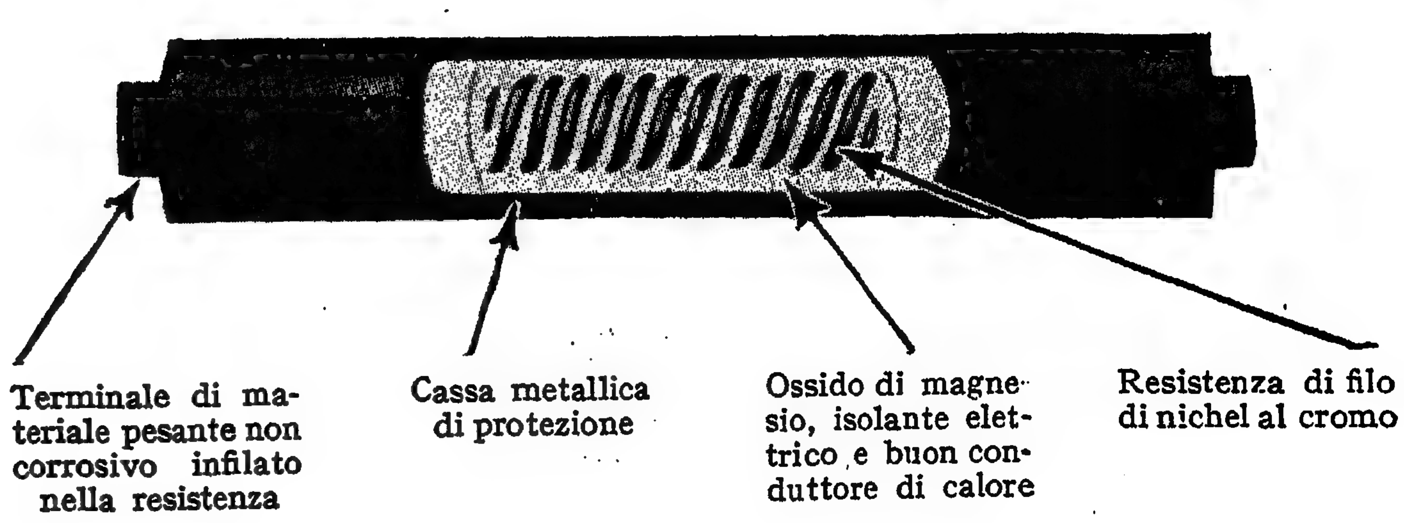


Fig. 2. - Procedimenti moderni per la sistemazione di resistenze di nichel al cromo.

L'elemento riscaldante così ottenuto ha la resistenza sottratta dall'azione dell'aria e protetta da eventuali urti meccanici, qualità che pare lo rendano praticamente indistruttibile.

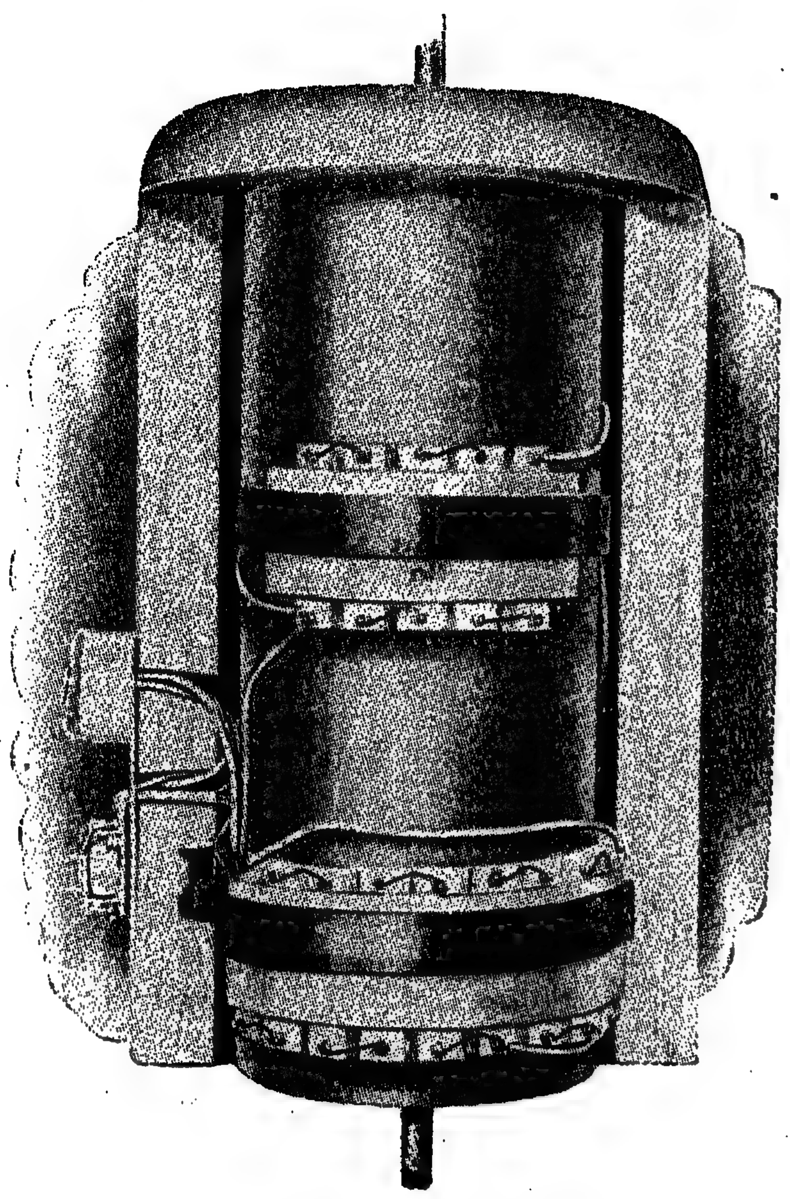


Fig. 3. - Le resistenze distribuite sulla superficie della caldaia permettono, nella concezione del costruttore, un riscaldamento più uniforme dell'acqua e la bassa temperatura del nichel cromo rende quasi impossibile la formazione di depositi.

Recentemente poi un altro costruttore americano ha sistemato le resistenze elettriche in blocchi di porcellana, di cui ha fasciato la caldaia, proteggendo poi il tutto con uno spesso strato di materiale isolante. Egli assicura di avere raggiunto così una più uniforme distribuzione di calore, diminuendo le possibilità di depositi nell'interno del serbatoio, qualità che, a mio parere, non compensano la maggior perdita di calore alla quale va soggetto il sistema.

Del resto non è detto che l'uniformità della temperatura dell' acqua contenuta in un serbatoio sia un pregio in senso assoluto. Personalmente ritengo che la possibilità di innalzare più rapidamente la temperatura di una piccola quantità d'acqua, nelle parti superiori del riscaldatore, sia vantaggio da preferire a un riscaldamento uniforme.

E trovo infatti gli sforzi di alcuni costruttori rivolti a questo scopo quando circondano il tubo contenente la resistenza di altro tubo aperto alla estremità, così che venga attivata la circolazione e piccole quantità di acqua calda siano più rapidamente approntate alla sommità del recipiente.

Resistenze multiple.

Meno comprensibile è la tendenza dei costruttori americani manifestatasi in questo ultimo tempo, a equipaggiare i loro apparecchi con due e fino a tre resistenze, ognuna comandata da un apposito termostato: si vuole probabilmente mettere l' apparecchio in condizioni di sopperire a richieste d'acqua anormali attraverso lo opportuno gioco delle temperature fissate per ciascun termostato: certamente sia il fattore di carico come quello di diversità, debbono venire avvantaggiati dalla disposizione in parola, ma poichè l'impianto deve in fondo essere previsto per la richiesta massima, c'è da domandarsi se il maggior costo di un apparecchio così attrezzato sia giustificato dai vantaggi offerti a chi si serve dell'apparecchio.

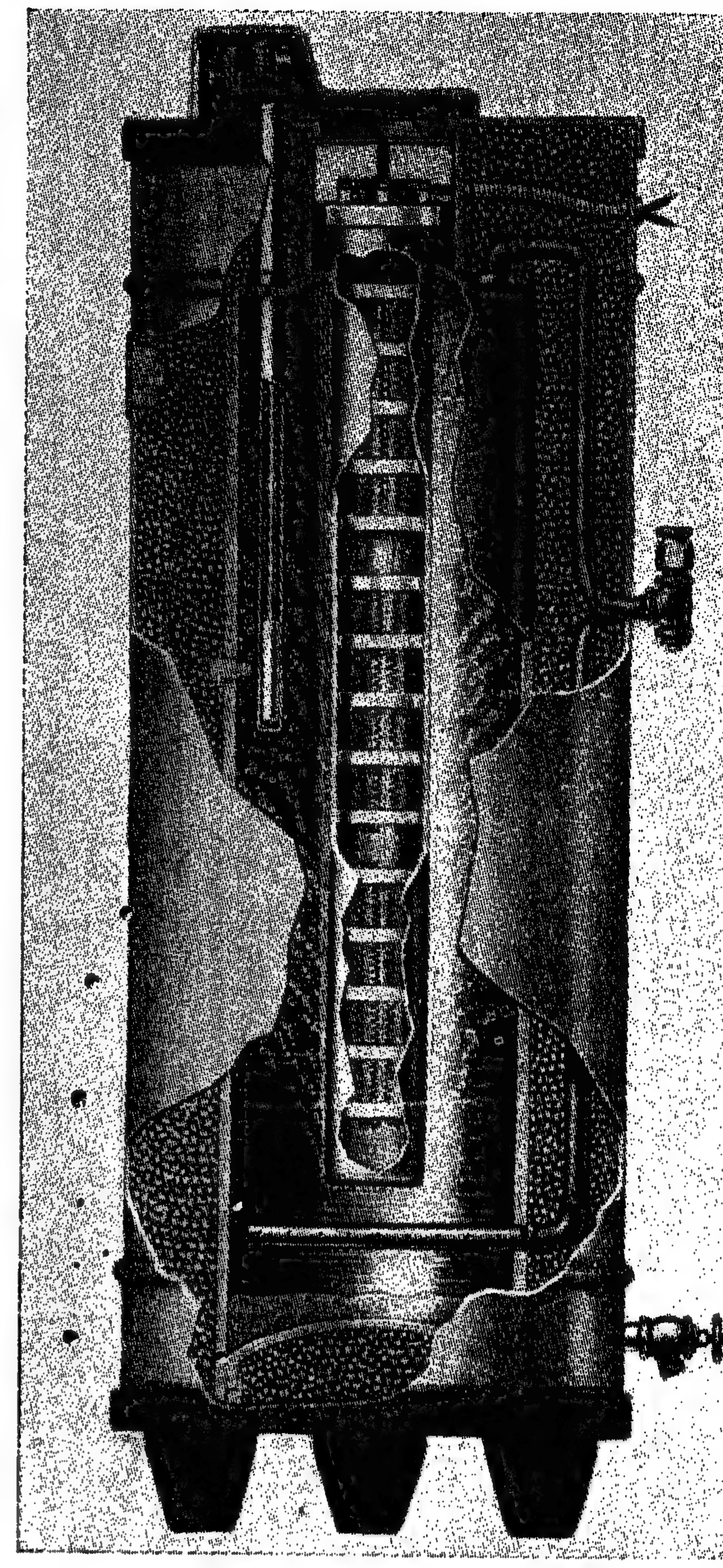


Fig. 4. - Sezione di scalda-acqua americano a 3 resistenze.

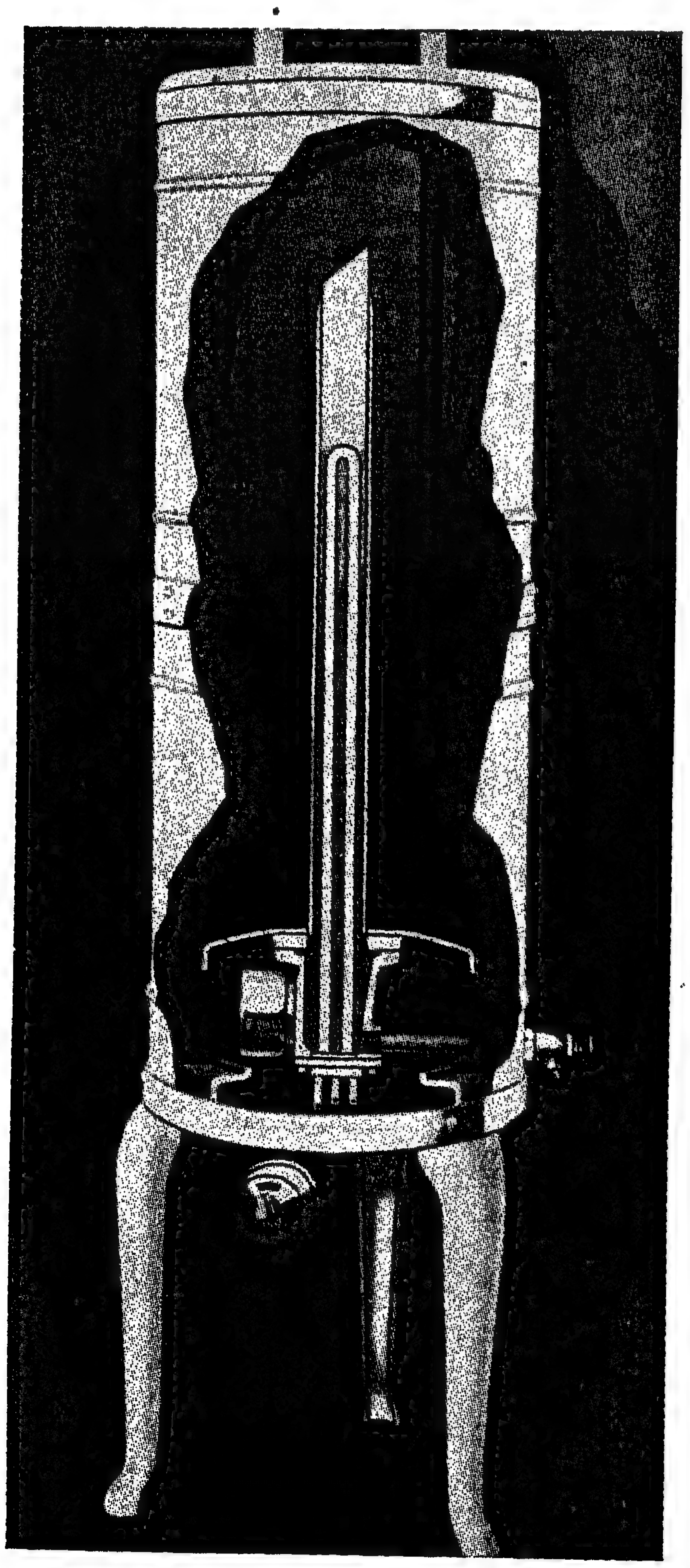


Fig. 3 a) - Scalda-acqua con tubo a circolazione a chiusura automatica, per la preparazione rapida di piccole quantità d'acqua calda alla sommità del riscaldatore.

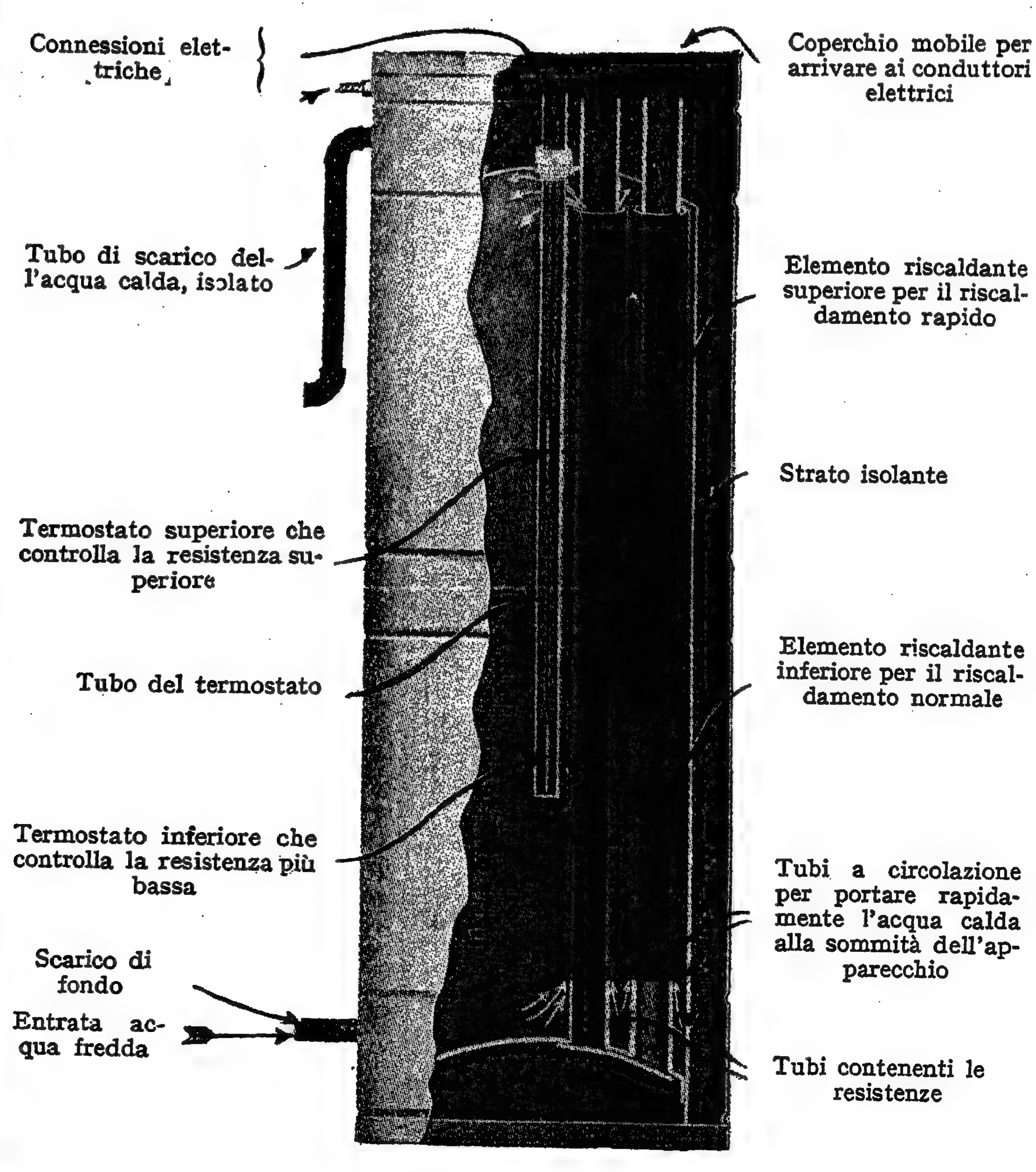


Fig. 3 b) - Sezione di scalda-acqua americano munito di due resistenze e di tubi a circolazione, controllato da due termostati.

Termostati e interruttori di corrente.

Ma sia per questi tipi a resistenza multipla, come per quelli più comuni a resistenza unica la parte vitale, il cervello dirò, dello scalda-acqua, è il termostato. È veramente si può dire che la diffusione degli scalda-acqua elettrici ad accumulazione di calore ha avuto principio quando sul mercato sono comparsi termostati precisi, perchè senza il controllo di un termostato, semplice di costruzione e sicuro di funzionamento, l'uso dello scalda-acqua non è economico, non è pratico e può essere anche pericoloso.

I tipi più comuni sono costituiti da aste bimetalliche, immerse nell'acqua, che dilatandosi in modo differente agiscono su di un relais o su di una ampolla di mercurio, provocando la rottura del contatto: lo stesso

risultato viene ottenuto in altri casi per espansione di un gas o di un liquido, contenuti in tubi o in recipienti lenticolari. Largamente impiegato in America è il cosidetto disco bimetallico di Spencer, capace di interrompere circuiti di potenza fino a 5 kW senza bisogno di relais.

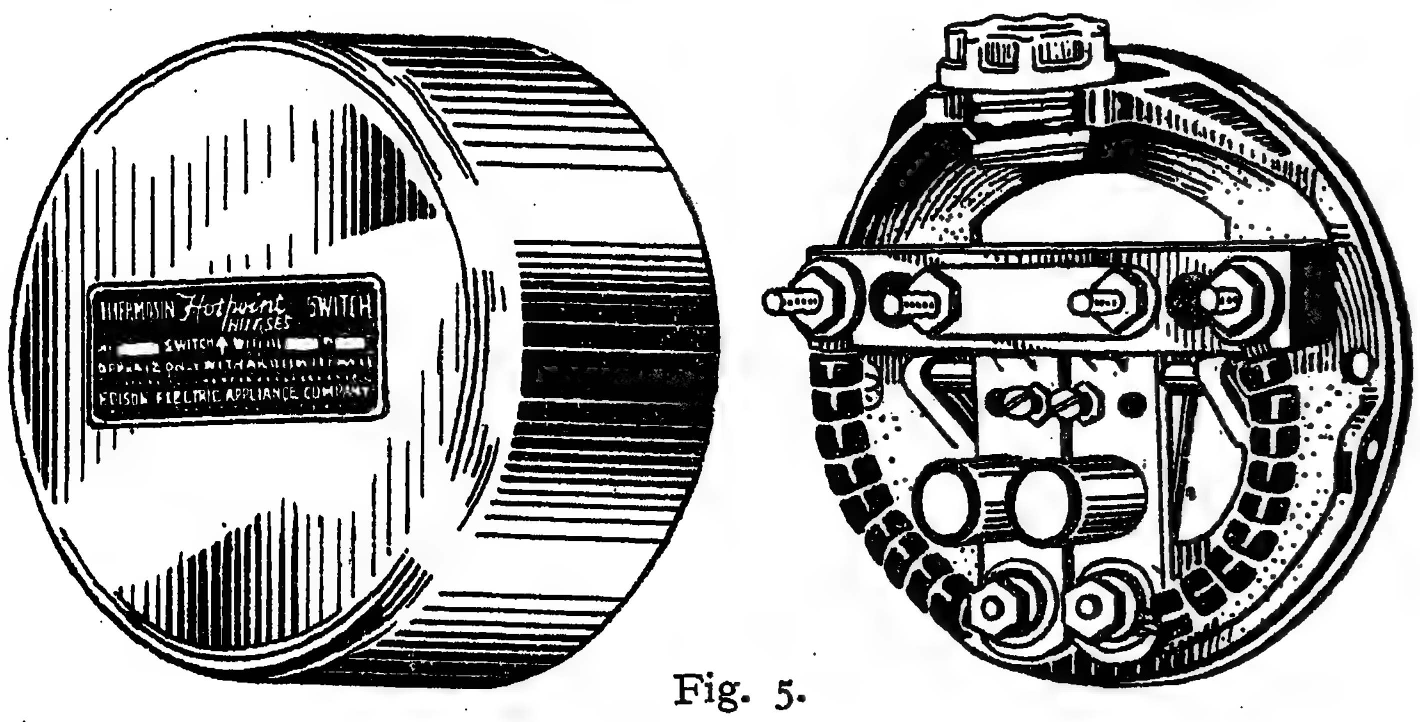


Fig. 5.

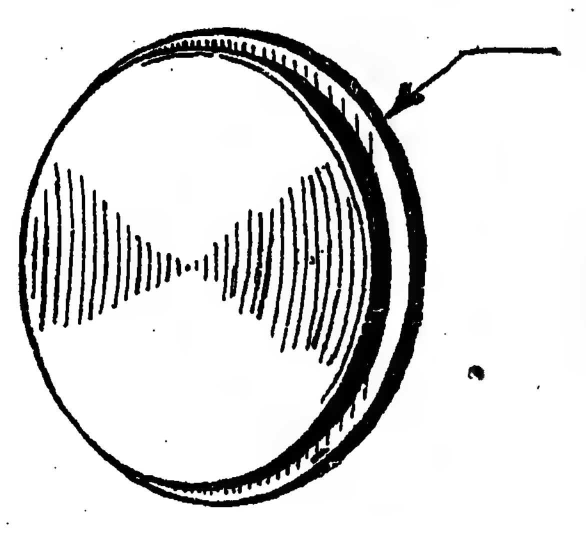


Fig. 5. - Termostato ed interruttore di grande semplicità, che può interrompere carichi fino a 5 kW.

Quasi tutti i termostati di costruzione americana non danno, a chi si serve dello scaldabagno, le possibilità di variare i limiti di temperatura per i quali sono stati regolati in officina: con questo sistema l'utilizzatore non si sente invogliato a far esperimenti di temperature diverse che si risolvono quasi sempre in una sregolazione del termostato. La temperatura più comune alla quale vengono tarati non supera gli 80° e quando sono richieste temperature più elevate, il termostato deve essere sostituito. Siccome questi termostati sono facilmente accessibili, la sostituzione di un tipo a data temperatura con altro ad altra temperatura, può anche essere effettuata ad apparecchio in funzione.

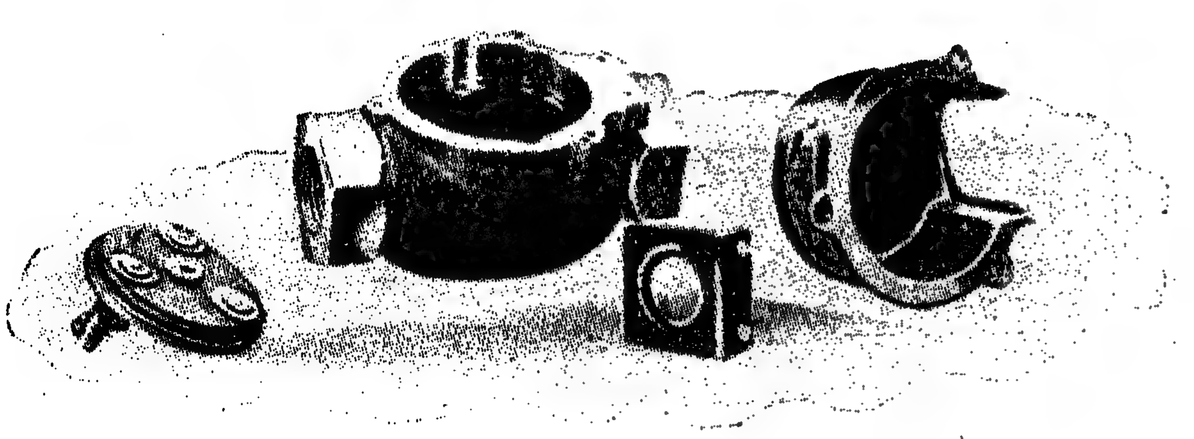


Fig. 6. - Uno dei termostati più adottato dai costruttori americani, lo «*Spencer disc*».

L'ISOLAMENTO.

Dopo il termostato, l'elemento al quale viene riserbata la maggior attenzione dei costruttori è l'isolamento: con un regolare funzionamento del termostato, un buon isolamento assicura l'esercizio economico del riscaldatore: quando l'isolamento è buono, l'acqua raccolta nel serbatoio, anche dopo parecchie ore dal momento nel quale fu tolta l'energia elettrica, perde soltanto qualche grado della temperatura iniziale. Questo significa rendimento molto elevato dell'apparecchio. Alcune case costruttrici assicurano cadute di temperatura, durante 12 ore, di 3°÷4°: io pure su apparecchi che ho sperimentati, ho riscontrato cadute di tale ordine di grandezza.

Naturalmente la temperatura ambiente, le dimensioni dell'apparecchio, le possibilità di correnti d'aria sull'apparecchio in esame, sono elementi da tenere ben presenti prima di arrivare a conclusioni definitive.

In generale un buon isolamento dipende dalla qualità del materiale isolante impiegato e dallo spessore dello strato utilizzato. Perchè gli scaldaacqua non assumano dimensioni e pesi eccessivi (l'ingombro e il peso dell'apparecchio potrebbero diminuire la facilità di diffusione di questa applicazione) il costruttore si sforza di addottare materiale che possegga alte qualità isolanti con pesi e spessori limitati.

In genere tutti i buoni apparecchi non scendono a spessori d'isolamento sotto i 7 cm; di solito superano i 10 cm.

I materiali impiegati sono in genere a struttura cellulare, che offrono quindi resistenza al passaggio del calore: sughero sbriciolato, lane minerali, feltro di crine, cartoni e magnesia d'amianto.

Forse le lane minerali hanno le caratteristiche che giustificano l'uso sempre più largo che se ne fa: basso prezzo, incombustibilità, alto potere isolante.

Il feltro di crine, dal punto di vista dell'isolamento, sarebbe ancora preferibile, ma è materiale infiammabile, come del resto anche il sughero. La lana di balsamo, che è pure utilizzata per il suo alto potere isolante che proviene dalla sua struttura, viene trattata di solito chimicamente perchè non sia infiammabile.

Un'altra qualità del materiale isolante è che non sia facile a insaccarsi: a questo scopo la sua distribuzione viene molto curata.

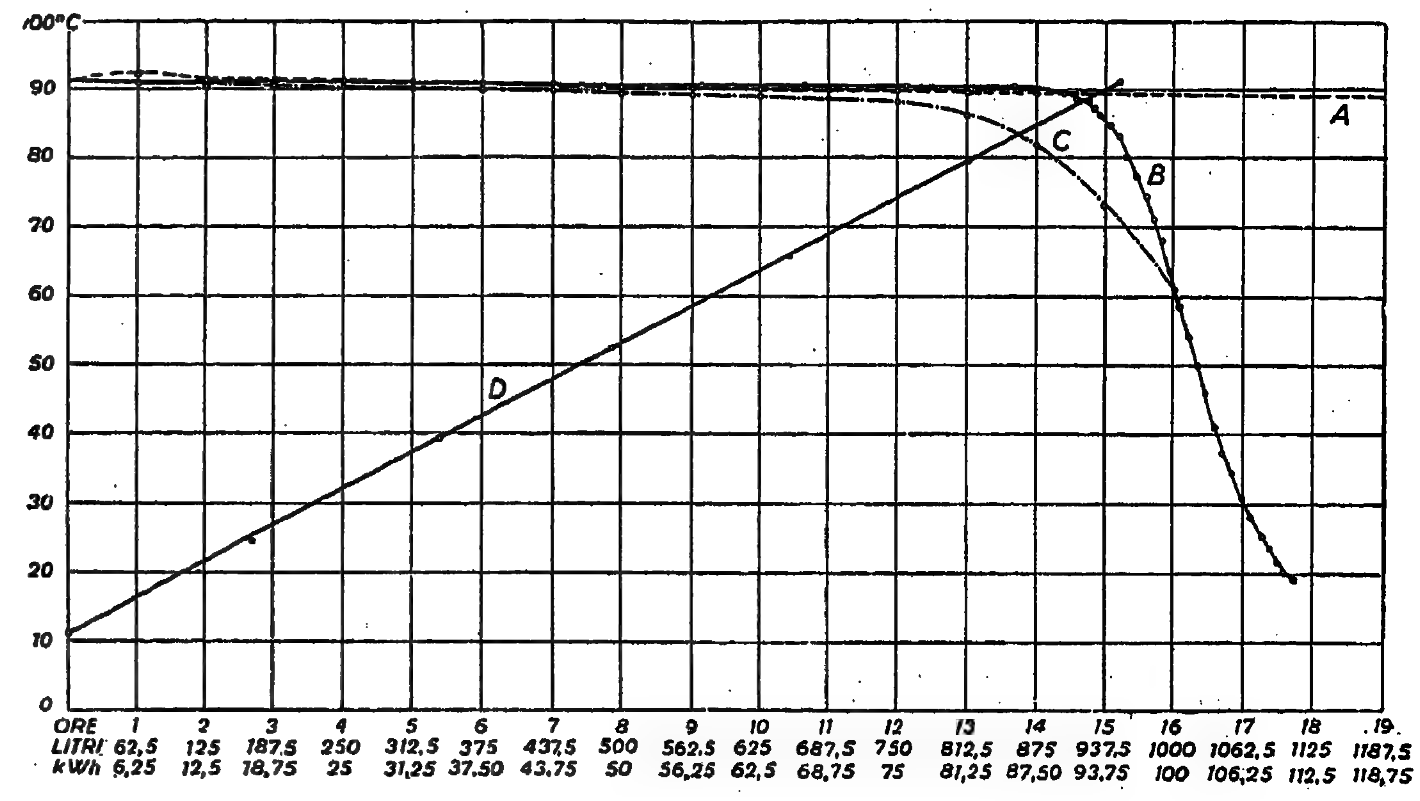


Fig. 6 bis. - Curve caratteristiche di uno scalda-acqua a grande capacità, di costruzione svizzera.

A - abbassamento della temperatura durante 19 ore nelle quali non si preleva acqua.

B - temperature durante la erogazione continua d'acqua fatta subito dopo il riscaldamento a 91° C (L'acqua calda venne erogata sotto pressione, e cioè dietro spinta dell'acqua fredda).

C - temperature durante un periodo in cui la erogazione (sempre sotto pressione) è di litri 62,5 all'ora, cioè il consumo totale di 1000 litri è ripartito quasi uniformemente su 16 ore.

D - KWh consumati per il riscaldamento dell'acqua da 11° C a 91° C.

Forse a potere arrivare a circondare la caldaia di uno strato di aria morta permetterebbe di risolvere il problema dell'isolamento nel modo più conveniente: ma fino ad oggi nessuna casa ha ottenuto risultati soddisfacenti per questa via.

A questo punto accennerò che molti degli scaldaacqua di costruzione europea sono muniti di termometro, mentre sono poche le case americane che muniscono l'apparecchio di loro costruzione, di indicatore di temperatura.

L'INSTALLAZIONE IDRAULICA.

Una differenza più sostanziale tra quello che avviene in America e quello che si fa in Europa, troviamo nel modo d'installare idraulicamente i riscaldatori d'acqua. Le case costruttrici europee prescrivono d'installare sulla condutture dell'acqua fredda una valvola di sicurezza: probabilmente perchè, quasi sempre, l'impianto è previsto con una valvola di ritegno: questo perchè, essi dicono, nel caso che dovesse mancare l'acqua fredda, l'acqua calda non sia richiamata dal basso; la valvola di sicurezza dovrebbe così entrare in gioco quando, per il mancato funzionamento dell'interruttore di corrente, venisse ad aumentare la pressione in caldaia.

Negli impianti americani non sembra che si tenga conto di eventualità di questo genere e i carichi elevati comuni in quel paese sembrerebbero rendere tali precauzioni più necessarie. La valvola di ritegno non viene invece mai prescritta e sulle istruzioni si afferma l'inutilità di una valvola di sicurezza, perchè in caso di mancato funzionamento dell'interruttore di corrente, l'unico inconveniente che potrebbe nascere sarebbe la produzione di vapore nell'interno del riscaldatore: ma l'aumento di pressione che ne consegue trova facilmente il suo sbocco sulla

condotta d'arrivo dell'acqua fredda. Continuando le resistenze a fornire calore, tutta l'acqua verrebbe a trasformarsi in vapore fino a che l'aumento di temperatura provocherebbe la brucia-

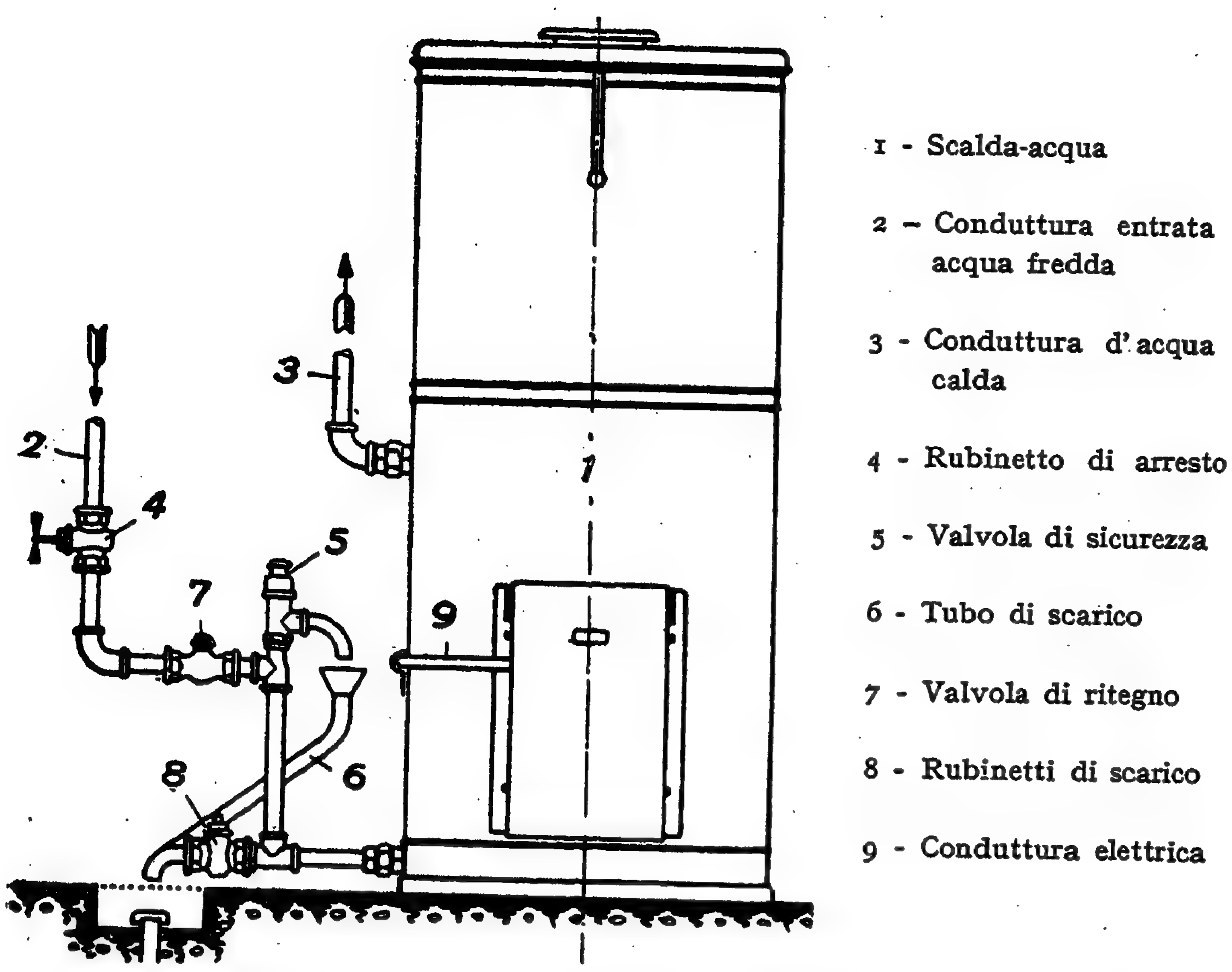


Fig. 7. - L'installazione idraulica prescritta generalmente dai costruttori europei.

tura della resistenza e la dissaldatura di qualche elemento del termostato: nell'un caso o nell'altro verrebbe così a interrompersi la sorgente di calore e il riscaldatore d'acqua non subirebbe altri danni: comunque verrebbe ad escludersi assolutamente il pericolo di esplosione che è possibile quando esiste la valvola di ritenuta.

Mi sono fermato un poco a lungo su questo particolare d'installazione perchè ritengo che la cosa meriti qualche attenzione. Il sistema d'installare con valvole di ritegno e di sicurezza è sopratutto sistema svizzero e può darsi ch'esso abbia origine da disposizioni che vietano l'allacciamento diretto di una caldaia sulla conduttura di distribuzione pubblica dell'acqua. L'installazione di tali organi si risolve, ad ogni modo, sempre in un costo maggiore dell'impianto, per cui sarebbe interessante poter stabilire ch'essi non sono indispensabili.

Personalmente ho in esperimento da più di un anno una diecina di apparecchi installati col sistema americano, alcuni dei quali hanno un carico di kW 4,5 in un serbatoio di 65 litri circa. Nessun inconveniente si è mai verificato, sebbene gli apparecchi facciano servizio di acqua calda in edifici di carattere commerciale, dove nessuno si preoccupa del loro funzionamento.

Una volta l'interruttore di corrente non ebbe a funzionare ma la presenza di vapore all'alimentazione di una cassetta con galleggiante di water-closet dette l'allarme del mancato funzionamento e all'inconveniente si potè dare subito riparo.

Installazione murale o a pavimento ?

Dirò infine di passaggio, che mentre l'industria svizzera ed europea costruisce in genere, fino alla capacità di 150 litri, apparecchi a sospensione murale, l'industria americana, anche per le più piccole capacità, costruisce unicamente riscaldatori d'acqua che si installano posati sul pavimento.

Perchè le società elettriche s'interessano dei riscaldatori d'acqua.

A questo punto enumererò le principali ragioni che sono portate innanzi alle società elettriche di tutti i paesi perchè esse si persuadano dell'opportunità di distribuire l'energia per il riscaldamento dell'acqua nelle case. Il riscaldatore d'acqua:

a) ha un fattore di carico elevatissimo, maggiore di gran lunga a quello di ogni altra applicazione domestica;

b) ha un fattore di potenza uguale a uno;

c) ha un fattore di simultaneità (*diversity factor*) molto favorevole;

d) si presta ad essere utilizzato, quando occorra, unicamente per inserzione notturna.

Ma queste ragioni sono sufficienti a indurre i distributori d'energia a fornire corrente per lo scaldaacqua a tariffe inferiori a quella luce?

Se il prezzo del kWh ceduto per uso d'illuminazione prevede le spese di produzione elevate dovute alla forte punta di carico, un'utilizzazione di carico tanto più favorevole, come quella per riscaldamento d'acqua, sembrerebbe giustificare una tariffa più conveniente di quella luce.

Il costo del kWh.

Sul valore di questa tariffa non è però agevole pronunciarsi perchè i fattori determinanti il costo del kWh sono molto variabili e difficilmente si potrebbe arrivare a determinazioni di carattere generale.

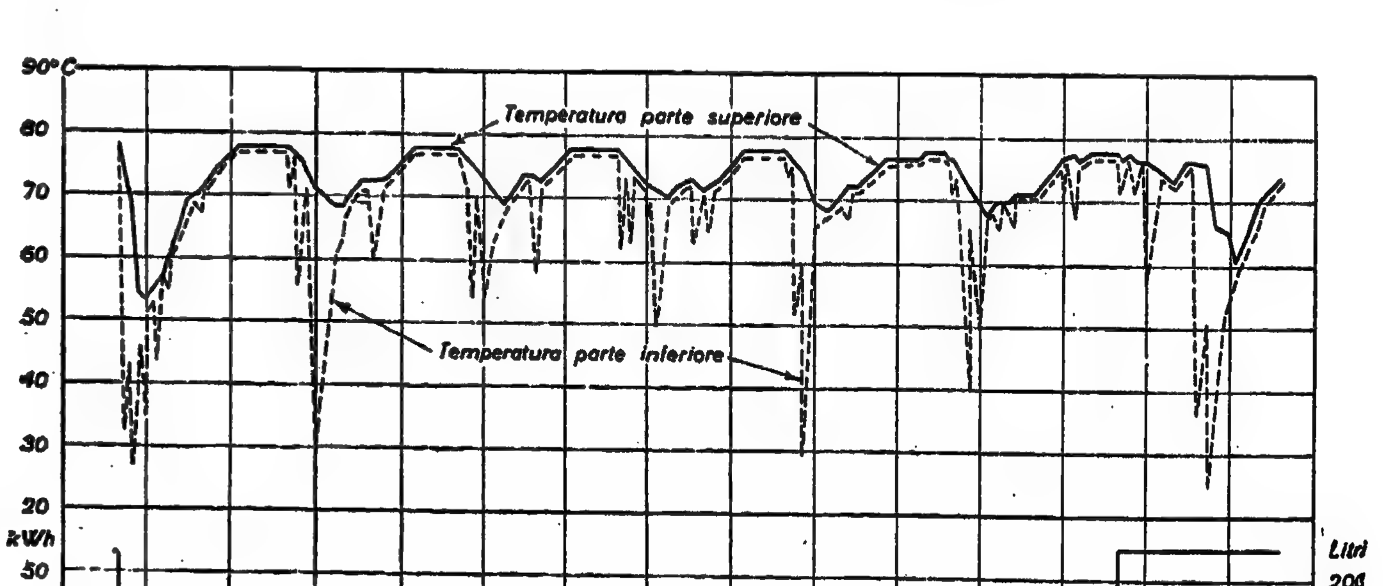
Le società elettriche non possono tuttavia fare a meno di considerare che il servizio che esse offrono fornendo energia elettrica per uso di riscaldamento d'acqua, ha un margine economico molto limitato (rispetto per es. al servizio luce o a quello trazione, etc.) e anche volendo ammettere che il riscaldamento dell'acqua con l'elettricità non abbia una vera e propria concorrenza negli altri sistemi di riscaldamento, dal momento che nessuno di essi possiede le virtù caratteristiche del sistema elettrico, sicurezza, comodità e pulizia, è fuori discussione che il costo di questo servizio, se esso vorrà essere generalizzato, non dovrà pesare sul bilancio familiare oltre una certa cifra.

Ora l'osservazione di quello che accade presso le società elettriche di quasi tutti i paesi starebbe a provare ch'esse sono già arrivate a questa convinzione e che la maggioranza si è schierata decisamente a favore della diffusione dei riscaldatori d'acqua sulle loro linee.

In generale questo movimento in favore si è concretato in una riduzione del prezzo del kWh per uso di riscaldamento dell'acqua, rispetto a ogni altro uso; 2 centesimi e 1 centesimo e mezzo di dollaro sono tariffe che molte società distributrici degli Stati Uniti hanno già adottato per i riscaldatori d'acqua; in Germania si pagano allo stesso scopo, 6 e 8 pfennige per kWh contro i 50 per la luce; in Svizzera contro i 50 cents di franco per la luce troviamo i 5 cents per i kWh notturni destinati ai riscaldatori d'acqua a contatore; in Italia le tariffe a contatore (già adottate dalle società elettriche, anche senza troppa convinzione in più casi) s'aggirano per i riscaldatori d'acqua sui 30÷50 cent. per kWh di giorno e scendono sotto tali valori di notte.

C'è convenienza a vendere a tali prezzi?

Sarebbe difficile stabilire se a valori così bassi delle tariffe, corrisponde ancora un utile per le società elettriche, ma il fattore di carico molto elevato che offre questa applicazione e



Fattore di carico { per la potenza di 500 W 85,2 %
» » » » 800 » 13,9 % }

Fig. 8. - Diagrammi caratteristici di uno scalda-acqua di costruzione americana, della capacità di litri 190 e munito di 2 resistenze e di 2 termostati (potenza delle due resistenze 500 e 800 W).

ancora il suo « *diversity factor* » di cui non è ancora dato di misurare interamente l'importanza (a una sua determinazione precisa si è accinta una sotto commissione della N.E.L.A. che conduce a termine in questi mesi centinaia e centinaia di misurazioni su apparecchi di vari tipi e di varie dimensioni, misurazioni ripetute in circostanze d'utilizzazione diverse, in climi differenti e in stagioni differenti), inducono a non essere soverchiamente pessimisti su l'adozione di tariffe così basse.

Le società elettriche però che hanno creduto utile incominciare ad occuparsi di riscaldatori d'acqua non hanno scelto la stessa via; qualcuna ha tentato di aiutare la diffusione dei riscaldatori con tariffe a forfait, altre hanno adottato quella a base fissa; altre una tariffa scalare e qualche altra infine si è limitata a stabilire puramente il prezzo per kWh consumato, senza mettere limiti di sorta.

Qualche società elettrica Svizzera (e fra queste la città di Basilea offre l'esempio più caratteristico) ha impostato la soluzione del problema dei riscaldatori d'acqua su la concessione di tariffe unicamente notturne, allo scopo di ottenere, attraverso la nuova applicazione, un miglioramento del diagramma di carico.

A questo punto giova notare che l'uso dell'acqua calda nelle case è bisogno così antico e generale, anche se in proporzioni variabili, che molto prima che si pensasse di utilizzare l'energia elettrica per provvedere ad essa, molti altri sistemi erano stati escogitati: sarebbe fuori luogo enumerarli, ma non c'è chi non abbia presenti quelli più comuni alla nostra epoca, i riscaldatori a legna, quelli a carbone o quelli a nafta, centrali o individuali, e i riscaldatori a gas, più generalmente individuali.

Ora sembra a me, che volendosi sostituire con l'elettricità uno qualunque di questi sistemi, non sia utile mettere, almeno a principio, restrizioni e impedimenti che i primi non hanno: e che non giovi imporre, oltre che un esercizio meno economico (pel quale i vantaggi, senza confronto del sistema elettrico permettono una sufficiente giustificazione), un cambiamento completo delle abitudini.

Riscaldatori a carico elevato.

Gli americani, favoriti come al solito da una maggiore larghezza di mezzi, non appena videro la possibilità di fare adottare riscaldatori d'acqua elettrici agli utenti, approntarono tipi ad immersione, i cosiddetti side-arm, che con carichi di 5,8 e 10 kW permettono il rapido riscaldamento di una discreta massa d'acqua.

Essi si preoccuparono cioè di conservare all'apparecchio elettrico, la caratteristica principale del primogenito a gas: la possibilità di attingere acqua calda con continuità dall'apparecchio. Questo non fu in realtà che approssimativamente vero, chè neppure in America si pensò di potere fornire economicamente acqua calda con continuità a mezzo dell'elettricità: un calcolo elementare basterebbe a provare che per avere dieci litri di acqua a 70° al minuto bisognerebbe disporre di circa 45 kW. Si cercò però di approntare in uno spazio di tempo relativamente breve (mezz'ora, un'ora, due ore) la quantità d'acqua calda che praticamente poteva essere richiesta dalle necessità di una casa.

Ora un apparecchio di capacità limitata (75 e 80 litri) con una potenza di 5 kW offre un servizio certamente più comodo di un apparecchio di 200 litri con una potenza di 1 kW: e poichè le società elettriche non pensarono dapprima a fissare una tariffa diversa per le 2 richieste (tenendo conto del diverso fattore di carico), l'esercizio del riscaldatore con 5 kW trovò un certo favore; esso permetteva inoltre un risparmio sulle perdite d'irradiazione (che sono tanto maggiori quando più grande è la capacità del riscaldatore, per la superficie maggiore).

L'apparecchio naturalmente veniva inserito unicamente quando l'acqua poteva occorrere e quindi ne risultava un altro maggior risparmio.

Riscaldatore a basso carico.

Fu più facile in seguito, quando il pubblico ebbe familiare il nuovo mezzo e fu persuaso della bontà del sistema, educarlo ad un uso più razionale dell'energia elettrica somministratagli per riscaldamento d'acqua: gli si fece comprendere che se invece di richiedere alla società elettrica un carico di punta, avesse distribuito su un maggior numero di ore un carico minore, la società elettrica avrebbe potuto ridurgli la quota per kWh ed egli non sarebbe stato obbligato a una spesa rilevante per rinnovare il suo impianto e l'apparecchiatura esistente.

Ora la richiesta si rivolge verso apparecchi relativamente di piccola capacità (75÷100 litri) con carico abbastanza elevato (2÷3 kW) per l'utilizzazione che è detta discontinua, cioè l'apparecchio viene inserito il tempo strettamente necessario a portare la quantità d'acqua alla temperatura voluta (ore 2 ¼ nel primo caso, ore 2 ½ nel secondo). L'inserzione è fatta normalmente a mano o a mezzo di orologio.

Ma l'apparecchio a capacità un po' maggiore e carico relativamente meno elevato (120 litri, 2 kW; 200 litri, 2,5 kW) utilizzato con continuità, cioè a inserzione e disinserzione completamente automatica, incontra un favore sempre maggiore e questo mano a mano che le condizioni di vita sono andate migliorando e i termostati hanno dato la piena sicurezza di funzionamento.

Ora verso questo tipo di utilizzazione più che verso altri dovrebbe essere indirizzata la richiesta italiana.

Tariffe a forfait.

Le tariffe a forfait praticate fin qui dalla maggioranza delle società elettriche italiane per i riscaldatori d'acqua, non sembrano le più adatte e si spiegano soltanto nella preoccupazione (che in alcune zone può avere avuto e avere ancora la sua importanza), di limitare al minimo il carico installato, dando inoltre all'utente l'impressione di fornirgli un servizio di grande convenienza.

Ma non vorrei che le tariffe in parola abbiano contribuito a limitare la diffusione dei riscaldatori d'acqua in Italia; infatti i 300 Watt generalmente installati per 100 litri, per non superare le L. 1.50 per bagno giorno, hanno offerto all'utente un servizio soltanto mediocre e tale da compromettere le qualità intrinseche del mezzo elettrico. L'utente inevitabilmente si abitua inoltre a sprecare l'energia, anche quando del servizio non ha bisogno, mentre non si sente incoraggiato a servirsi di altri apparecchi, l'utilizzazione dei quali richiederebbe un terzo impianto nella sua casa.

Certamente le società elettriche sono state indotte a scegliere tariffe del genere, oltre che dalle ragioni sopraccennate, dal desiderio di favorire una ripartizione uniforme del carico. Ma si può nutrire una fondata speranza di diffusione dell'applicazione, beneficiando delle caratteristiche favorevoli del suo carico, se il servizio che si vuol rendere non è tale da incoraggiare l'utente a richiederlo?

Tariffe notturne.

Questa considerazione dovrebbe essere tenuta presente anche quando si intenda esaminare la convenienza di limitare alle sole ore notturne la distribuzione d'energia per riscaldatori d'acqua. Tale limitazione viene difatti a risolversi in un aumento di spesa per l'utente, che deve provvedere al nolo dell'interruttore orario, oltre che a quello del contatore e a una dannosa restrizione del servizio, perchè volendo essere sicuri d'avere a disposizione, anche alla fine della giornata, una certa quantità d'acqua calda, deve essere previsto un riscaldatore di grande capacità, con conseguente costo d'installazione più elevato, difficoltà maggiore di spazio, ecc.

Tariffe a contatore senza limitazioni.

Lasciando invece a disposizione l'energia a tutte le ore, oltre a diminuire la spesa iniziale d'impianto, facilitandone quindi l'installazione, si arriva a dare all'utente la piena fiducia nel suo apparecchio, creandogli la sicurezza che non rimarrà senz'acqua a nessuna ora e incoraggiandolo così a non limitare il

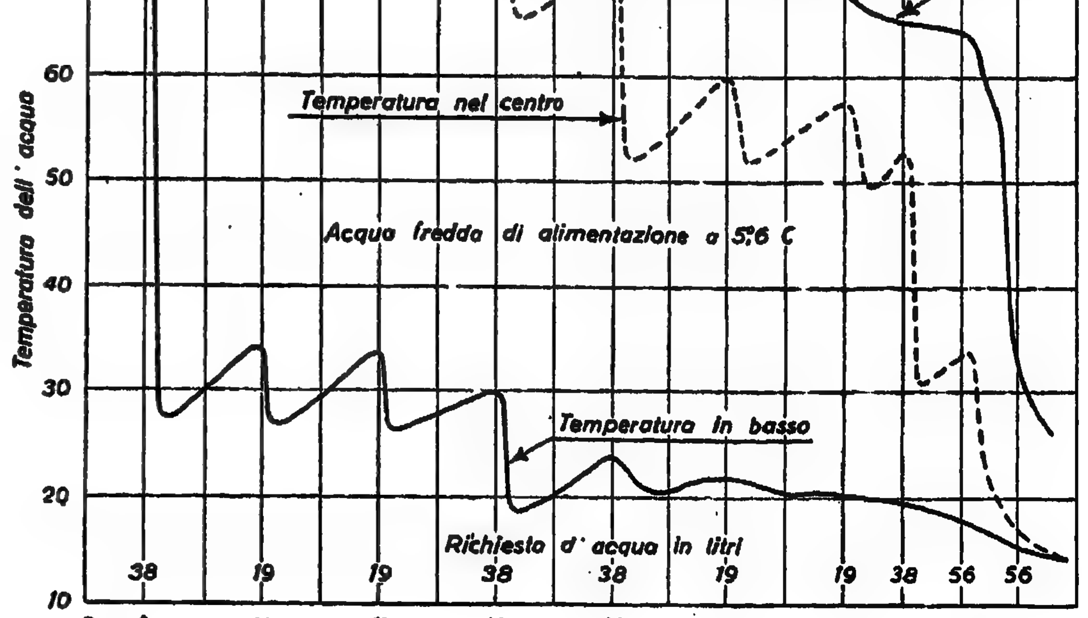


Fig. 9, Diagrammi delle temperature dell'acqua alla sommità, al centro e sul fondo di uno scalda-acqua di costruzione americana della capacità di litri 190, dal quale si prelevano in diverse riprese durante 8 ore circa 340 litri di acqua calda.

suo consumo: forse in Italia, l'abitudine di utilizzare abbondantemente l'acqua calda non è così diffusa come in America e le società elettriche sono state costrette a cautelarsi in previsione di richiesta troppo limitata.

Ma l'impianto viene lasciato così a disposizione per altre applicazioni. Mi si può obbiettare che con questo sistema si verrebbe a fare usufruire della tariffa ridotta concessa per il riscaldamento d'acqua anche ad altre applicazioni.

TARIFFA SCALARE.

Una tariffa scalare stabilita opportunamente, a un determinato primo numero di kWh consumati permetterebbe che venisse fissato un prezzo, a un secondo un altro, a un terzo un altro ancora, riuscendo con tale scala di prezzi a tenere conto del diverso carico installato oltre che del carico utilizzato. La stessa cosa si potrebbe ottenere in fondo con una tariffa a base fissa, ma la tariffa scalare mi sembra prestarsi meglio a dare all'utente la sensazione che egli non viene a pagare caro il servizio che gli è reso. Inoltre il problema della tariffa per riscaldatore d'acqua non viene così ad essere limitato a tale unica applicazione, ma permette lo sviluppo di ogni altra applicazione compresa quella di cucina e poichè la situazione in Italia per l'esistente tassa sulla luce, obbliga già ad avere un impianto separato per le applicazioni diverse da quella per luce, la scala dei prezzi del kWh, venendo ad essere calcolata per grandezze omogenee (potendosi considerare omogenei i servizi resi in una casa, al di fuori della luce) non presenterebbe il primo gradino troppo elevato, che è inevitabile quando con la tariffa scalare si dovesse comprendere anche il servizio luce.

L'utente verrebbe poi a godere di un prezzo tanto più favorevole quanto maggiore è l'uso che fa del riscaldatore, ciò che dovrebbe invogliarlo a servirsene sempre più abbondantemente.

Lo svantaggio di una contabilità più complicata di questo sistema rispetto ad altri non dovrebbe far perdere di vista i vantaggi ch'esso racchiude per l'applicazione particolare che trattiamo.

L'ASSISTENZA DELLA SOCIETÀ ELETTRICA.

Comunque con la determinazione di una tariffa semplice ed accessibile, il compito della società elettrica che si propone di aumentare la diffusione dell'installazione di riscaldatori d'acqua sulle proprie reti, non è affatto esaurito.

È anzi, a mio parere, soltanto allora che la società può iniziare la sua opera, istruttiva e d'assistenza che dovrà crearle un terreno sempre più favorevole alla diffusione dei riscaldatori. La preoccupazione che avrà sopra ogni altra, anche sopra a quella economica, sarà di apprestare un servizio di completa soddisfazione. L'avvenire non potrà mancare alla società che avrà installato anche soltanto 10 apparecchi ma i cui possessori dichiarino: « Spendiamo molto ma abbiamo un servizio che ignoravamo che si potesse avere ».

E per essere sicura che il servizio reso all'utente sia di assoluta soddisfazione, la società elettrica dovrebbe avocare a sè il diritto d'installare riscaldatori d'acqua. Se oggi in Italia molte installazioni di riscaldatori d'acqua sono antieconomiche o non danno soddisfazione al cliente, la colpa è più spesso di chi ha proposto l'impianto, qualche volta di chi ha costruito l'apparecchio e sopratutto di chi ha installato l'apparecchio stesso.

CAPACITÀ DELL'APPARECCHIO.

Il calcolo della capacità di un riscaldatore d'acqua è fra i più delicati: la determinazione di esso dipende da una infinità di circostanze:

il numero delle persone che compongono la famiglia, dei bambini sopratutto;

il numero delle vasche da bagno e delle altre prese d'acqua calda;

il tenore di vita della famiglia;

l'abitudine del bucato domestico;

il clima, etc.

Generalmente il pubblico per uno scaldabagno elettrico si rivolge a un idraulico, il quale ha una conoscenza piuttosto relativa del principio sul quale è fondato: l'accumulazione, le dimensioni di un apparecchio di 75 o 100 litri (così superiori a quelle di un comune scaldabagno a gas) gli sembrano più che sufficienti; il prezzo relativamente elevato è ancora superiore a quello di un apparecchio a gas, lo persuadono a ricorrere alla capacità più ridotta: l'idraulico, per non vedersi sfuggire l'affare non s'opporrà all'acquisto di un tale apparecchio anche non ignorando che gli verranno richiesti per es. due bagni consecutivi; naturalmente il servizio non corrisponderà all'aspettativa e lo scaldabagno ad elettricità sarà condannato.

BUON RENDIMENTO DEGLI APPARECCHI.

La qualità del riscaldatore ha poi un'importanza anche maggiore che per ogni altro tipo di apparecchio. Il riscaldatore d'acqua a cattivo rendimento richiede energia che non viene utilizzata, ma che va dispersa: ci sono in commercio (purtroppo specialmente in Italia) apparecchi che richiedono 14 kWh e qualche volta un numero anche maggiore per portare 100 litri d'acqua a 90° c, mentre i 10 kWh non dovrebbero mai essere superati. Naturalmente il costo d'esercizio risulta per tali apparecchi molto elevato ed è quello che fa dire che i riscaldatori d'acqua con l'elettricità sono antieconomici.

Antieconomico è anche l'apparecchio con termostato che non funziona con precisione. Per questa ragione e per motivi di sicurezza, per questo organo si dovrà pretendere la più scrupolosa esattezza di funzionamento.

COME S'INSTALLA UN RISCALDATORE.

L'installazione errata del riscaldatore è anche causa di servizio non soddisfacente: ci sono taluni che con un apparecchio di 100 litri pretendono di servire due sale da bagno poste alle estremità opposte di un appartamento e magari una cucina: l'idraulico che fornisce, oltre che l'apparecchio, la tubazione occorrente, ha raramente interesse a far presente che l'impianto sarà insufficiente.

Invece le cause di perdite di calore dovranno essere ridotte al minimo.

Perciò, installazione dello scaldaacqua vicino al posto di utilizzazione; se il servizio deve essere fatto per due rubinetti, a quello al quale sono più frequentemente richieste piccole quantità d'acqua, dovrà essere avvicinato l'apparecchio. Il diametro delle tubazioni dovrà essere il più ridotto possibile: 1/2" nella maggioranza degli impianti: se sarà possibile isolarli con 5 cm di materiale isolante, il risparmio di corrente sarà sensibile.

La circolazione nei tubi potrà essere evitata quando all'uscita dell'acqua calda si farà piegare il tubo a sifone.

CONCLUSIONE.

Nell'interesse perciò di un futuro sviluppo dell'applicazione anche quando non volesse assumere o non ritenesse opportuno di effettuare direttamente l'installazione degli apparecchi, la società elettrica dovrebbe pretendere che essi fossero installati secondo gli esposti criteri, negando altrimenti l'allacciamento.

Meglio perdere un utente oggi che acquistarne uno che non sarà contento domani del servizio reso.

Soltanto così i pregi del riscaldamento dell'acqua con l'elettricità potranno prevalere su tutti gli altri sistemi. Soltanto a tali condizioni di piena soddisfazione una tariffa anche elevata potrà trovare giustificazione.

Per questa strada la diffusione dei riscaldatori elettrici in Italia anche se lenta (le speciali condizioni della nostra economia non possono illuderci di un successo immediato) non mancherebbe col tempo.

Ho così finito la compilazione di queste mie note che non vogliono aver affatto la pretesa di avere esaurito quanto si poteva dire intorno ai riscaldatori d'acqua: mi sono limitato a esporre alcune considerazioni nella speranza che il problema sia ripreso con maggiore competenza di quello che io non abbia potuto fare.

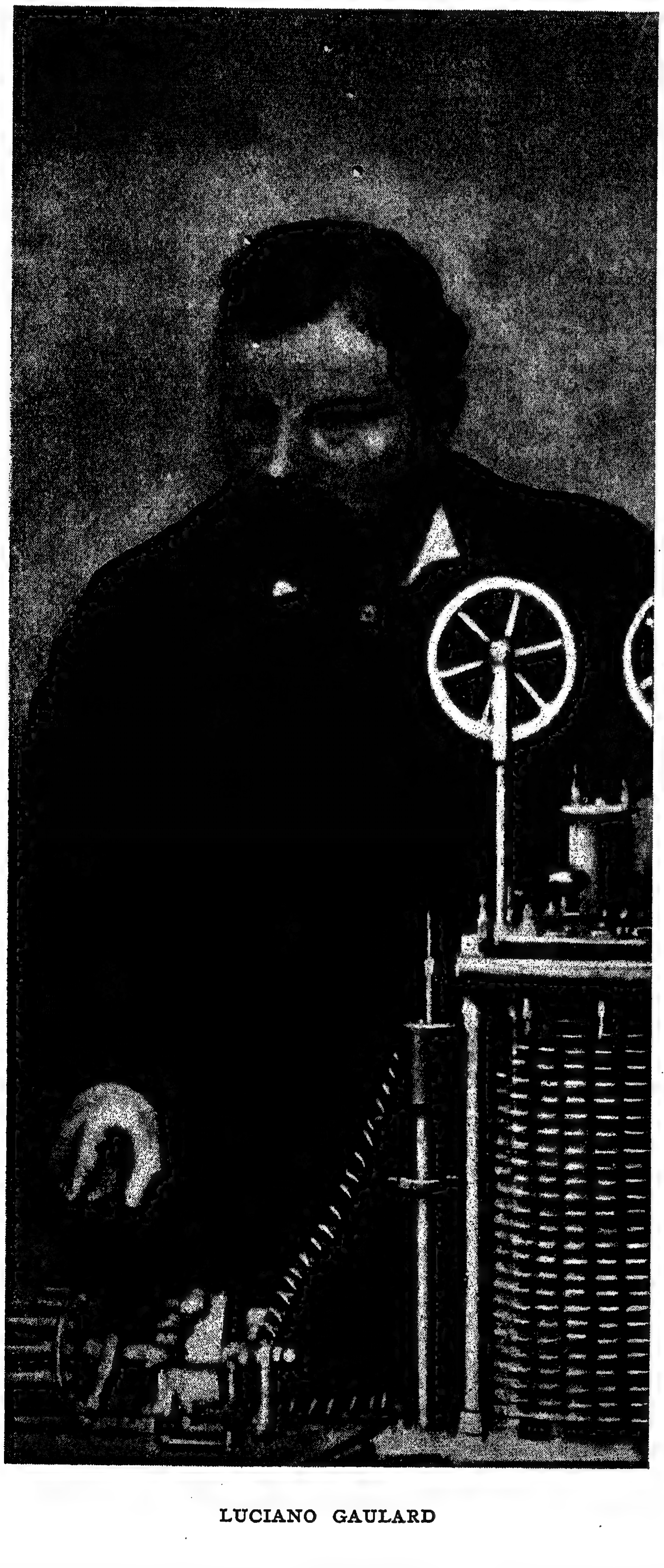
Mi sia permesso ancora ringraziare tutti coloro, che sull'argomento mi fornirono pareri e dati: gl'ingegneri Palestrino e Andreoni; Mr. H. Geo Nutting, vincitore del Mc Graw Prize con l'articolo « The electric Water Heater »; C. F. Moreland della Edison Electric Appliance Co.; Mr. Pedroso della Automatic Electric Heater Co. di Philadelphia; il rag. Pallavicini; l'ing. Cristiani, l'ing. Ferrante, etc.

Torino, 14 aprile 1930.

ING. UMBERTO PITTALUGA.

Un dimenticato: Luciano Gaulard

Quando si vogliono ricordare i pionieri della moderna elettro tecnica, i nomi di Siemens, di Pacinotti, di Edison e di Galileo Ferraris si presentano spontanei: ma quanti altri, meno noti e talvolta anch'essi altamente meritevoli, hanno raramente la fortuna d'essere ricordati!



LUCIANO GAULARD

Fra questi nomi quasi dimenticati è quello di Luciano Gaulard.

Era nato nel 1850 a Parigi, dove aveva frequentato con profitto l'« Ecole centrale des Arts et Manufactures ». Si dedicò dapprima allo studio della chimica degli esplodenti, poi a quello dell'elettrotecnica, presentando all'Esposizione Internazionale del 1881 diversi apparecchi di sua invenzione.

Non si può negargli il merito d'essere stato il primo ad intuire i vantaggi che si potevano ricavare dall'impiego delle correnti alternate. Perseguendo tale studio concepì (certamente per primo) l'idea del trasformatore statico, che egli chiamava « generatore secondario ». Un primo modello fu da lui esposto a Londra nel 1882, ed un altro più perfezionato a Torino nel 1884.

A Londra riuscì a convincere un gruppo finanziario della bontà del suo ritrovato, e fondò la « National Society for the distribution of electricity by secundary generators », che gli permise di eseguire a Torino, nel 1884, il primo esperimento pratico del suo sistema.

Nel « Politecnico » (anno 1884, pag. 564 e segg.) è minutamente descritto l'esperimento di Torino. Un primitivo alternatore Siemens, mosso nel recinto dell'Esposizione da una motrice Tosi, azionava un circuito Esposizione - Stazione di Torino - Stazione di Venaria - Stazione di Lanzo. Su questo circuito (costituito da due conduttori in bronzo sostenuti dai pali telegrafici (!) lungo la ferrovia) erano in vari punti posti, coi primari in serie, i trasformatori di Gaulard, sul secondario dei quali erano montate in derivazione lampade di diverso tipo. L'esperimento, che può dirsi il più antico tentativo di trasmissione d'energia a distanze ragguardevoli con correnti alternate, ebbe così grande successo che la Giuria gli assegnò la massima onorificenza, più una ricompensa di L. 10.000.

Difetto evidente del sistema era il concetto dell'inserzione in serie: tuttavia gli esperimenti fatti nel settembre 1884 sotto la direzione di Galileo Ferraris a Torino accertarono un rendimento degli apparecchi dell'85÷90% nelle migliori condizioni di carico.

Il povero Gaulard assaporò per poco la gioia del successo: il quale scatenò una « polemica sul sistema » che si abbattè come un ciclone sul giovane inventore. Intervenne a mettere le cose al loro punto giusto il Ferraris il quale (1) in una dotta Memoria letta all'Acc. delle Scienze di Torino esaminò con la lucidità che gli era propria tutti i fenomeni osservati, dimostrando gli errori nei quali erano caduti altri sperimentatori (Hopkinson, Uzel ecc.), mettendo per la prima volta chiaramente in luce lo spostamento di fase ed in conseguenza la necessità di un fattore di correzione nel calcolo dell'energia nel caso delle correnti alternate. Il Gaulard ha quindi anche il merito d'aver provocato uno dei più belli ed utili fra gli studi del Ferraris.

Sorgeva intanto a Roma la « Società per le Forze idrauliche » avente per fine l'utilizzazione delle forze dell'Aniene alle cascate di Tivoli, che, chiamato il Gaulard, prendeva impegno col Comune di Tivoli per l'illuminazione del capoluogo. Gli stessi apparecchi che avevano servito a Torino ed a Lanzo furono trasportati a Tivoli. Due alternatori (Siemens-Halske di Londra, 30 HP, 2000 V, 120 periodi) furono installati a Tivoli nella apposita Centrale (detta « Seconda stazione idraulica ») e azionati da due turbine verticali mediante ingranaggi conici, alberi, contralberi e cinghie. Gli stessi contralberi azionavano le eccitatrici. Il quadro era costituito da un tavolo di legno su cui erano allogati amperometri ed elettrodinamometri.

Ogni alternatore aveva un circuito distinto ed alimentava tanti piccoli trasformatori collocati nei cappelli dei riflettori delle lampade stradali. Ogni circuito comprendeva circa 200 trasformatori e ciascuno di questi alimentava, attraverso il secondario, una lampada a 20 V.

I trasformatori (comunemente chiamati *porcospini*) erano costituiti da un nucleo a mantello formato da fili di ferro, su cui era avvolto il primario costituito da 45 spire di 3 fili in parallelo di 1 mm di diametro: il secondario era costituito da un unico avvolgimento di 35 spire, con isolamento in cartone.

(1) Memoria letta alla R. Accademia delle Scienze di Torino l'11 Gennaio 1885. *Atti*. Tomo XXXVII, serie II.

Esternamente il trasformatore si presentava come un cilindro di 13 centimetri di altezza per 9 di diametro con le estremità arrotondate, percorso da un foro di un centimetro lungo il suo asse (fig. 3).

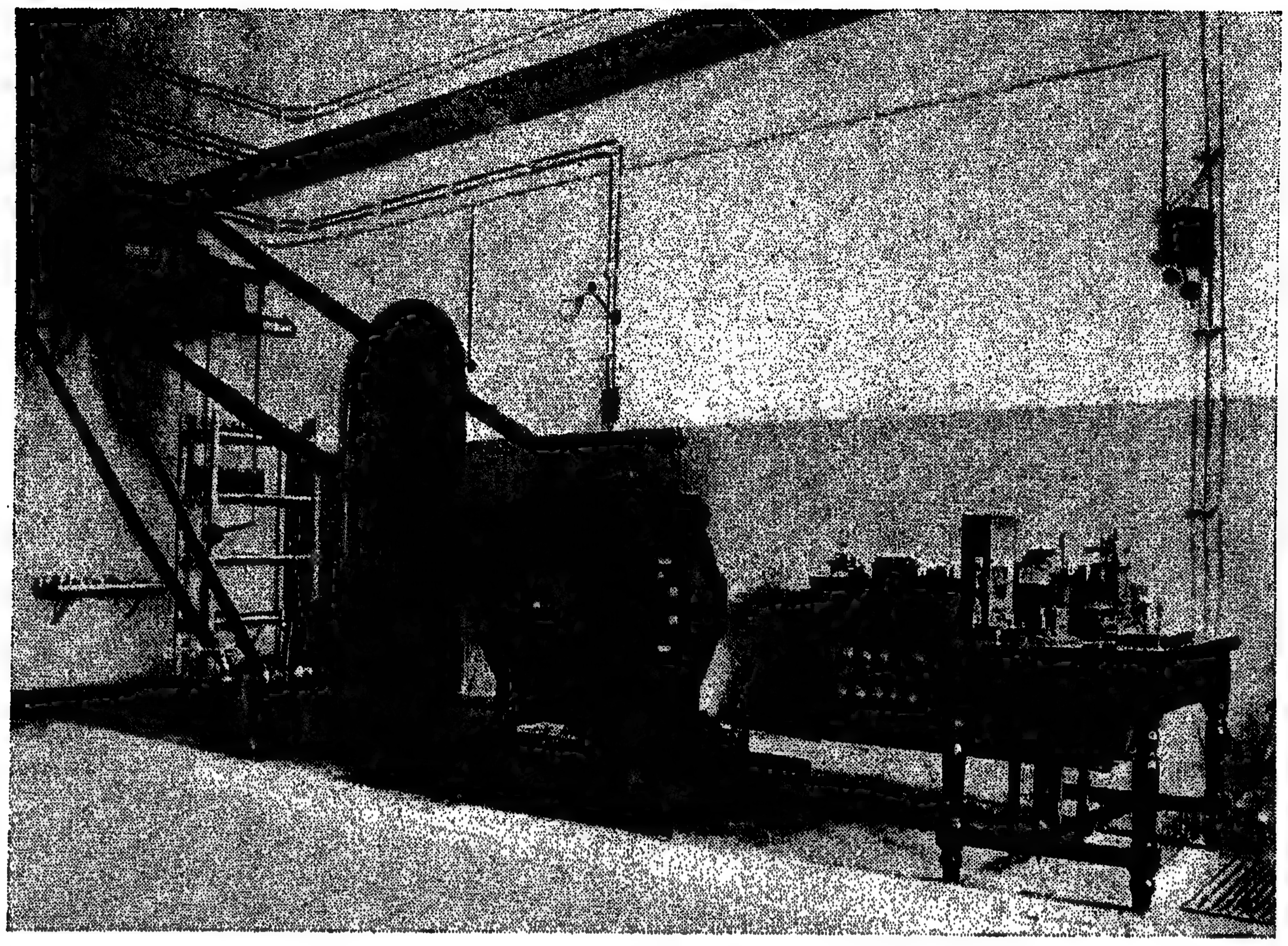


Fig. 2.

Si aveva poi un altro tipo di trasformatore per il servizio del Palazzo Municipale e delle lampade ad arco. Esso consisteva in un nucleo di filo di ferro chiuso a rettangolo, di cui due lati costituivano i nuclei propriamente detti e due i gioghi. Sui due nuclei era avvolta, in due metà, la spirale primaria in filo di rame; concentricamente a detta spirale era avvolto il secondario costituito da corone circolari ricavate da una lastra di rame, tagliata secondo un raggio e poi riunite in serie mediante chiodi.

La Centrale di Tivoli è rappresentata nella fig. 2.

L'impianto, che dal 1886 è stato in servizio fino al 1912, fu eseguito dalla Ditta Bellani di Torino sotto la sorveglianza dello stesso Gaulard. Il Signor Rostain di Torino ne diresse l'esecuzione.

Del Gaulard rimane ancora qualche ricordo a Tivoli specialmente fra il personale che lavorò alle sue dipendenze e che poi fu assunto dalla Società Forze Idrauliche, per l'esercizio. Egli aveva molte bizzarrie: per esempio amava percorrere il paese a cavallo d'un somaro e spargere intorno a sè delle manate di soldi, fra la gazzarra dei monelli. Tornato in Francia, dopo la messa in servizio dell'impianto, cercò di avvicinare il Presidente della Repubblica; ma non essendovi riuscito, in un anticamera dell'Eliseo proruppe in escandescenze dicendo che un grande uomo come lui « qui par ses mains semait la lumière » valeva più di quanti altri affollavano quella anticamera. Questa scenata, ed altre, portarono alla dolorosa necessità di farlo ospitare nella casa di salute di S. Anna, dove morì nel 1889, dopo un anno di atroci sofferenze.

Avevano certamente influito sulla sua salute le aspre battaglie e le frequenti disillusioni. Fissatosi, come tutti gli inventori, nella sua idea primitiva, respinse le offerte fattagli dalla Società Ganz per continuare insieme gli studi, ma con apparecchi in derivazione anzichè in serie. Egli respinse ogni profferta, e la Ganz continuò gli studi in proprio. Ognuno sa come questi furono poi coronati da successo per opera di Zipernowski, Déri e Blathy: quest'ultimo ebbe poi qualche anno dopo l'incarico di eseguire il trasporto Tivoli-Roma, succedendo in certo modo al Gaulard nello stesso posto dove questi aveva lavorato.

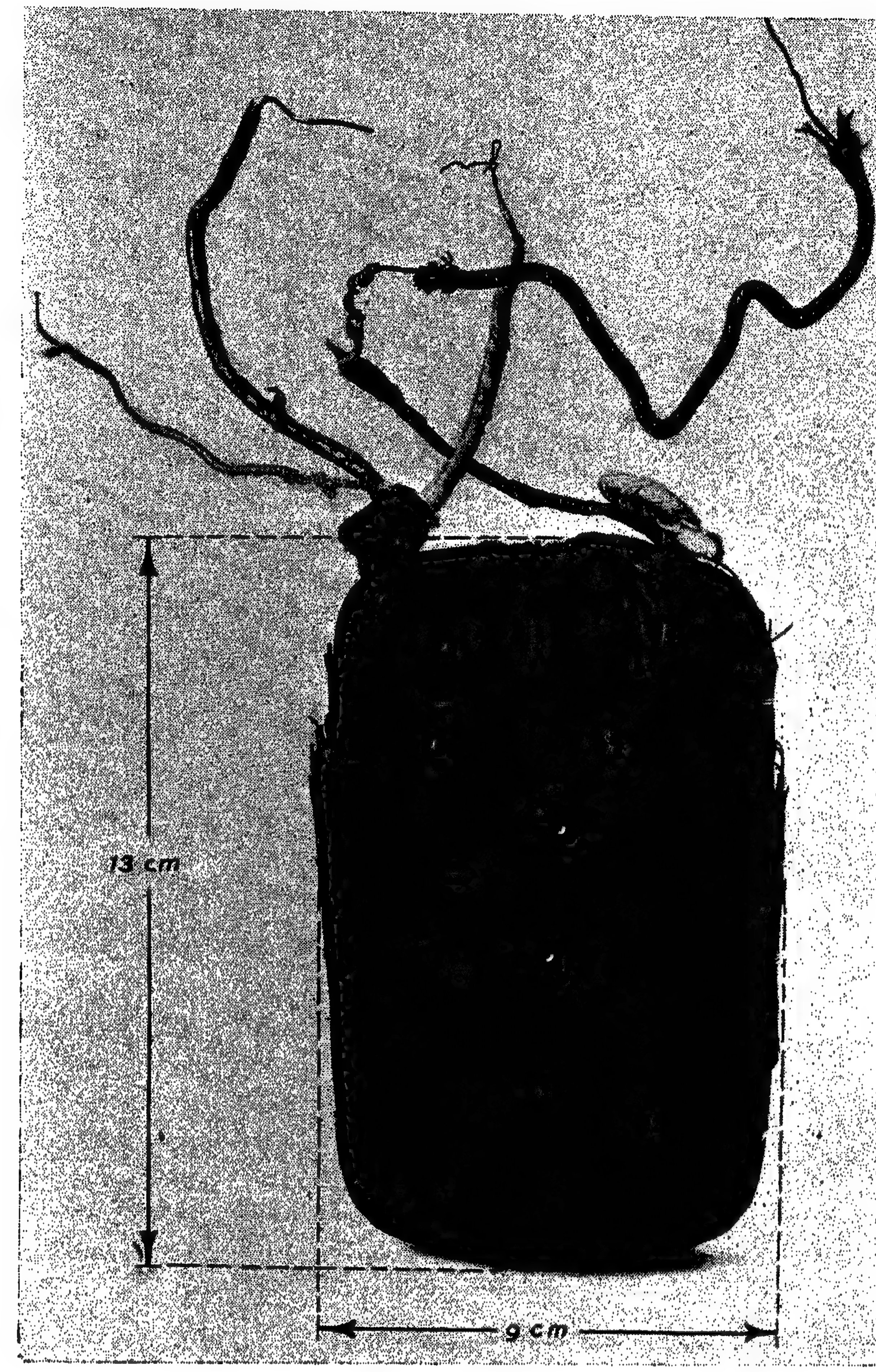


Fig. 3.

Il Gaulard aveva sempre trascurato di coprire con brevetti le proprie creazioni: egli vide in poco tempo la sua idea perfezionata da altri e coperta legalmente, si sentì sorpassato e si credette tradito, mentre solo a sè stesso avrebbe dovuto imputare il suo disgraziato insuccesso.

Povero Gaulard! La sua Società finanziaria lo aveva ben presto abbandonato: il gran premio Volta al quale aspirava gli era stato negato; travolto da difficoltà pecuniarie bussò a tutte le porte e da tutti fu respinto, avvilito e scoraggiato. Cervelli più forti del suo non avrebbero resistito al lento supplizio degli ultimi anni della sua vita.

Onoriamo in lui il genio e la sventura. La sua memoria rimanga viva fra noi, come quella di un precursore e di un martire.

ING. ETTORE CESÀRI
DIRETTORE DELL'«UNIONE NAZIONALE FASCISTA INDUSTRIE ELETTRICHE»

L'industria elettrica all'estero

Grecia (1)

Caratteri dell'industria. Il periodo politicamente burrascoso che la Grecia ha attraversato fra lo scoppio della guerra balcanica (1912) ed il 1925 ha influito profondamente sullo sviluppo dell'industria elettrica presso quella Nazione che ha in comune colla nostra l'antica grandezza e un lungo periodo di sofferenze prima di giungere all'autonomia.

In quel periodo si può dire che le migliori iniziative vi furono paralizzate dalle vicende politiche: e prima di esso ben poco si era fatto.

Il primo impianto elettrico greco (dopo un modesto tentativo fatto ad Atene nel 1892) data dal 1895, e fu eseguito alle miniere di Laurio dalla « Société francaise de Métallurgie ». Nel 1900 la « Société Eclairage et des tramways de Salonique » iniziò un impianto in questa città: seguirono, per opera della « Thomson Houston » gli impianti di Argostoli, Calamata, Sira e Calcide.

La guerra sconvolse l'organizzazione finanziaria dell'industria elettrica greca, portando cambiamenti e trapassi di proprietà degli impianti. Nel 1925, epoca dalla quale può dirsi dati la vita della odierna Grecia, esistevano 75 Centrali, delle quali solo sette (Patrasso, Cavalla, Xanti, Alessandropoli, Vodena, Canea e Candia) municipali, le altre appartenenti a privati. L'impianto più importante (Atene-Pireo-Falero-Kefissia) appartiene alla « Power and Traction Finance Co. Ltd » di Londra, proprietaria anche dell'impianto del gas e della Ferrovia Atene-Pireo. L'impianto di Salonicco appartiene al Gruppo Sofina di Bruxelles.

Formatasi la « Compagnie Hellenique d'Electricité » alla quale partecipa un gruppo italiano del quale è l'esponente S. E. il Conte Volpi di Misurata, essa si mise in rapporti col gruppo inglese che controlla gli impianti di Atene, ed iniziò lo sviluppo di un vasto programma di espansione in diverse città di Provincia (Calamata, Tripoli, Argo, Nauplia); mentre il Gruppo italiano che partecipa alla « Hellenique » ha preso in esame i possibili sfruttamenti idroelettrici costituendo all'uopo una Società, la «Galileo», che ha già iniziato gli studi ed avanzato una prima domanda di concessione.

Lo sviluppo dell'industria elettrica in Grecia ha quindi per madrina l'Italia: ed il rapido progresso che la Grecia ha conseguito in questi ultimi anni nella costruzione di opere pubbliche, nelle bonifiche e nelle industrie fa sperare in un lieto avvenire.

Il numero dei Comuni muniti d'impianto elettrico è di circa 250; cifra assai modesta. Quasi tutti sono a carattere locale e senza reti di interconnessione: impianti a corrente continua, azionati da motori Diesel di piccola potenza. Molti centri importanti ne sono privi, quasi tutti hanno servizi inadeguati.

Ha certamente contribuito a questo risultato la legislazione ancora vigente, che mentre vorrebbe tutelare l'industria elettrica riconoscendole monopoli locali (come la vecchia legge inglese) ha creato una soprastruttura di controlli tariffari e tecnici che hanno tolto all'industria la necessaria elasticità, facendola inaridire.

È questo un classico esempio, da far meditare ai partigiani dei controlli statali che esistono anche in Italia.

È da augurare che il soffio di modernità portato nell'industria greca dall'infaticabile attività di S. E. Volpi abbia fra le altre buone conseguenze anche quello di crearle una migliore condizione di vita.

Risorse naturali. La Grecia possiede come principale risorsa per la produzione dell'energia una modesta dotazione di forze idrauliche: secondo il « Geological Survey », circa 250.000 cavalli effettivi.

Condizioni particolarmente vantaggiose presenta la Macedonia Occidentale (Verria), dove esiste già qualche modesto impianto: ivi già da tempo sono sorte industrie tessili, azionate direttamente da turbine. Lo sfruttamento di tali forze presenta circostanze particolarmente favorevoli essendo la loro distanza da Salonicco solo d'un centinaio di Km.

Altri corsi d'acqua che presentano possibilità di utilizzazione sono quelli affluenti nel Golfo di Corinto, tanto da Nord che da Sud: i più orientali, per la relativa vicinanza ad Atene, presentano le migliori prospettive.

La « Galileo » ha già avanzato domanda di concessione per un impianto sul Voraicos che prevede anche un invaso nel lago di Stinfalia.

Impianti esistenti. Le 75 Centrali esistenti in Grecia si possono così classificare in ordine di potenza (dati della fine 1925):

Potenza installata :	*N. delle Centrali*
meno di 25 HP	6
fra 25 e 100 HP	30
» 101 e 199 HP	15
» 200 e 299 HP	7
» 300 e 399 HP	6
» 400 e 999 HP	3
» 1000 e 2000 HP	—
più di 2000 HP	2
Atene-Pireo (13.000 HP)	1
di cui non si conosce la potenza	5
Totale	75

(1) Devo la maggior parte delle notizie sull'Industria Greca alla cortesia dell'Egr. Ing. R. Marin dell'«Adriatica» che fece parte di una recente missione per lo studio delle condizioni dell'industria elettrica ellenica.

E. C.

Esse si possono così dividere per il genere di forza motrice:

Genere di motori	*N. delle Centrali*
Non precisati	5
A vapore	6
A gas	12
Ad olio pesante (Diesel)	34
Idrauliche	4
Diesel e gas	6
Diesel e idrauliche	3
Diesel e vapore	2
Diesel e motori a benzina	1
Gas e vapore	1
Idrauliche e benzina	1
Totale	75

(Fonte: *E.T.Z.*, 20 giugno 1929).

L'impianto più importante è quello di Atene-Pireo-Falero-Kefissia, trifase, alimentato da due Centrali termiche a vapore delle quali una vecchia di 14.000 kW, ed una recentissima da 45.000 kW costruita nella Baja di S. Giorgio.

Segue per importanza l'impianto di Salonicco, a corrente continua, alimentato da tre Centrali con motori Diesel per 4500 kW complessivi: impianto insufficiente ad una città di 400.000 abitanti in continuo sviluppo.

Il più importante impianto idroelettrico è quello municipale di Patrasso, sul fiume Glaucòs, di 3000 HP. Notevole anche quello di Verria già accennato, di poche centinaia di kW.

Dal 1925 al 1929 si costrusse una cinquantina di piccoli impianti nuovi, dei quali mancano i dati.

Produzione d'energia.

Non esistono statistiche precise, ma si hanno dati abbastanza approssimati.

Nel 1926 si produssero 37.300.000 kWh dalle Centrali ad uso commerciale, e circa 2.500.000 kWh da quelle per uso diretto. Il gruppo di Atene-Pireo produsse da solo 23 milioni di kWh; Salonicco 8,750 milioni, Volo 740.000 kWh, Candia 860.000.

Nel 1927 si produssero 48 milioni di kWh. Mancano le statistiche posteriori, ma si arguisce che nel 1929 la produzione abbia toccato i 100 milioni di kWh.

Tariffe e prezzi.

Sono in vigore tariffe di vario genere e tipo: nelle città di provincia l'energia per illuminazione privata e pei negozi si vende a ragione di circa L. 2,60 per kWh, e la piccola forza motrice a circa L. 1,— per kWh. Ad Atene l'energia per luce costa L. 1,80 ed a Salonicco L. 1,35 per kWh.

Secondo calcoli del nostro Ufficio commerciale presso la R. Legazione di Atene il prezzo medio di vendita sarebbe di L. 1,70 circa.

La Grecia è fra le poche nazioni dove esista una *tassa sull'energia*. Essa è applicata *ad valorem* in base al 16,8% (media) sulle bollette di consumo di qualsiasi genere: di più si applica agli impieghi *luce* e *domestici* ed alle *piccole forze motrici* un diritto variabile da 0,5 ad 1, *centesimo-oro* per kWh.

Per la città di Atene una legge speciale esonera dalle tasse le applicazioni diverse della illuminazione: quest'ultima è limitata al 5 % *ad valorem*.

Importazione di materiale elettrico.

Dato il poco sviluppo avuto finora in Grecia dall'industria elettrica il movimento commerciale del materiale elettrico è esso pure esiguo. Nel 1927 le importazioni non giunsero a due milioni e mezzo di lire italiane.

Per gli *strumenti ed apparecchi* è in testa come importatrice la Germania (43 %) seguita dall'Inghilterra (13,5 %). La Francia e l'Italia sono alla pari col 10,5 %; il resto proviene principalmente dall'America e dalla Cecoslovacchia.

Per le *dinamo* e *motori* è in testa la Germania col 41 %; viene poi l'Inghilterra col 23 %, indi Francia e Belgio alla pari col 6,4 %; l'Italia ha il 3 %.

Per le lampade elettriche prevalgono l'Olanda, la Germania e l'Austria.

È augurabile che, coi nuovi rapporti stabiliti fra Italia e Grecia nel campo dell'industria elettrica, aumentino presto anche i rapporti commerciali, e che la nostra industria trovi in Grecia un nuovo importante sbocco pei suoi prodotti.

Albania

Caratteri dell'industria.

L'industria elettrica albanese è ai suoi primi passi: vi esistono soltanto pochi modesti impianti locali, alcuni privati ed altri municipali, nei principali centri come Durazzo, Coritza, Tirana, Scutari, Valona ed altri pochi. L'esistenza di impianti comunali che forse fra breve spariranno non è dovuta a tendenze municipalizzatrici, ma solo al fatto che, aperte gare d'appalto, esse andarono deserte ed i comuni dovettero provvedere direttamente ai loro bisogni: quello di Valona è l'antico impianto italiano, passato al Comune dopo lo sgombro.

Sono municipali gli impianti di Durazzo, Scutari e Valona. Quello di Coritza appartiene ad una «Società Generale d'elettricità» di iniziativa e capitale locale, che esercita anche un molino da cereali. Quello di Tirana appartiene alla Società albanese «Sita». Esiste anche una Società «Sesa», italiana, che ha ottenuto concessioni idrauliche ed ha lo scopo di portar l'energia nei diversi centri abitati, siano oggi muniti o no di impianti termici.

Risorse naturali.

L'Albania possiede notevoli giacimenti di combustibili liquidi e di rocce asfaltiche, nonchè forze idrauliche considerevoli. È certo tuttavia che la futura produzione dell'energia elettrica si appoggerà preferibilmente sulle forze idrauliche.

Il «Geological Survey» attribuisce all'Albania un patrimonio idraulico di mezzo milione di cavalli. Molto si potrebbe fare nella parte alta del Paese, con la sistemazione a serbatoio dei laghi di Ochrida e di Maliq: ma il primo è per la maggior parte in Jugoslavia, il che renderà difficile la concessione, e il secondo è molto meno importante. Trattasi di zone di frontiera, non sempre tranquille, e nelle quali non sarebbe molto prudente per ora avventurarsi, il che prorogherà le utilizzazioni, che certamente si realizzeranno in un avvenire non lontano per le serie intenzioni del Governo albanese di favorire il progresso economico, agricolo ed industriale del Paese.

Impianti esistenti e loro futura estensione.

L'impianto di Durazzo comprende due gruppi Diesel-dinamo da 100 cavalli. La distribuzione è a corrente continua 200 Volts. È in progetto una nuova Centrale a vapore da 1500 cavalli.

L'impianto di Coritza ha in atto un gruppo Diesel da 250 cavalli e ne sta impiantando un altro da 350 cavalli.

L'impianto di Tirana, modestissimo, è in via di trasformazione: avrà pure due gruppi Diesel per 500 cavalli complessivi, in attesa dell'energia idroelettrica della « Sesa » di cui si dirà più avanti.

A Scutari si è abbandonato il vecchio impianto e si è già costruita dalla « Sesa » una centrale con due gruppi Diesel da 200 cavalli ciascuno.

Due piccole centrali pure con motori Diesel si stanno costruendo dalla « Sesa » a Kavaja e Fieri: a Berat la vecchia centrale è stata riordinata con due nuovi gruppi da 60 e da 120 HP. Così pure la « Sesa » ha rifatto l'impianto di Valona, pure con due gruppi da 60 e da 120 HP.

Tutti questi piccoli impianti sono destinati a divenire di riserva all'energia di origine idraulica.

Non si hanno dati precisi sulla modesta produzione in kWh.

Gli impianti idroelettrici studiati dalla « Sesa » sono i seguenti:

a) *Centrale del Kivi* prevista in 800 HP, avente per principale obbiettivo la città di Scutari. Il Governo albanese ha già emanato il relativo decreto di concessione.

b) *Centrale del Tirana* prevista in 1500 HP aumentabili a 3000 HP, con invaso artificiale. Ha per obbiettivo la città di Tirana, Durazzo, Cavaja ed Elbassan. È in corso il decreto di concessione.

c) *Centrali della Suscitza, di Koritza e di Libohova*, ancora allo studio.

Tariffe e prezzi.

Dato lo sviluppo embrionale dell'industria vi è ancora una certa incertezza nei prezzi. Quasi ovunque la vendita è limitata agli impieghi per illuminazione pubblica e privata, con tariffe a contatore libero ed a forfait.

A Coritza il contratto col Comune impone le tariffe seguenti (ridotte in lire italiane): per luce privata, L. 3,85 il kWh, oppure L. 0,46 per candela-mese; per uso industriale L. 2,18 per kWh. Il Comune paga annualmente L. 88.000,— per l'illuminazione pubblica (20.000 candele dal tramonto alle due di notte). Nonostante questi prezzi la Società locale è in perdita.

A Tirana il contratto col Comune impone i prezzi seguenti: per illuminazione pubblica L. 2,75 per kWh, con impegno di 65.000 kWh annui; per illuminazione privata L. 3.66 per kWh, con 328.500 kWh annui assicurati come minimo.

Importazione di materiale.

L'Albania offre un ottimo mercato per la nostra Industria costruttrice. Già gli impianti della « Sesa » sono esguiti interamente con macchinario e materiali italiani, ed è bene avviato il commercio degli apparecchi, dei conduttori ecc. Non manca qualche concorrente straniero.

L'Albania potrà fra breve presentare buone occasioni anche pei costruttori di linee elettriche e di opere idrauliche.

ING. ETTORE CESÀRI.

La medaglia d'oro dei benemeriti dell'istruzione al Presidente dell' « Unfiel »

Domenica, 30 marzo, a Milano un centinaio di ingegneri, ex allievi dell'on. *Giacinto Motta*, Consigliere Delegato della *Edison* e Presidente dell'UNFIEL, si radunarono ad una colazione per festeggiarlo per il conferimento della medaglia d'oro decretatagli dal Ministero dell'Educazione Nazionale, per avere egli bene meritato dalla Scuola.

Fra di essi si notavano numerose personalità del campo dell'insegnamento, della professione e dell'industria; fra gli altri, S. E. Belluzzo e gli on. Mauro e Scotti. Erano presenti anche il Sen. Fantoli, Direttore del Politecnico Milanese, l'ing. Tito Gonzales, in rappresentanza dell'Associazione Elettrotecnica Italiana, l'ing. Alessandro Taccani, Presidente della Sezione Tecnologica dell'UNFIEL, l'ing. Rebora, per la Scuola Laboratorio di Elettrotecnica per operai.

Al termine della colazione il Prof. Barbagelata lesse le adesioni di numerosi ex allievi impossibilitati ad intervenire; pronunciarono calorose ed elevate parole il Sen. Fantoli, S. E. Belluzzo, l'ing. Gonzales, il prof. Rebora e l'on. Scotti, mettendo in evidenza i meriti insigni del festeggiato come insegnante e come patrocinatore instancabile degli studi e dell'insegnamento. A tutti rispose, commosso, il festeggiato.

DIRITTO E GIURISPRUDENZA

SOMMINISTRAZIONE DI ENERGIA ELETTRICA

Fallimento - Contratti continuativi.

I

L'anticipata risoluzione, a seguito del fallimento, dei contratti continuativi stipulati dal fallito, non dà diritto alla parte adempiente di ottenere il risarcimento dei danni, arg. art. 700 (1).

Corte d'Appello Milano, 22 giugno 1929, Pres. Ronga P., Est. Carboni - S. A. Distribuzione di energia elettrica Ing. Banfi (avv. Frattini) c. Fallimento E. Majer (avv. Pavia).

Diritto.

Sostiene l'appellante che per l'anticipata risoluzione dei contratti bilaterali continuativi stipulati dal commerciante dichiarato poi fallito se il curatore non si valga della facoltà di continuare l'esecuzione, il creditore adempiente abbia diritto al risarcimento dei danni a norma degli art. 1165 e 1218 C. C.

La questione è in dottrina e giurisprudenza grandemente controversa ma ad avviso della corte sono prevalenti le ragioni che sorreggono l'opinione contraria a quella sostenuta dall'appellante.

In materia prevale sul diritto comune privato il diritto fallimentare, sia per la sua specialità, sia per il suo carattere in buona parte pubblicistico, per il quale i particolari interessi privati o sono subordinati a interessi pubblici o sono contemperati fra loro con qualche reciproca limitazione.

E sebbene nella legge fallimentare manchi una deroga espressa agli art. 1165 e 1218 C. C. vi sono però parecchie disposizioni da cui la deroga implicita si desume.

L'art. 700 C. Comm. per il quale rispetto alla massa dei creditori, resta sospeso, per effetto della sentenza dichiarativa di fallimento, il corso degli interessi dei crediti non garantiti con pegno, ipoteca o altro privilegio, è inspirato a un principio incompatibile con la tesi sostenuta dall'appellante.

Difatti, i danni derivati dall'interrotta esecuzione di un contratto continuativo, costituirebbero, come gli interessi non ancora scaduti, un credito successivo alla dichiarazione di fallimento.

Non vi è obbligo di risarcimento di danni per inadempimento contrattuale, se il contraente inadempiente non è in colpa.

Ma la dichiarazione di fallimento, pone il fallito nella impossibilità giuridica sia di continuare ad adempiere la sua prestazione, sia di pretendere quella che gli sarebbe dovuta e l'impossibilità esclude la colpa.

Non ha valore l'obiezione che nella dichiarazione di fallimento sia sempre implicita la colpa del fallito, potendovi bene esservi dei casi di fallimento affatto incolpevole. Non basterebbe per altro a costituire in colpa il fallito la generica insolvenza che dà luogo alla dichiarazione di fallimento, ma occorrerebbe la colpa dell'inadempimento specifico per il quale si pretende il risarcimento; il che presupporrebbe la possibilità per il fallito di adempiere l'obbligazione. Ma il fallito non può più adempierla, neppure se il continuare l'esecuzione del contratto continuativo fosse vantaggioso per il patrimonio. Essendo egli privato dell'amministrazione dei suoi beni e delle azioni relative, non potrebbe legittimamente essere tenuto responsabile di quel che il curatore reputa conveniente di fare nell'interesse della massa. Nè d'altra parte può essere reputata la massa colpevole d'inadempimento della prestazione continuativa, postochè il continuare l'esecuzione del contratto è una facoltà e non un obbligo. La legge stabilisce espressamente soltanto nel caso di locazione d'immobili per i bisogni del commercio, la quale debba continuare per oltre tre anni, l'obbligo di pagare un giusto compenso al locatore quando la massa dei creditori preferisce lo scioglimento anticipato (art. 603 C. Comm.). Dal carattere manifestamente eccezionale di codesta norma si desume che per lo scioglimento anticipato di ogni altro contratto continuativo nessuna indennità è dovuta al contraente *in bonis*.

Il fallimento di un commerciante è non soltanto una perdita per tutti quei creditori di lui che non abbiano speciali e sufficienti garanzie, ma anche una calamità per il commercio in genere, data la concatenazione delle operazioni commerciali e le loro ripercussioni indirette anche su persone estranee ai rapporti col fallito. E il legislatore, come si può desumere da parecchie disposizioni in materia del fallimento, ha voluto, per non aggravare il danno comune, che la liquidazione proceda rapida ed economica, eliminando a un tempo l'obbligo di eseguire i contratti continuativi e le particolari azioni di risarcimento che ciascun contraente *in bonis* avrebbe per l'anticipata risoluzione, secondo la legge comune, potuto promuovere.

Tutti i creditori, anche quelli che hanno eseguito interamente le loro prestazioni, subiscono danni a cagione della dichiarazione di fallimento; anche quelli che avevano crediti chirografari commerciali di somme liquide ed esigibili patiscono la perdita degli interessi che sarebbero maturati durante la liquidazione. È agevole arguire quali complicazioni e dispendi seguirebbero se ciascuno creditore potesse reclamare a titolo d'indennità le particolari perdite conseguenti alla dichiarazione di fallimento. Per lo stesso principio per cui la perdita degli interessi incide sul creditore chirografario è da ritenere che la perdita dei lucri sperati dalla completa esecuzione dei contratti continuativi debba incidere sul contraente *in bonis*.

L'opinione che la corte reputa di dover accogliere ha il conforto di essere stata recentemente accolta dalla Corte Suprema con sentenza del 17 dicembre 1928 (in *Settimana della Cassazione*, 1929, p. 106, N. 4528). Inoltre essa è stata accolta dal progetto del Cod. di Commercio compilato dalla sottocommissione reale B.

Per l'art. 774, del progetto, nel caso di contratti già eseguiti, la parte non fallita s'insinua al passivo del fallimento senza diritto al risarcimento dei danni che non siano già dovuti anteriormente.

Nel caso di vendita non ancora eseguita, sebbene sia conservata al curatore la facoltà di subentrare o di sciogliersi, il venditore *in bonis* può consegnare la cosa insinuandosi per il prezzo (art. 775).

Ma se la vendita è a consegne ripartite il venditore non ha questa facoltà, nè può far valere nel passivo il suo credito per il prezzo (art. 777 ult. cap.).

E l'art. 778 dispone che le regole sulla vendita ineseguita si applicano a tutti i contratti bilaterali quando la prestazione del fallito consiste in denaro. Le quali disposizioni del progetto, compilato dal fiore dei nostri cultori del diritto commerciale, non sono che innovatrici più sicure e più accettabili della elaborazione dottrinale e giurisprudenziale maturata allo stato attuale della legislazione nei rispetti della questione controversia. (*Omissis.*).

II

Col fallimento restano sospesi tutti i contratti continuativi che erano in corso col fallito senza che sia luogo a parlare per ciò di risarcimento di danni. Art. 805, 806 *C. Comm.* (2).

Appello Milano, 30 luglio 1929, Pres. Andoly ff. di P., Est. Vedana - Società Orobia (Avv. Zappert) c. Fallimento Passoni (Avv. Galeazzi).

Diritto,

La questione che si presenta alla Corte è di vedere se, di fronte ad un contratto di fornitura a termine, interrotto dal fallimento dell'acquirente, il contratto venga ad essere sospeso senza diritto, ovvero con diritto ai danni pel venditore.

La questione è tutt'altro che nuova, e la Corte non può che riconoscere che la sentenza del tribunale, nella sua concisione, fu completa ed esauriente ed arrivò ad una pronunzia che non può non seguirsi.

L'istituto fallimentare, creato pei commercianti che non sono in grado di proseguire nei pagamenti, crea la sospensione di tutta l'attività commerciale del fallito dalla data della dichiarazione del fallimento; il patrimonio del fallito resta quello che è in codesta data e deve essere liquidato e diviso equamente fra tutti i creditori, cessa il corso degli interessi, cessano le procedure esecutive già iniziate ed i creditori debbono accontentarsi di vedersi pagati i crediti già maturati prima del fallimento con quanto le attività esistenti potranno dare.

È perciò insita all'istituto fallimentare la rottura dei contratti in corso, giacchè, se così non fosse, si avrebbe una prosecuzione del commercio del fallito e non già la liquidazione del suo attivo. Il fallimento non rescinde i contratti in corso, ma li sospende; ciò è tanto vero che l'art. 806 C. Comm. autorizza il curatore (ove lo creda opportuno alla massa) di eseguire un contratto in corso e l'art. 805 C. Comm. autorizza il venditore a trattenere le merci già vendute, ma non ancora entrate nella sfera patrimoniale del fallito; disposizioni codeste d'indole eccezionale, tantochè la legge ne ha formato oggetto di una disposizione speciale. Cotesta sospensione non può essere causa di risarcimento di danni, appunto perchè rientra nelle conseguenze legali ed inevitabili del fallimento e ne costituisce anzi una caratteristica.

Quindi è che (scomparso il commerciante fallito e successa a lui la massa creditoria) non si può a questa addebitare una colpa se un contratto in corso rimane sospeso e non si può parlare di danni se non vi sia il concorso di colpa.

Non è a dubitarsi che il fallimento arrechi un danno a tutti i creditori, specialmente chirografari, e può anche ammettersi che, in un contratto di fornitura di energia elettrica, il danno sia maggiore se ed in quanto, sospesa la fornitura, il creditore non abbia più modo di lucrare su quel tanto di merce che aveva già impegnata verso il fallito, ma questo danno non può costituire una ragione sufficiente per sconvolgere la procedura fallimentare, nè un produttore di energia elettrica, che si senta più degli altri danneggiato da un fallimento, può pretendere un privilegio che agli altri non compete.

(*Omissis*).

NOTA

(1-2) In contrario senso si veda la sentenza 26 giugno - 12 uglio 1929 della Corte d'Appello di Torino pubblicata in questa Rivista, gennaio 1930, pag. 48, nonchè la nota di richiamo in calce alla stessa.

ACQUE PUBBLICHE

Rimozione di opere - Controversia fra privati - Competenza.

È competente il tribunale delle acque e non il tribunale ordinario a conoscere dell'azione del privato utente di un'acqua pubblica per la rimozione di opere che egli assuma abusivamente costruite a suo danno da altri utenti in correlazione ad opere di bonifica, essendo la domanda stata proposta anche nei confronti dell'amministrazione di questa, art. 67 lett. a, c, d, R. D. L. 9 ottobre 1919 *sulle acque pubbliche* (1).

E ciò tanto più se da parte dell'Amministrazione della bonifica si contesti il diritto alla derivazione per mancanza del riconoscimento amministrativo, art. 2 R. D. L. 9 ottobre 1919 *succit.* (2).

(Appello Napoli 13 novembre 1929, Pres. Cama P., Est. Minutolo - Rossi c. Amministrazione bonifiche di Salerno, Del Gaudio ed altri).

Fatto

L'Avv. Giovanni M. Rossi con atti del 13, 19 e 22 novembre 1926 dichiarava a Del Gaudio Francesco, coniugi Di Somma Domenico e Coppola Anna, Stile Vincenzo, Esposito Teodorico, coniugi Malafronte Tommaso e Buondonno Rachele, ed al Prefetto di Salerno, quale rappresentante l'amministrazione delle bonifiche in quella provincia: che era proprietario di territorio in tenimento di Torre Annunziata, contrada Pontenovo sul Sarno, che per antica concessione è irrigatorio con l'acqua del canale Bottaro. Molti anni prima l'amministrazione delle bonifiche, nel procedere alla costruzione del nuovo alveo del fiume Sarno levò gli antichi canali, costruì sopra questo un ponte in ferro con due canali anche in ferro, uno per la irrigazione del suo fondo, l'altro per la irrigazione del terreno ora appartenente agli eredi del fu Federico Nicolini. Che essi Del Gaudio, Di Somma, Coppola, Stile, Esposito, Buondonno, Malafronte per non pulire il loro canale, cosa che costituiva un lavoro fastidioso, si permettevano, per proprio comodo, servirsi per la irrigazione del canale costruito per il passaggio dell'acqua destinata ad irrigare il suo fondo, profittando che questo per un certo tratto procedeva vicino al loro fondo. I coniugi Di Somma e Coppola poi abusivamente avevano pure praticato sotto la strada altro canale particolare in comunicazione di quel canale di ferro, costruito dalla bonifica per la irrigazione del suo fondo. Che questo stato di cose produceva a lui e pei suoi coloni grave danno per la perdita dei prodotti agrarii in quanto rendeva impossibile la irrigazione giacchè l'acqua era assorbita tutta dal territorio degli aventi causa del Nicolini, territorio di estensione quasi tripla del suo fondo. Che, per tali fatti, conveniva tutti innanzi al Tribunale di Napoli per sentire emettere i seguenti provvedimenti:

1) Dichiarare che essi Del Gaudio ed altri aventi causa del Nicolini non avevano diritto di servirsi per l'irrigazione del loro fondo del canale costruito esclusivamente per irrigare il fondo di esso istante Rossi condannando ciascuno di essi alla penale di lire 500 per ogni infrazione.

2) Ordinare ai coniugi Di Somma e Coppola di abolire il canale di comunicazione da essi abusivamente costruito.

3) Ordinare all'amministrazione delle bonifiche di provvedere, sia per rimuovere l'abusiva comunicazione praticata da detti coniugi Di Somma e Coppola, sia per impedire che tutti i convenuti si servissero del canale esclusivo di esso istante anche con opere permanenti e manufatti a difesa del diritto di esso Rossi ed ordinare altresì la sorveglianza da parte del guardiano delle bonifiche con la precisa responsabilità della detta amministrazione a termine dell'art. 1153 C. C. e sotto l'obbligo di elevare verbale di contravvenzione per ogni eventuale infrazione.

4) Condannare tutti i convenuti alle spese del giudizio a favore di esso istante e dell'amministrazione delle bonifiche. Il Tribunale, in contumacia dei convenuti Stile Vincenzo, coniugi Malafronte Tommaso, e Buondonno Rachele, e coniugi Di Somma Michele e Farina Anna dichiarò la propria incompetenza per ragione di materia a provvedere sulla domanda del Rossi e condannò l'attore alle spese del giudizio in rapporto di tutti i convenuti. Avverso questa sentenza della 1ª sezione del tribunale in data 12 marzo 1928, l'Avv. Rossi propose appello perchè in essa erroneamente si era dichiarata la competenza del Tribunale delle acque, accogliendosi la deduzione dell'ultima ora dell'amministrazione delle bonifiche quando la stessa con la prima comparsa, presentata al tribunale, riconobbe che la disputa era sopra acqua privata e non pubblica come risultava dai documenti presentati per essere il canale Bottaro di privato dominio del Fienga (*Omissis*).

Diritto

L'art. 2 del decreto legge 9 ottobre 1919, che reca disposizioni sulle acque pubbliche, stabilendo altresì le norme di giurisdizione e di procedura del contenzioso sulle stesse, dispone che gli utenti di acqua pubblica in virtù di un titolo legittimo che non abbiano già ottenuto il riconoscimento del diritto all'uso dell'acqua, dovranno chiederlo, sotto pena di decadenza, entro il 31 dicembre 1920, ove si tratti di acqua iscritta in un elenco, la cui pubblicazione sia avvenuta nella *Gazzetta Ufficiale* del Regno entro il 31 dicembre 1919 ed in ogni altro caso entro l'anno dalla pubblicazione dell'elenco in cui l'acqua è iscritta. L'art. 67, poi, deferisce alla cognizione dei tribunali delle acque pubbliche: *a*) le controversie intorno alla demanialità dell'acqua, *c*) le controversie aventi ad oggetto qualunque diritto relativo alle derivazioni ed utilizzazioni di acque pubbliche, anche in confronto della bonifica perchè a lettera *d*) demanda allo stesso tribunale anche le controversie indicate nell'art. 8, 3° capov. del d. lt. 2 settembre 1917, n. 1597 che riguarda le occupazioni di suolo temporanee e definitive da parte della bonifica e le relative indennità. Ben vero è detto nella relazione al progetto di legge senatorio divenuto poi il progetto di legge Pantano « colla lettera *g*) dell'art. 35 (oggi lettera *d*, dell'articolo 67 del decreto) abbiamo riportato sotto la giurisdizione del tribunale delle acque le controversie che traggono le loro origini dalle opere di bonifica, accogliendo così il voto espresso da più parti e segnatamente formulato dal procuratore generale della Corte di Cassazione di Roma nel suo discorso inaugurale dell'anno giuridico ». Il quale procuratore generale nel discorso 5 gennaio 1918 faceva voti perchè al tribunale delle acque pubbliche venisse affidata « la materia delle bonifiche che con quella delle acque ha relazione intima ed ha già dato luogo ad impor-

tanti decisioni di questo supremo collegio ». Dal complesso di siffatte disposizioni ne consegue che gli utenti di acque pubbliche, senza distinzione di sorta, che non abbiano ottenuto la legittimazione del proprio uso, non possono agire giudiziariamente contro l'uso che altri faccia delle acque medesime, affermando che costituisca lesione al proprio diritto (art. 36 C. P. C.).

E se ad un'azione per siffatti danni lamentati contro un privato, l'utente di acqua pubblica innesti un'azione contro la bonifica dipendente da opere da essa compiute in modifica di precedenti opere per trasporto di acqua da luogo a luogo, è chiaro che, avendo tale azione per oggetto un diritto relativo alla derivazione ed utilizzazione di acqua pubblica non possa sfuggire alla competenza dei tribunali delle acque.

Ora, applicando questi principii al fatto in esame; balza chiara la incompetenza del tribunale ordinario. L'appellante Avv. Rossi non solo ha istituito azione per danni contro privati, ma anche contro la bonifica per canali in ferro, che afferma fatti dalla stessa in sostituzione di antichi canali che portavano l'acqua al proprio fondo e domanda che la si costringa dal giudice alla manutenzione e sorveglianza degli stessi; a modificare dette opere, occorrendo; a farle sorvegliare con obbligo ai guardiani di elevare appositi verbali di denunzia. Vi sarebbe quanto basta per dichiarare anche di ufficio la incompetenza per materia.

Ma vi ha dippiù ed è l'eccezione tardiva, ma sempre in tempo, della bonifica relativa alla carenza di diritto del Rossi che egualmente è di ordine pubblico; riflette tutta la causa e riguarda tutte le parti in causa, anche i privati.

Sicchè in omaggio agli stessi insegnamenti del supremo collegio è indispensabile il ritenere che la materia del presente giudizio sorpassi i limiti indicati costantemente nei citati responsi e perciò sfugga alla cognizione dei tribunali ordinari.

Se ciò non fosse, il tribunale ordinario verrebbe a pronunziare decadenze o meno dipendenti dalla legge sulle acque e sulla esistenza dei diritti del privato verso la bonifica, dipendenti da opere da quest'ultima espletate e relative alla derivazione di pubbliche acque. Nè è a dire che si possa di ufficio mettere fuori causa la bonifica, quante volte con le sue ultime conclusioni questa più non domanda, anzi impugna l'esistenza del diritto dell'appellante e sostiene la demanialità delle acque derivate e la decadenza del Rossi.

P. q. m. ecc.

NOTE

(1) Nel senso che a conoscere della controversia fra privati in ordine al modo di utilizzare una derivazione di acqua pubblica, sia competente la Autorità giudiziaria ordinaria, si veda la sentenza 3 dicembre 1926 della Cassazione a Sezioni Unite (*Monitore Tribunali*, 1927, 532).

(2) Conf. Cassazione, 21 dicembre 1925, (*Monitore* 1926, 252).

PRIVATIVE INDUSTRIALI

Attuazione in Italia.

La messa in pratica richiesta dall'art. 58 n. 2 della legge sulle privative industriali 30 ottobre 1859 n. 3731 per mantenere in vita l'attestato deve risultare dall'applicazione tecnica o dall'esercizio effettivo del ritrovato nell'industria nazionale, non essendo sufficiente la importazione e vendita in Italia del prodotto brevettato, salvi tuttavia quei temperamenti che il testo della legge e la liberale interpretazione della dottrina e della giurisprudenza hanno accolto per scusare la inazione del brevettato.

Le modificazioni introdotte dagli atti internazionali dell'Aia 6 novembre 1925 (resi esecutivi con decreto legge 10 gennaio 1926, n. 169) all'art. 5 della convenzione di unione di Parigi del 20 marzo 1883 per la protezione della proprietà industriale, non hanno soppresso questo obbligo del brevettato, pure subordinandolo alla constatazione che il sistema delle licenze obbligatorie (che dovrà essere istituito con la revisione dell'art. 58 della legge) non sia sufficiente per prevenire gli abusi che possono risultare dalla mancata attuazione.

Corte di Cassazione, 9 novembre 1929, Pres. ed Est. Piola Caselli - COMPAGNIA GENERALE DI ELETTRICITÀ c. BONIFACE E SOCIETÀ MULLER.

Diritto

La Corte osserva che il primo mezzo di ricorso cade sulla questione di conoscere se l'art. 58 n. 2 della legge sulle privative, col disporre che l'attestato di privativa industriale cessa di essere valido quando la invenzione o scoperta non fu messa in pratica nel termine ivi indicato, o ne fu sospeso l'esercizio, intenda di riferirsi all'applicazione tecnica od esercizio effettivo della invenzione o scoperta nella industria nazionale, oppure anche soltanto allo smercio del prodotto brevettato. Più precisamente se trattandosi, come nella specie, di uno strumento brevettato (tubi per la fabbricazione di raggi Roentgen) occorra, per mantenere in vita la privativa acquistata in Italia, che detto strumento venga in Italia fabbricato, o sia sufficiente che, fabbricato in Germania od in altro Stato, dove fu pure brevettato, venga in Italia posto in commercio.

Attesochè in questa importante questione che tiene da lungo tempo divisa sia la dottrina che la giurisprudenza, la sentenza appellata abbia adottata la opinione che la legge richieda la fabbricazione in Italia del prodotto brevettato, la quale opinione la ricorrente combatte con le seguenti principali argomentazioni.

1º La parola della legge, in quanto parla, nel ricordato art. 58, di « praticare » o di « mettere in pratica » la invenzione o scoperta è talmente lata e generica da abbracciare anche il semplice sfruttamento commerciale della invenzione o scoperta medesima, il quale basta a far sì che il pubblico ne tragga profitto o godimento, e ad impedire che siano presi brevetti unicamente allo scopo che industrie concorrenti non se ne avvantaggino e perciò senza attuarli.

2) Se la legge avesse voluto imporre la fabbricazione, avrebbe, nel mutuare l'art. 58 dall'art. 32 della legge francese 5 luglio 1844, conservato il n. 3 di detto articolo, nel quale si commina la decadenza del brevetto al brevettato « qui aura introduit en France des objets frabriqués en pays étranger et semblables à ceux qui sont garantis par son brévet », disposizione nella quale la dottrina e la giurisprudenza francese traggono l'obbligo del brevettato di fabbricare in Francia il prodotto brevettato.

3) La opposta tesi mal si concilia col disposto dell'art. 4 della legge nostra, perchè ne seguirebbe che il titolare di una privativa straniera possa spacciare il prodotto in Italia, senza l'obbligo di qui fabbricarlo e riservandosi di coprirlo di un brevetto italiano prima che altri importi od attui in Italia la privativa medesima, mentre se lo copre di brevetto questa facoltà gli rimarrebbe preclusa.

4) La tesi opposta contrasta con quel movimento liberale dal quale sono state pervase, attraverso la elaborazione dottrinale le legislazioni dei paesi più progrediti e le convenzioni internazionali, il quale movimento tende a sopprimere la regola dell'obbligo dell'attuazione del ritrovato ed è già arrivato, nella recente revisione dell'Aja della convenzione di Parigi, a sostituire alla sanzione della decadenza quella della licenza obbligatoria.

Attesochè questa Corte ritenga che la tesi della ricorrente, suffragata molti anni addietro da autorevoli consensi, abbia una ragionevole apparenza di fondamento. Essa, tuttavia, non regge ad un esame attento e ponderato di tutti gli elementi della questione.

È da osservare, anzitutto, quale punto di partenza della indagine, che l'obbligo della messa in pratica è regola generale e colpisce, quindi, sia le invenzioni o scoperte fatte, brevettate e messe in uso in Italia, ossia le invenzioni o scoperte che possono dirsi nazionali, che le invenzioni o scoperte estere ossia fatte e brevettate all'estero che si vogliano sfruttare in Italia. Il che, a parte le illazioni che se ne possano trarre in merito allo spirito della legge, conduce di già a considerare che la legge, come legge interna, mira anzitutto a regolare l'esercizio delle privative nazionali e che queste non possono essere attuate se allo smercio non preceda la fabbricazione (salva la ipotesi, all'epoca della promulgazione della legge ancora più straordinaria che oggigiorno, cioè che il titolare di detta privativa vada a fabbricare all'estero per poi importare in Italia la merce fabbricata. Ne deriva un primo indizio per ritenere che il legislatore, parlando di messa in pratica, abbia voluto, non facendo eccezione per i ritrovati esteri, riferirsi ad una messa in pratica completa che abbracci la fabbricazione e lo smercio e non questo solamente.

Del resto, come bene osserva la sentenza impugnata, la locuzione « messa in pratica » che la legge riferisce non già alla privativa, ma proprio alla invenzione o scoperta (come pure le espressioni di « sospendere » o di « sospeso esercizio » che nello stesso art. 58 si ritrovano) sono più adatte per designare una applicazione del processo industriale che non lo smercio di un prodotto commerciale. Tanto più, poi, che se tale significato non avessero, la disposizione non troverebbe possibilità di applicazione nei frequentissimi casi di quelle invenzioni di cui ai nn. 3 e 5 dell'art. 2 della legge che consistendo in un nuovo mezzo di produzione (sistema, processo, metodo, ecc.) si realizzano e sostanziano in un risultamento industriale, anzichè direttamente in un prodotto commerciale.

Altro argomento la sentenza giustamente trae dagli art. 1 e 3 della legge nei quali la legge parla di « attuazione » del ritrovato nel senso palese di un'attuazione industriale. Nè vale il dire che si tratta di locuzione differente, perchè la legge (cfr. art. 3 e 22) la usa promiscuamente con quella di « messa in pratica », come fa pure la relazione ministeriale; ed è ovvio, del resto, che questa seconda espressione, sostituita alla « exploitation » dell'art. 32 della legge francese, contenga, in ogni modo, un senso più specifico e marcato di reale applicazione industriale, sembrando difficile di poter dire che un'invenzione sia messa in pratica od esercitata nel paese quando all'industria non è dato di potersene servire.

La Corte osserva che il secondo argomento che la ricorrente vuole ricavare dalla mancata riproduzione, nel testo dell'art. 58, del n. 3 dell'art. 32 della legge francese, sussiste soltanto ove venga sorretto dal presupposto che in detto n. 3 unicamente, anzichè nel n. 2 ugualmente, sia insita la regola dell'obbligo della fabbricazione nel paese. Ma questo è un punto da dimostrare. Vi sta contro la diversa dizione dei due numeri, perchè il n. 3 non parla degli oggetti coperti da privativa, ma di *objets semblables*, e la contraddittorietà della idea che il n. 2 ammetta ciò che il n. 3 vieta. Non è, invece, contraddittoria la idea opposta, cioè che il n. 3 aggiunga alla regola già contenuta nell'art. 2 (cioè che l'inventore debba provvedere nel termine ivi indicato a che la invenzione sia industrialmente esercitata nel paese sotto pena di decadenza), il codicillo più rigoroso che, ad ogni modo, nessuna importazione dell'oggetto brevettato sia ammessa sin dal giorno che fu concesso il brevetto sotto pena della decadenza immediata del brevetto.

E che le cose stiano così risulta perentoriamente dall'art. 5 della convenzione di Parigi per la protezione della proprietà industriale, del 20 marzo 1883, e dalla interpretazione che dottrina e giurisprudenza hanno data alla suddetta stipulazione internazionale.

Di vero, detto art. 5 ha abrogata la regola draconiana della legge francese nei rapporti fra gli Stati unionisti, disponendo: *L'introduction par le breveté, dans le pays où le brevet a été délivré, d'objets fabriqués dans l'un ou l'autre des Etats de L'Union, n'entrainera pas la déchéance.*

Ma il legislatore internazionale si è affrettato ad aggiungere: *Toutefois le breveté restera soumis à l'obligation d'exploiter son brevet conformément aux lois du pays où il introduit les objets brevetés.*

La quale riserva è stata in Francia sempre interpretata nel senso che, pertanto, l'obbligo per il brevettato di fabbricare nel paese rimanga inalterato in forza di quel n. 2 dell'art. 32 che corrisponde al n. 2 dell'art. 58 della nostra legge. Diguisachè il nostro legislatore, col non riprodurre nel 1855 il suddetto n. 3 non ha fatto che saggiamente anticipare la deliberazione che 28 anni più tardi è stata adottata dalla Convenzione di Parigi, senza intendere con ciò, come appunto in Francia, di ammettere la importazione del prodotto brevettato quale fattore sufficiente della messa in pratica del ritrovato.

Il terzo argomento invocato dalla ricorrente non ha palesemente valore di sorta, perchè basato sull'equivoco fra il commercio libero ed il commercio monopolizzato dal brevetto. Perchè, ammesso pure che il titolare della privativa straniera, non ribrevettando la sua invenzione in Italia, possa, a termini dell'art. 4, importare liberamente in Italia il suo prodotto senza pregiudicare il futuro brevetto che eventualmente potrà prendere in Italia prima che scada il termine di durata della sua privativa, ciò egli farà, secondo il suddetto articolo, in condizioni di concorrenza con ogni altro fabbricante od importatore dello stesso prodotto. Trattasi, perciò, di una facoltà che non può essere raffrontata con quella diversa, e che gli si nega, di importare in Italia, dopo preso il brevetto italiano e, quindi, in regime di monopolio, il prodotto medesimo, senza fabbricarlo in Italia.

Dimodochè, in conclusione, mentre la lettera della disposizione dell'art. 58 sembra significare che la legge richiegga l'esercizio o applicazione del ritrovato nell'industria del paese per mantenere in vita l'attestato di privativa, nessuno degli argomenti opposti dalla ricorrente sul terreno della diretta esegesi della legge, regge ad un attento esame.

Senonchè la ricorrente invoca, altresì, lo spirito della legge, perchè a suo dire l'importazione del prodotto brevettato, avvantaggiando il consumatore, è sufficiente per soddisfare i fini della legge.

Ed adduce, altresì, che questo spirito corrisponde all'indirizzo generale moderno di attenuare se non sopprimere l'obbligo dell'attuazione.

La Corte osserva a questo punto che per chiarire lo spirito della legge occorre di sceverare la questione da risolvere con altre due questioni con le quali essa spesso viene mescolata nella discussione della dottrina e nelle motivazioni dei giudicati.

L'una è quella della valutazione della diligenza posta a carico del titolare della privativa per attuare il ritrovato nel modo come la legge del paese lo richiede.

Il concetto che leggi e convenzioni internazionali hanno seguito nell'imporre l'obbligo di attuazione si è che il titolare deve essere ammesso a scusare o giustificare, come dice l'art. 58 della legge nostra, le cause della sua inazione, in quantochè, giusta quanto osserva Cavour nella relazione alla legge, l'inventore il più delle volte non sa o non può praticare egli medesimo la invenzione; del pari può accadere che la ditta cui ha ceduto il suo brevetto debba ritardare l'attuazione o sospenderla, non per difficoltà finanziarie che la legge non ammette fra le scusanti, ma per avversità di condizioni industriali, sociali o politiche.

L'altra questione è quella se l'attuazione debba essere personale o se il voto della legge sia soddisfatto anche quando per mezzo di licenze od altrimenti, il titolare della privativa agisca in modo che da altri, con il suo consenso, l'attuazione avvenga, al che egli deve forzatamente ricorrere di consueto quando si tratta delle invenzioni di cui ai nn. 3 e 5 dell'art. 2 della legge.

Ma si può su questi due punti largheggiare, come liberamente fa la nostra giurisprudenza, senza pregiudizio della questione in esame la quale deve essere posta unicamente sul punto ben diverso se l'importazione del prodotto brevettato costituisca quella messa in pratica nel paese che la legge richiede.

E poichè, come già fu osservato, il punto è indifferente per le privative nazionali, la questione si presenta necessariamente sotto questo aspetto più preciso, come del resto risulta dalle discussioni del problema dal punto di vista internazionale, se si possa ammettere che l'esercizio della privativa si traduca in un monopolio d'importazione. Ed è perciò che le ragioni che si adducono sotto i riguardi economici a favore dell'uno o dell'altra soluzione sono, in una data misura, il riflesso di quelle che tengono il campo nella questione più generale del liberalismo e del protezionismo economico.

Ma impostata in questi termini la questione, pare difficilmente sostenibile che la legge nostra abbia potuto tacitamente ammettere questo regime di favore a vantaggio dell'inventore straniero o della ditta straniera titolare della privativa. Occorrerebbe trovarne una prova nella legge, mentre la lettera della legge e l'esempio della legge e della tradizione francese, cui il nostro legislatore si è ispirato, danno la prova opposta. E questa prova opposta è completata dalla relazione ministeriale alla legge, alla quale è stato sempre riconosciuto un altro valore ermeneutico.

Scorrendo detta relazione si constata, anzitutto, che le parole *pratica, praticare, metter in pratica, praticabile, impraticabile, mettere in opera, attuare, attuazione*, sono constantemente adoperate nel significato loro proprio di applicare o esercitare tecnicamente o industrialmente il ritrovato, e non già nel senso dello smercio del prodotto brevettato. E per quanto si riferisce particolarmente al commento della disposizione dell'art. 58, il passo citato dalla sentenza spiega ben chiaramente che la decadenza fu stabilita perchè « un inventore, *massime se straniero*, potrebbe « essere interessato a vietare nello Stato l'esercizio d'una in- « venzione già altrove privilegiata a suo vantaggio, unicamente « per costringere i nostri connazionali *a provvedersi dei suoi « prodotti dall'estero* ». Più oltre si parla della utilità che la nuova industria *allignì* nello Stato ossia che sia *praticata* e diventi *nazionale*. E più oltre ancora, parlando degli impedimenti che possono giustificare la inazione dell'inventore, il Ministro sempre si riferisce all'uso pratico dell'invenzione, senza mai accenno alcuno che possa dimostrare che alla sua mente la importazione dall'estero costituisca quell'attuazione del ritrovato che la legge esigeva, ed il cui ritardo o sospensione poteva venire scusato per un ragionevole impedimento.

La ricorrente invoca, infine, l'indirizzo o tendenza delle legislazioni e delle convenzioni internazionali. Ma delle sue affermazioni talune non appaiono esatte, mentre altre sono palesemente in ritardo di un quarto di secolo.

Nonchè abbandonare l'obbligo dell'attuazione, le leggi interne l'hanno mantenuto od introdotto, e l'esempio del *Patent's Act* inglese del 1917 è su questo punto impressionante, essendo stata la Gran Bretagna fino ad allora fautrice della soppressione di quest'obbligo che la sua legislazione non riconosceva. Come è detto nella relazione ministeriale al Senato per l'esecuzione degli atti internazionali dell'Aja, tutti gli Stati unionisti, tranne gli Stati Uniti di America, sono venuti adottando il principio dell'obbligo della *exploitation* sicchè è sembrato che ciò potesse finire quasi per minare la utilità dell'Unione.

Peggiore ancora è l'argomento tratto dalle convenzioni internazionali. La licenza di imporre la *exploitation*, riconosciuta dalla convenzione di Parigi, appare accentuata o aggravata dal protocollo interpretativo di Madrid del 1891 che dichiara che ogni paese potrà determinare il senso nel quale si debba interpre-

tare all'interno la parola *exploiter*. E in qual senso si potesse interpretare risulta dagli atti della Conferenza di Roma, preparatoria di detto protocollo; nella quale Conferenza si invocò che per lo meno non s'imponesse l'obbligo che tutta la fabbricazione avvenisse in paese, perchè ciò avrebbe annullato il beneficio della prima parte dell'art. 5 della convenzione che vieta si possa infliggere la decadenza per essersi introdotto il prodotto brevettato dall'estero.

Verissimo il movimento di opinioni diretto a mitigare questo obbligo e la partecipazione al movimento stesso, sotto l'influenza di tendenze liberiste, da parte dell'Italia, che perciò si astenne di ratificare il ricordato protocollo di Madrid. Ma questo movimento conferma che l'obbligo dell'attuazione, importava appunto la fabbricazione all'interno del prodotto brevettato, senza di che il movimento stesso non potrebbe trovare sufficiente spiegazione. Ed è questa portata dell'obbligo che spiega altresì le citate convenzioni con la Germania del 18 gennaio 1892 e del 4 giugno 1902 sanzionanti il sistema che l'attuazione del ritrovato in uno degli Stati salvasse dalla decadenza per mancata attuazione nel territorio dell'altro Stato, come spiega, infine, la ragione della doppia mitigazione concessa dall'art. 2 dell'atto addizionale di Bruxelles del 14 dicembre 1900, confermato dalla revisione di Washington del 2 giugno 1911, per la quale si estende a tre anni il termine utile per l'attuazione, e, si concede al brevettato di giustificare le cause della sua inazione.

Errato, infine, è ugualmente l'argomento che si vuole ricavare dagli atti stipulati all'Aja il 6 novembre 1925, resi esecutivi con decreto legge 10 gennaio 1926, n. 169. Detti atti, infatti non hanno punto scartato il principio di cui al capoverso dell'art. 5 della Convenzione di Parigi, in quanto che dispongono invece, che: *chacun des pays contractants aura la faculté de prendre les mesures législatives nécessaires pour prévenir les abus qui pourraient résulter de l'exercice du droit exclusif conféré par le brevet, par exemple faute d'exploitation*. Salvochè aggiungono che: *Ces mesures ne pourront prévoir la déchéance du brevet que si la concession de licence obligatoire ne suffisait pas pour prévenir ces abus*.

Nella relazione ministeriale sopra citata, esposto lo stato della questione, fatto presente che « l'Italia avrebbe dovuto « rendersi fautrice dell'applicazione rigida della norma della « decadenza del brevetto non utilizzato il quale paralizza le « industrie, mentre non arreca quei corrispettivi temperamenti « a beneficio o dell'industria stessa o del consumo, che nel regime « della privativa coordinano al generale l'interesse individuale »; indicati, d'altra parte gli imbarazzi che il sistema della decadenza arreca all'industriale il quale « non era mai tranquillo « nell'utilizzazione di una innovazione non sfruttata dal bre- « vettato per difetto di accertamento dell'avvenuta decadenza « di quest'ultimo », spiega le ragioni dell'adesione al sistema conciliativo accolto e per quale « l'istituto della licenza obbligatoria « è in sostanza adottato, *se ben sia stata conservata pure la facoltà « di dichiarare la decadenza* ove esso risulti insufficiente a com- « battere gli abusi della privativa industriale ». Del quale sistema « è da tener conto nella revisione della nostra legislazione « interna ». Analoghi concetti vengono esposti nella relazione senatoria (relatore d'Amelio), nella quale, anzi si accentua che « accoglimento limitato hanno avuto le proposte di riforma « dell'art. 5 », e, come l'istituto della licenza obbligatoria « ha « finito per essere accolto dalla convenzione, ma soltanto *in via « indiretta e come mezzo di esperimento* ».

Dal punto di vista dell'interpretazione dell'obbligo dell'attuazione del ritrovato nel nostro diritto interno, l'atto dell'Aja conferma, dunque, che quest'obbligo va inteso nel senso della utilizzazione industriale del ritrovato stesso, a realizzare la quale utilizzazione è evidentemente diretto anche l'istituto della licenza obbligatoria, che dovrà essere organizzato nella necessaria revisione dell'art. 58 della nostra legge.

Riassumendo, dunque, sembra alla Corte che la tesi della ricorrente sia da rigettare perchè sia la lettera della legge, interpretata direttamente e sulla base della relazione ministeriale che la commenta, che tutto il sistema delle privative, considerato anche nei suoi raffronti colle convenzioni internazionali, dimostrano che l'obbligo della attuazione del ritrovato non può risultare adempiuto con la sola importazione all'interno del prodotto brevettato. Occorre per adempierlo la diretta utilizzazione del ritrovato medesimo nella industria, sia pure con quei temperamenti che il testo della legge e la liberale interpretazione della dottrina e della giurisprudenza, hanno accolto nel valutare la diligenza del titolare della privativa ed i mezzi che può adottare nell'adempimento dell'obbligo medesimo.

Ai quali temperamenti fa appello la ricorrente in disperata tesi, deducendo di avere fatto i tentativi possibili per la messa in pratica del ritrovato. Ma questa tesi subordinata non può essere discussa in questa sede, perchè la sentenza impugnata ha ritenuto con insindacabile giudizio di fatto che la ricorrente non ha fornito, nè chiesto di fornire, prove idonee per giustificare la sua inazione e che l'unico tentativo di utilizzazione del ritrovato, seriamente addotto, è stato quello palesemente irrilevante in fatto ed in diritto di aver concesso ad una ditta francese una licenza per importare in Italia il prodotto brevettato.

Attesochè col secondo mezzo si sollevi la vessata questione a chi incomba, fra attore e convenuto in contraffazione della privativa, l'onere della prova circa la dimostrazione dell'avvenuta o non avvenuta attuazione del ritrovato. Ma di onere della prova si può discutere solo quando da una delle parti si neghi ciò che dall'altro si affermi o viceversa. Ora poichè secondo quanto ha ritenuto in fatto la sentenza appellata, la ricorrente, non ha mai seriamente contestato l'affermazione della parte avversa di non avere essa ricorrente attuato industrialmente il ritrovato in Italia, rifugiandosi nella errata tesi che a ciò non fosse astretta, bastando il fatto di avere importato o tentato di importare il prodotto brevettato, ne segue che il rigetto di tale tesi toglie interesse alla questione dell'onere della prova. Il secondo mezzo deve, quindi, considerarsi come assorbito dal rigetto del primo.

P. Q. M. (*omissis*).

PRASSI AMMINISTRATIVA

Nella presente rubrica vengono riassunti principii, che hanno carattere generale, ma che vengono affermati dalla giurisprudenza o dalla stessa Pubblica Amministrazione in occasione di specifici provvedimenti amministrativi in materia attinente a derivazioni di acque pubbliche a scopo di produzione di energia elettrica o di provvedimenti relativi a servitù di elettrodotto, concessioni di sussidi a impianti e linee elettriche, laghi e serbatoi artificiali etc. La massima viene desunta dal testo di sentenza o decisione e dal decreto, e dal relativo parere del Consiglio dei LL. PP. la ricerca del provvedimento testuale è resa possibile ai lettori colle indicazioni della decisione o sentenza — che vengono indicati per ciascuna massima — o della data del decreto — e annesso disciplinare che sono pubblicati nel *Bollettino del Ministero dei Lavori Pubblici* — colla data e numero del relativo parere del Consiglio dei LL. PP. In ogni modo la Direzione della Rivista è a disposizione degli interessati per ogni altra ricerca, richiesta di copie e simili.

La Rivista *L'Energia* non ha bisogno di richiamare la importanza di queste massime, che costituiscono precedente giudiziario e amministrativo che vale spesso a risolvere casi pratici controversi, in via di interpretazione giurisprudenziale od autentica attuata in casi analoghi.

Ogni massima ha un numero progressivo che sarà richiamato nell'apposito indice annuale.

66 – *La tutela panoramica come motivo di opposizione alle concessioni idroelettriche - Clausola risolutiva nel disciplinare.*

La allegazione di tutela panoramica come motivo di opposizione ad una concessione idroelettrica non è motivo per sè stesso efficace in via assorbente. Può introdursi a risolvere tale opposizione una clausola nel disciplinare concernente l'obbligo nel concessionario di mantenere, nella stagione turistica (dalla metà maggio alla metà settembre) l'altezza dell'acqua ad un livello costante (in un lago), limitando in tale periodo la erogazione ai soli afflussi nel lago che perverranno in più di quelli necessari a conservare al medesimo la richiesta costante di livello. Saranno inoltre attuate quelle opere che senza pregiudizio per l'estetica del lago vangano a limitare anche negli altri mesi dell'anno, l'estensione della zona soggetta e periodiche immersioni.

R. D. 11 luglio 1929. Concessione dal Torrente Astico e Lago Lavarone, Comune di Folgarìa (Trento) alla Ditta Marzotto. Parere del Cons. Sup. LL. PP. n. 979, 2327, 2007 del 29 aprile 1926, 15 settembre 1927 e 29 luglio 1928. (*Boll. Min. LL. PP.*, 1929, pagg. 3153 e 3166).

67 – *Opere e provvedimenti a carico di concessionario di derivazioni idroelettriche - Opere per assicurare la regolarità di altra derivazione a valle.*

Oltre ai consueti oneri compresi nella categoria « Garanzie da osservarsi » del disciplinare tipo per le concessioni idroelettriche, può essere istituito un onere speciale a tutela della continuità e della efficacia della utilizzazione di altre centrali a valle, colla seguente terminologica dizione: « Saranno a carico di ...... tutte le opere necessarie ...... per la difesa della proprietà e del buon regime delle acque...... tanto se il bisogno di dette opere si riconosca prima di iniziare i lavori, quanto se venga accertato in seguito. In modo particolare

saranno a carico della Ditta i provvedimenti che potessero risultare necessari a giudizio dell'Amministrazione per impedire disturbi al regolare funzionamento della derivazione a valle ......».

D. R. 19 luglio 1929. Concessione Ditta Milanesi per derivazione d'acqua dal Torrente Tarodine ecc. in Comune di Borgotaro (Parma). Parere del Cons. Sup. LL. PP. n. 1820 del 28 giugno 1928 (*Boll. Min. LL. PP.* 1929, p. 3177).

68 – *Concessione di opere irrigue - Riserva sull'interesse di future utilizzazioni idroelettriche interferenti – Termine di validità* della riserva.

Una concessione idrica con destinazione irrigua può essere assoggettata a una riserva (di efficacia trentennale rispetto al 70° anno di validità della stessa concessione irrigua) colla quale le opere di presa siano soggette ad incisione per future utilizzazioni idroelettriche, prevedendosi anche, in tal caso, e in via specifica e in modo generico, le condizioni di interferenza e compatibilità fra le due utilizzazioni e le modalità tecniche di restituzione dell'acqua dalla centrale agli impianti irrigui.

D. R. 26 luglio 1929. Concessione di derivazione dal Po località Froldo Croce di Beretta al Consorzio delle Bonifiche in destra di Parmigiana. Pareri. Cons. Sup. LL. PP. n. 2136 e 1063 del 30 luglio 1928 e 15 aprile 1929. (*Boll. Min. LL. PP.*, 1929, p. 3184).

69 – *Riserve per usi d'acqua utilizzati da centrale idroelettrica - Acqua destinata ad eventuale spegnimento di incendi.*

Fra le riserve di usi d'acqua pubblica utilizzata a scopo di trasformazione di energia idraulica in energia elettrica può esistere quella la quale dichiari che «se in dipendenza della derivazione avesse a verificarsi una diminuzione o la completa eliminazione della disponibilità dell'acqua del ...... (lago e sorgenti) alimentanti gli acquedotti comunque serventi per usi potabili, domestici, *per spegnimento incendi* o per usi irrigui agli aventi diritto, la Ditta concessionaria dovrà provvedere a fornire in altro modo la quantità d'acqua che venisse a mancare».

D. R. 11 luglio 1929. Concessione Astico e Vallelunga ecc., in Comune di Folgarìa (Trento) alla Ditta Marzotto. Pareri Cons. Sup. LL. PP. n. 979, 2327, 2007 del 29 aprile 1926, 15 settembre 1927 e 29 luglio 1928. (*Boll. Min. LL. PP.*, 1929, p. 3165).

70 – *Nuove Provincie - Concessione idroelettrica - Inammissibilità di opposizioni fondate sul fatto di eventuali danni derivanti dall'impianto alla gestione in limitazione di usi forestali.*

Nelle nuove Provincie, a cui la legge del 9 ottobre 1919, n. 2161 per le derivazioni e utilizzazioni di acque pubbliche fu estesa col R. D. 25 marzo 1923, n. 913, non sono fondate ed accoglibili le riserve e opposizioni per la tutela degli usi forestali, oltre i limiti generici della tacitazione per qualsiasi danno possa essere causato dalla concessione.

D. R. 9 maggio 1929. Concessione dal Torrente Uque in Comune di Ugovizza (Udine) alla Società «Cogne». Parere Cons. Sup. LL. PP. 29 agosto 1928, n. 2177. (*Boll. Min. LL. PP.*, 1929, p. 2760).

71 – *Varianti del progetto esecutivo rispetto al progetto di massima intese a ridurre l'utilizzazione prevista dal decreto di concessione - Inammissibilità ove non risulti dimostrata l'inattuabilità del piano originario - Limiti del riesame.*

Ove in sede di progetto esecutivo siano proposte varianti al progetto delle opere di concessione idroelettrica, che ridurrebbero notevolmente la utilizzazione prima richiesta e possibile, le varianti proposte sono da respingere ad ogni effetto di legge, ove non sia dimostrato, per le proposte varianti, che la utilizzazione originariamente prevista sia inattuabile. Ciò non osta a che, in sede di progetto esecutivo, l'Amministrazione, eventualmente anche con disciplinare aggiuntivo, precisi la competenza della derivazione, riesaminando le opposizioni presentate durante il periodo istruttorio della domanda di concessione.

D. R. 27 maggio 1929. Concessione alla Società Idroelettrica Alto Adige di derivazione dal Fiume Isarco tra Funes e Ponte Isarco (Bolzano). Parere Cons. Sup. LL. PP., n. 1791 del 28 giugno 1928. (*Boll. Min. LL. PP.* 1929, p. 2773).

72 – *Riserve ferroviarie proposte in opposizione a concessione idroelettrica - Inammissibilità per ragioni procedurali e tecnico-industriali.*

È inammissibile una opposizione a domanda di derivazione e utilizzazione proposta dalle Ferrovie dello Stato, che invocano la preferenza di concessione in contrasto a una domanda privata, ove tale preferenza non sia stata a suo tempo proposta, tanto più quando precedenti concessioni e riserve in altri impianti alle Ferrovie di Stato ricoprono il fabbisogno di energia idroelettrica per la trazione ferroviaria.

D. R. 27 maggio 1929. Concessione alla Società Idroelettrica Alto Adige di derivazione dal Fiume Isarco tra Funes e Ponte Isarco (Bolzano). Parere Cons. Supp. LL. PP. n. 1791, del 28 giugno 1928. (*Boll. Min. LL. PP.*, 1929, p. 2776).

73 – *Opere speciali a carico del concessionario - Inserzione di cauzione fra gli obblighi del concessionario.*

Quando fra le condizioni particolari cui a norma del disciplinare, dovrà soddisfare la derivazione, ve ne siano alcune riferibili all'obbligo di opere di interesse dell'Amministrazione militare, può essere imposta al concessionario la prestazione di una speciale cauzione in danaro (nella specie L. 10.000), a garanzia dell'osservanza di tale obbligo, colla modalità che detto deposito cauzionale sarà restituito dopo il collaudo delle opere suddette.

D. R. 27 maggio 1929. Concessione alla Società Idroelettrica Alto Adige di derivazione dal Fiume Isarco tra Funes e Ponte Isarco (Bolzano). Parere Cons. Sup. LL. PP. n. 1791 del 28 giugno 1928. (*Boll. Min. LL. PP.*, 1929, p. 2784).

74 – *Utenze legittime sul corso d'acqua pubblica relativo a nuova concessione di utilizzazione - Modalità di soddisfacimento a carico del nuovo concessionario.*

La riserva di soddisfacimento di precedenti riserve legittime (posta a carico del concessionario di nuova utilizzazione, ai termini dell'art. 34 del D. L. 9 ottobre 1919, n. 2161), per la sostituzione di un quantitativo di energia elettrica equivalente a quello prodotto cogli impianti idraulici preesistenti, può indurre l'obbligo a carico del nuovo concessionario di effettuare, a sue spese, l'installazione dei nuovi macchinari intesi a rendere possibile la continuazione del regolare esercizio degli impianti precedenti indennizzando gli aventi diritto di ogni danno eventuale.

D. R. 27 maggio 1929. Concessione alla Società Idroelettrica Alto Adige di derivazione dal Fiume Isarco tra Funes e Ponte Isarco (Bolzano). Parere Cons. Sup. LL. PP., n. 1791 del 28 giugno 1928 (*Boll. Min. LL. PP.* 1929, p. 2788).

75 – *Lago naturale funzionante come serbatoio di utilizzazione idroelettrica - Inammissibilità di opposizioni sulla base di danni all'agricoltura per escursioni di falde freatiche.*

È inammissibile una opposizione a tutela di interessi agricoli che sarebbero lesi da variazioni di livello di un lago naturale, utilizzato come serbatoio per una centrale idroelettrica, per pretesi danni dipendenti dalla oscillazione del pelo d'acqua del lago, e in relazione al comportamento delle falde freatiche, specie quando le opere progettate prevedono piccole escursioni limnimetriche, e per di più in brevi periodi di magra, e ciò anche perchè i laghi, nel loro ufficio di accumulazione per detti brevi periodi, possono influire minimamente sull'escursione delle falde freatiche.

D. R. 27 maggio 1929. Concessione dal Sarca e dai laghi di Tobbino e Santa Massenza in Comune di Dro (Trento) alla Società Industriale Trentina. Pareri del Cons. Sup. LL. PP. nn. 104, 3164 e 285 del 25 gennaio, 29 dicembre 1927 e 15 febbraio 1928. (*Boll. Min. LL. PP.*, pagg. 2797 e 2798).

76 – *Tutela del paesaggio - Opere e condizioni speciali imposte al concessionario di derivazione idroelettrica.*

A tutela della bellezza del paesaggio, e come condizione di concessione idroelettrica, possono essere imposte al concessionario opere per provvedere ad una adeguata decantazione delle acque, da effettuarsi in modo continuo e sicuro, mediante apparecchi o bacini di calma sia alla presa sia allo scarico. Altra condizione, diretta alla stessa finalità può essere imposta per provvedere a rilevamenti sistematici sulle torbide del corso d'acqua pubblico in modo da potere stabilire colla massima attendibilità possibile, il trasporto per sospensione unitario e si possa, in base a questo elemento di fatto, decidere se occorra, in caso di vistose intumescenze, sospendere temporaneamente l'esercizio dell'impianto.

D. R. 27 maggio 1929. Concessione dal Sarca e dai laghi di Tobbino e Santa Massenza in Comune di Dro (Trento) alla Società Industriale Trentina. Pareri del Cons. Sup. LL. PP. nn. 104, 3164 e 285 del 25 gennaio, 29 dicembre 1927 e 15 febbraio 1928. (*Boll. Min. LL. PP.*, 1929, p. 2815). A. G.

L'Illuminazione

Compilazione a cura della ANSI - Ufficio di Propaganda per l'Illuminazione Razionale
Costituito col concorso di Imprese Elettriche e di Fabbriche di Lampade Elettriche - Patrocinato dalla UNFIEL
Milano - Via Vincenzo Monti, 5 - Telefono 80-295

Schemi ed idee

Il problema è ancora e sempre quello modesto del lampadario, poichè a impianti speciali di illuminazione indiretta, per ragioni di economia niente affatto accidentali nelle nostre case, non è prudente oggi accennare.

E diciamo pure che con queste note — nelle quali, in varie e poco discrete riprese, si anticiperanno schemi eseguiti o solo ideati, dissepolti dalle polverose cartelle di questo o quel collega o dai segreti archivi di questa o di quella ditta — si vuol allontanare l'ingiusto, comodo e, per varie ragioni, sterile appunto che nessun architetto o ditta produttrice moderna si interessino a questo problema che la professione propone, o, nel caso contrario non frequente, lo facciano con insoffribile impronta di superficialità e dilettantismo.

Cominciamo la nostra serie con cinque schemi di Ubaldo Castagnoli, architetto, che, a rigore della non mai abbastanza deprecata logica comune, schemi ed idee avrebbe dovuto ricever da altrove e solo elaborare artisticamente per poi conservar nascoste nel timore piccino che altri avesse a farne uso o a trarne insegnamento.

Ecco dunque, generosamente offerte, cinque idee in cinque schemi.

I due primi veramente ci paiono aderire al problema con una sincerità di mezzi ed una chiarezza di risultati che — sfogliatori accaniti di riviste tecniche straniere e nostrane — abbiano cercato invano altrove e più d'una volta.

I° schema (fig. 1 e 2). È un lampadario per una sala da pranzo. È formato da una scatola tronco conica M, in palissandro lucido, cui sono sospese ed appoggiate due corone circolari di

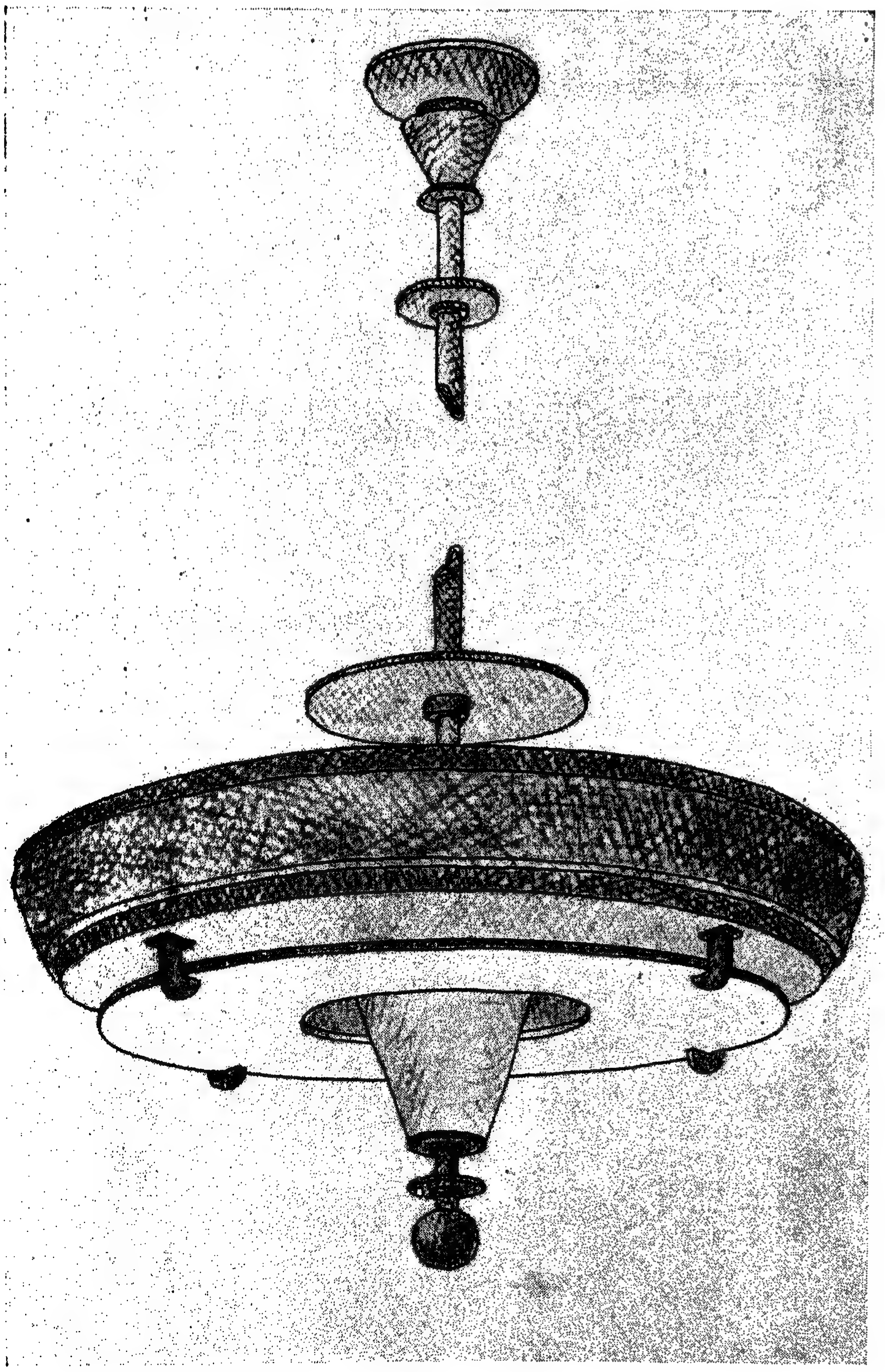


Fig. 1.

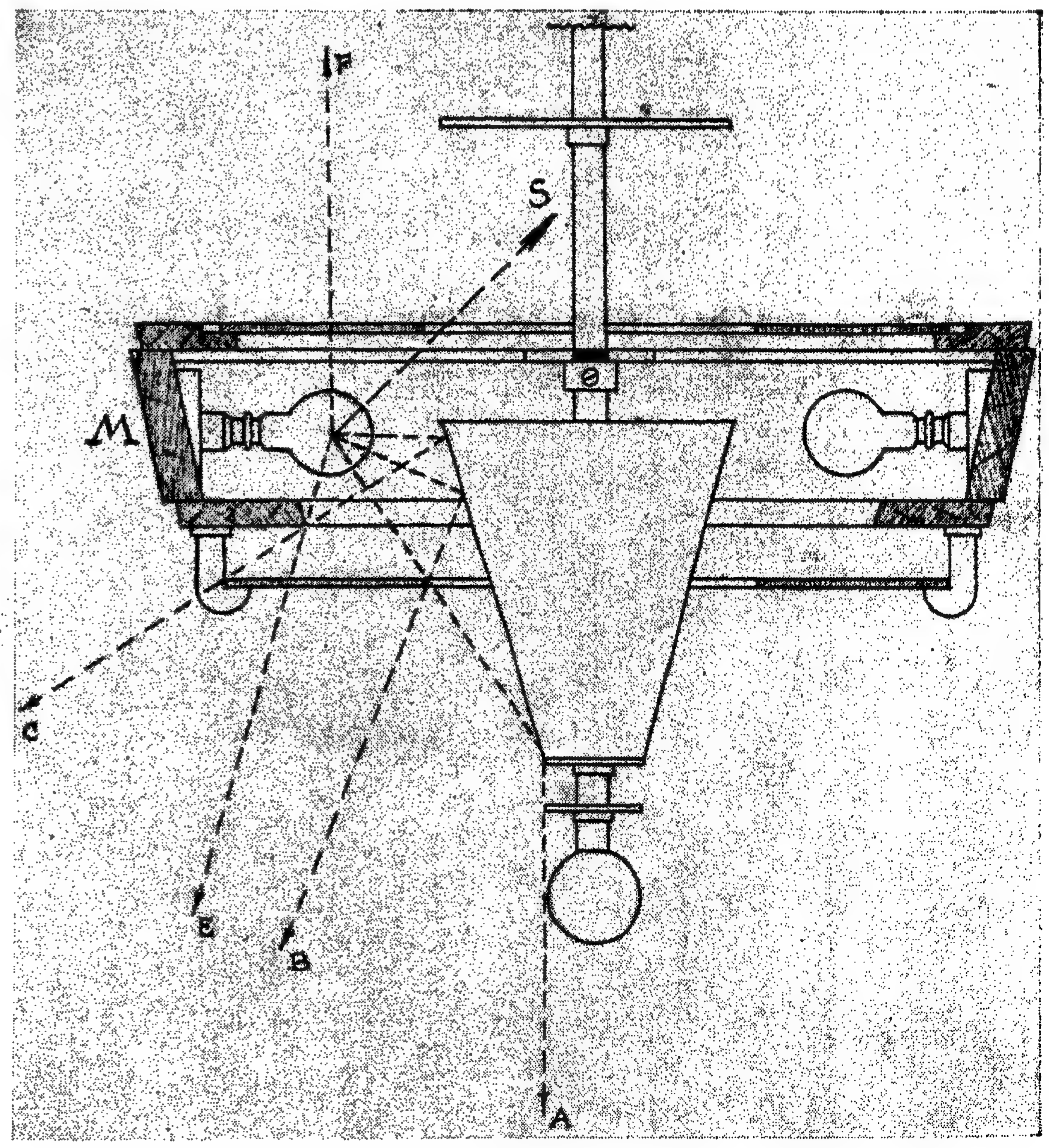


Fig. 2.

vetro opalino; all'asse è applicato un cono di vetro satinato a colatura di argento. Le parti metalliche sono in ottone argentato opaco. Sei o otto lampadine comandate in due accensioni completano l'assieme. Sul tavolo sottostante, il cono argentato ge-

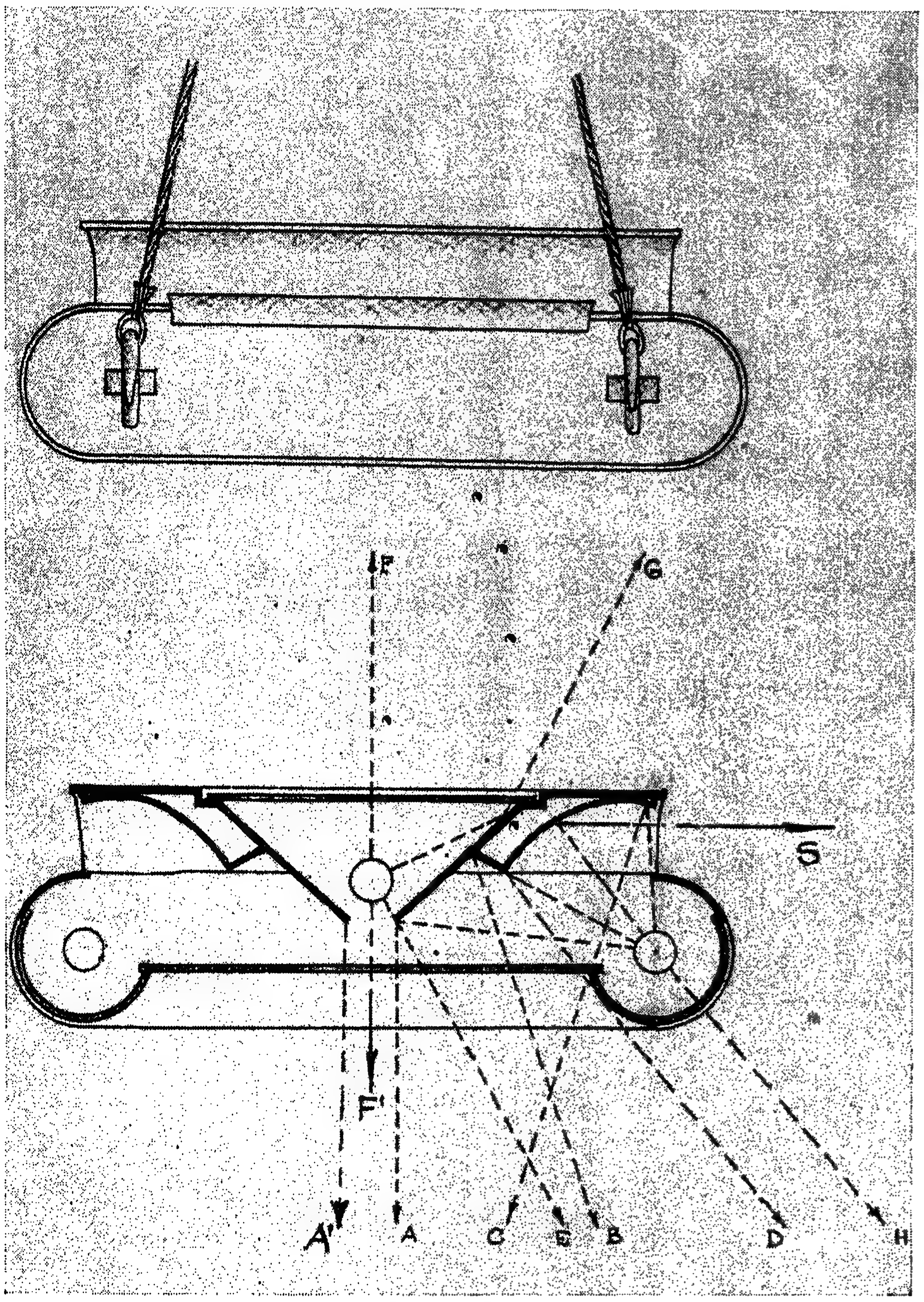


Fig. 3.

nera per riflessione — praticamente non speculare e quindi escludente ogni ipotesi di abbagliamento o anche di semplice visione delle lampadine — una zona luminosa A-B e due corone di intensità degradante BE ed EC. Attraverso la corona circolare di vetro, posta superiormente, i raggi F ed S illuminano il soffitto e indirettamente l'ambiente.

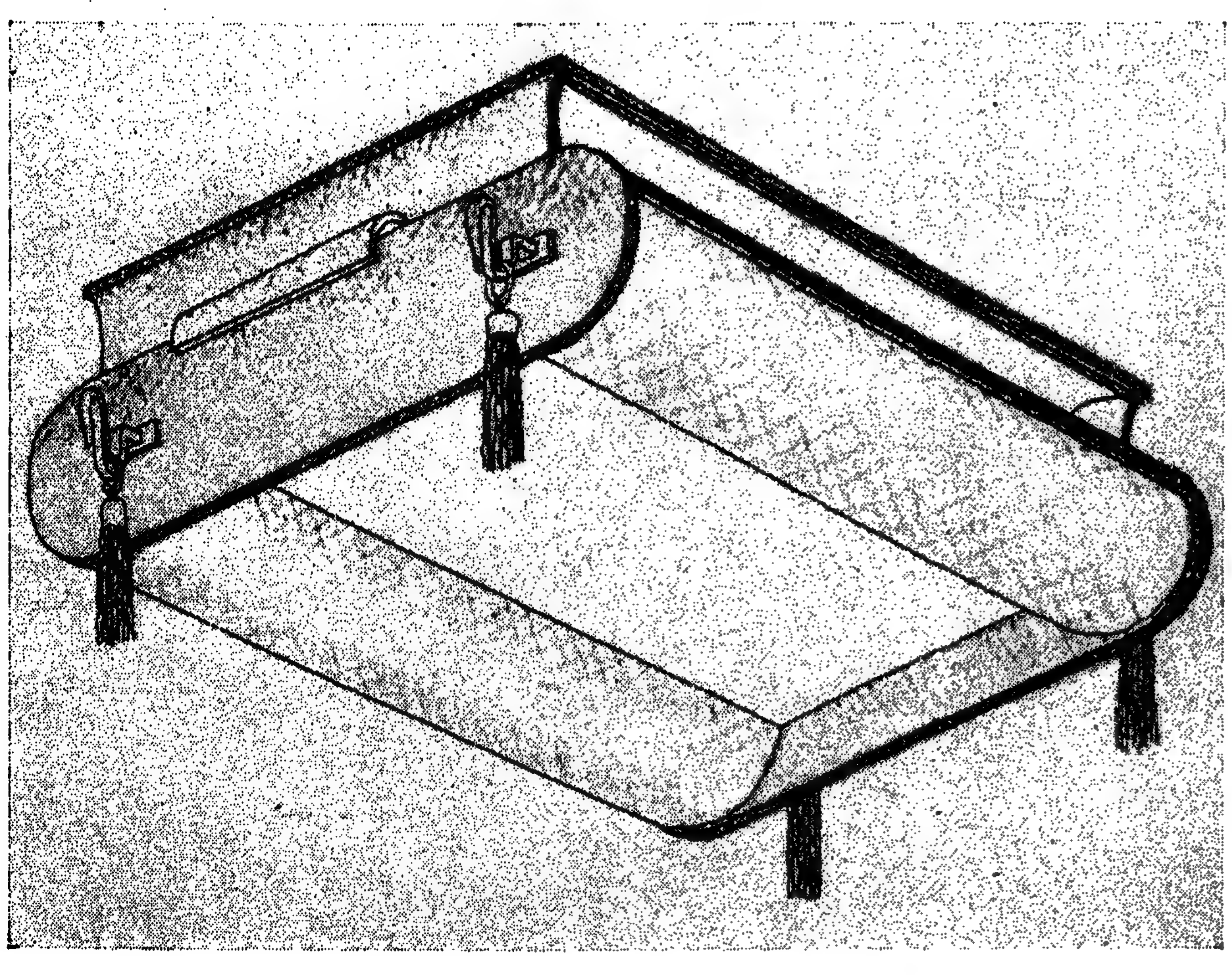


Fig. 4.

L'illuminazione della lastra è completamente uniforme. Gli effetti delle tre zone AB, BE, EC, si sommano nell'ambiente, oltre che sull'apparecchio, colla striscia d'ombra dovuta allo schermo della scatola M, in una serie di gradazioni, che la luce proveniente dal soffitto fonde piacevolmente.

II° schema (fig. 3 e 4). È ancora quello di un lampadario in ottone lucido per una sala da pranzo. Quattro lampade tubolari (attacco Edison) sono distribuite in due file lungo l'asse di due mezzi cilindri di vetro opalino. Sulle due generatrici interne dei due mezzi cilindri, si appoggia una lastra diffondente di cristallo smerigliato. La luce delle quattro lampade viene riflessa sulla tavola da superfici smaltate in bianco (raggi A, B, C, D) e in parte attraversa i due cilindri (raggi H). I raggi S modellano la parte alta del lampadario e illuminano le pareti. Le parti vuote corrispondenti garantiscono l'areazione. La parte più alta è chiusa da una lastra di vetro che protegge due altre linoliti i cui raggi F ed F', illuminano il soffitto e colmano, sulla lastra di cristallo smerigliato, la zona di minor illuminazione lasciata tra i raggi A ed A'. La sospensione viene fatta con cordoni di passamaneria grigio-argento mediante attacchi a gancio posti sui due lati pieni.

Non è chi non veda, in questa realizzazione luminosa del capitello jonico, come la sintesi di pochi elementi variamente illuminati abbia dato vita ad un assieme che unisce ai pregi del

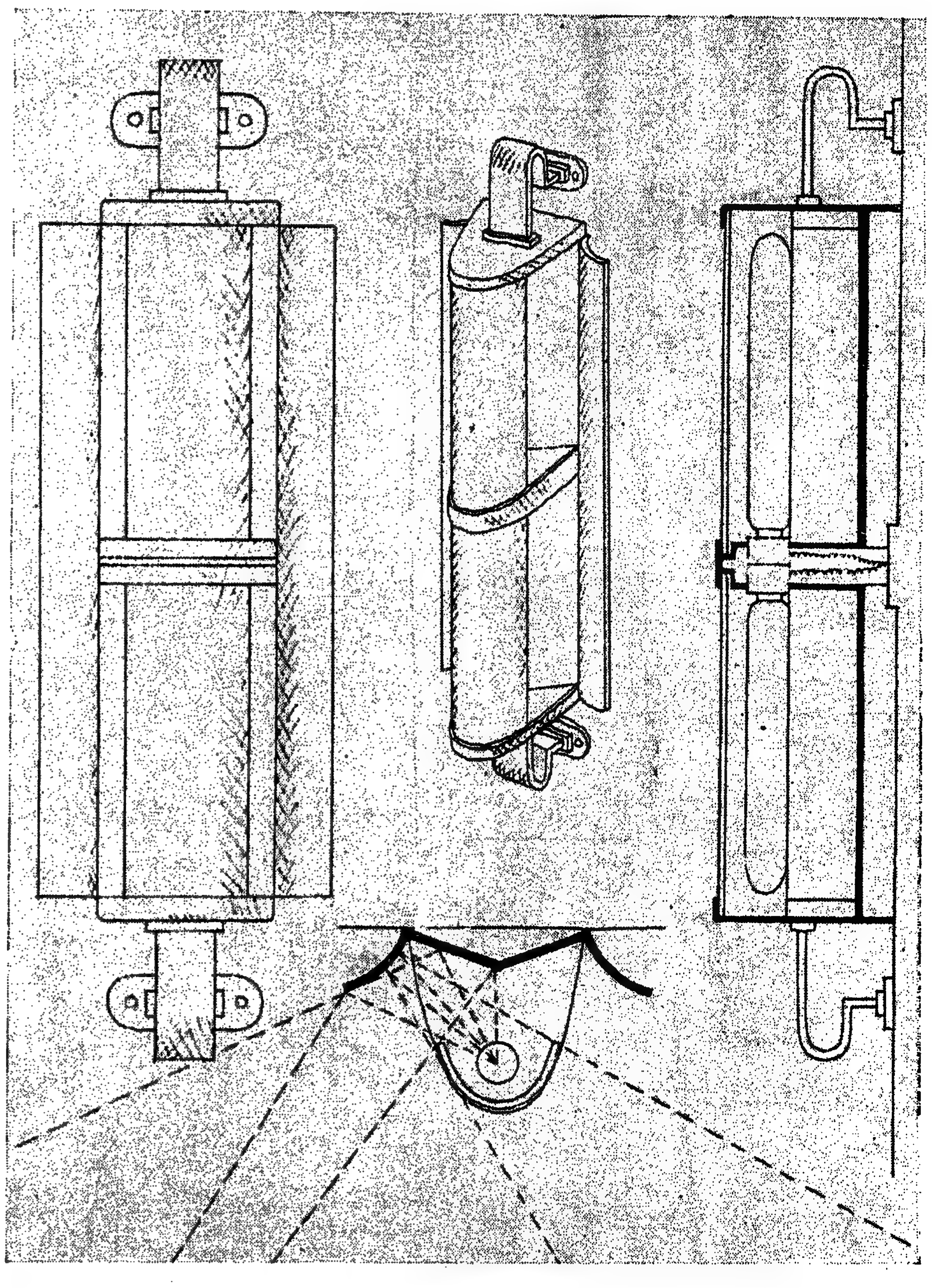


Fig. 5.

più freddo ragionamento e della migliore ragione di utilità quelli più complessi e sottili di una gentile e vivace emozione artistica. A questo confronto quindi le forzatamente modeste risoluzioni al modesto problema della lampada da tavolo e dell'*applique*, potranno riuscire forse meno notevoli, certo non meno interessanti.

III° schema (fig. 5) *Applique :* È formato da due lampade tubolari (attacco Edison) contrapposte, e nascoste da un cilindro

di bronzo patinato verde antico. Una superficie riflettente a vario andamento rimanda i raggi luminosi: la superficie riflettente è in alluminio semidiffondente. È veramente suggestivo l'effetto del bronzo verde e dei suoi riflessi nel controluce delle ali di alluminio grigio, modellate dalla luce.

IV° schema (fig. 6). Su un supporto di ottone nichelato e sabbiato, è fissato un cilindro di vetro opalino. Lungo l'asse è disposta una lampada tubolare. Attorno al cilindro si può far ruotare, mediante due ghiere laterali, un mezzo manicotto in ottone nichelato lucido; il settore della luce incidente sul piano del tavolo o della scrivania è perciò variabile a piacere e la disposizione potrà essere di molta utilità quando si abbia a dover ovviare il pericolo di abbagliamento per riflessione della superficie di lavoro e si debba soddisfare la necessità di spostamenti su superfici a grandi dimensioni (tavoli da disegno).

V° schema (fig. 7). Lampadario da tavolo. Due mezzi cilindri opalini di diverso spessore e di diverso colore formano una scatola cilindrica rotante sull'asse verticale. La chiusura avviene superiormente con un disco di ottone nichelato e inferiormente con un disco di vetro opalino. Le varie posizioni della scatola cilindrica garantiscono la più grande varietà di illuminazione e di effetti.

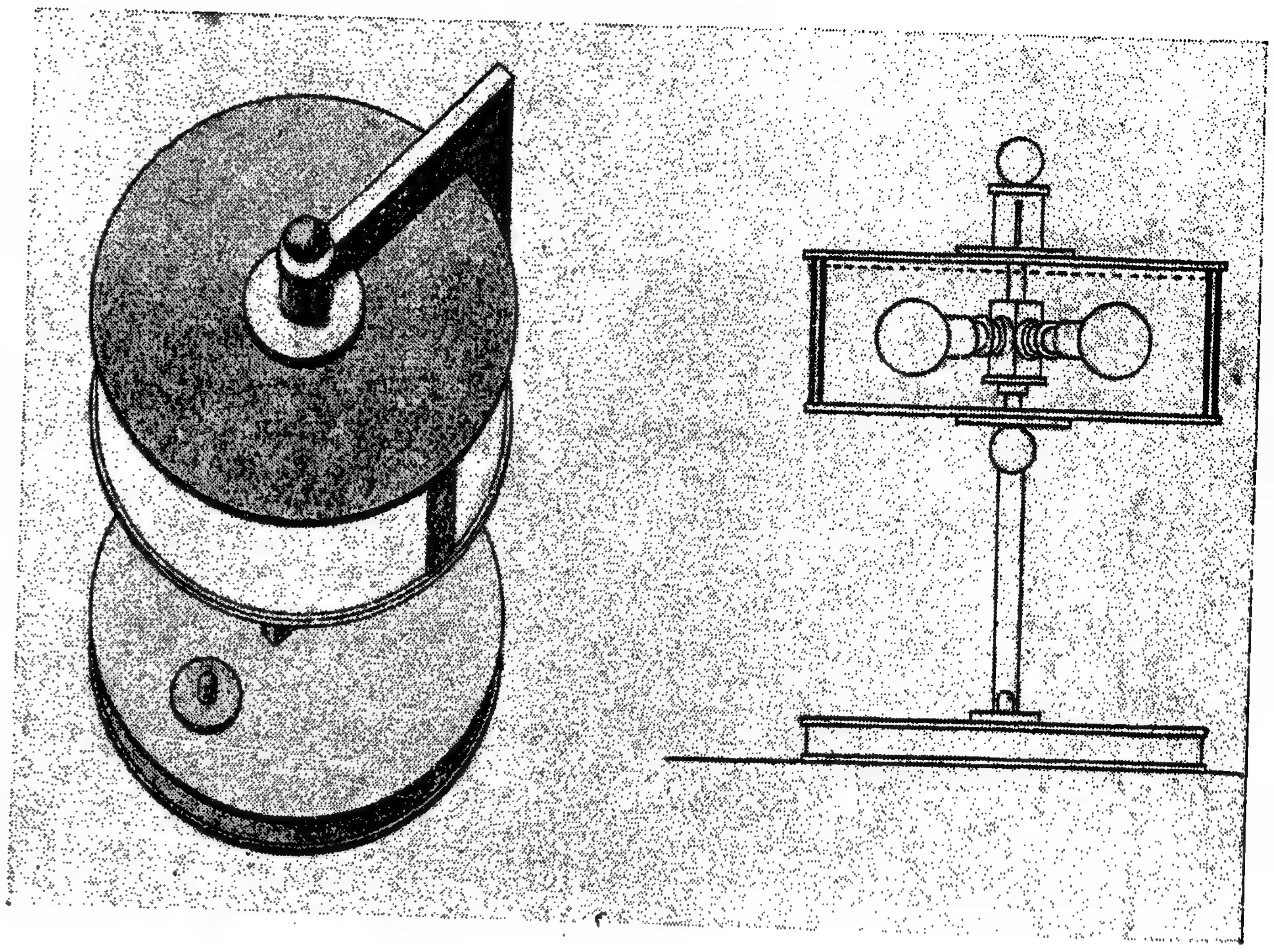


Fig. 7.

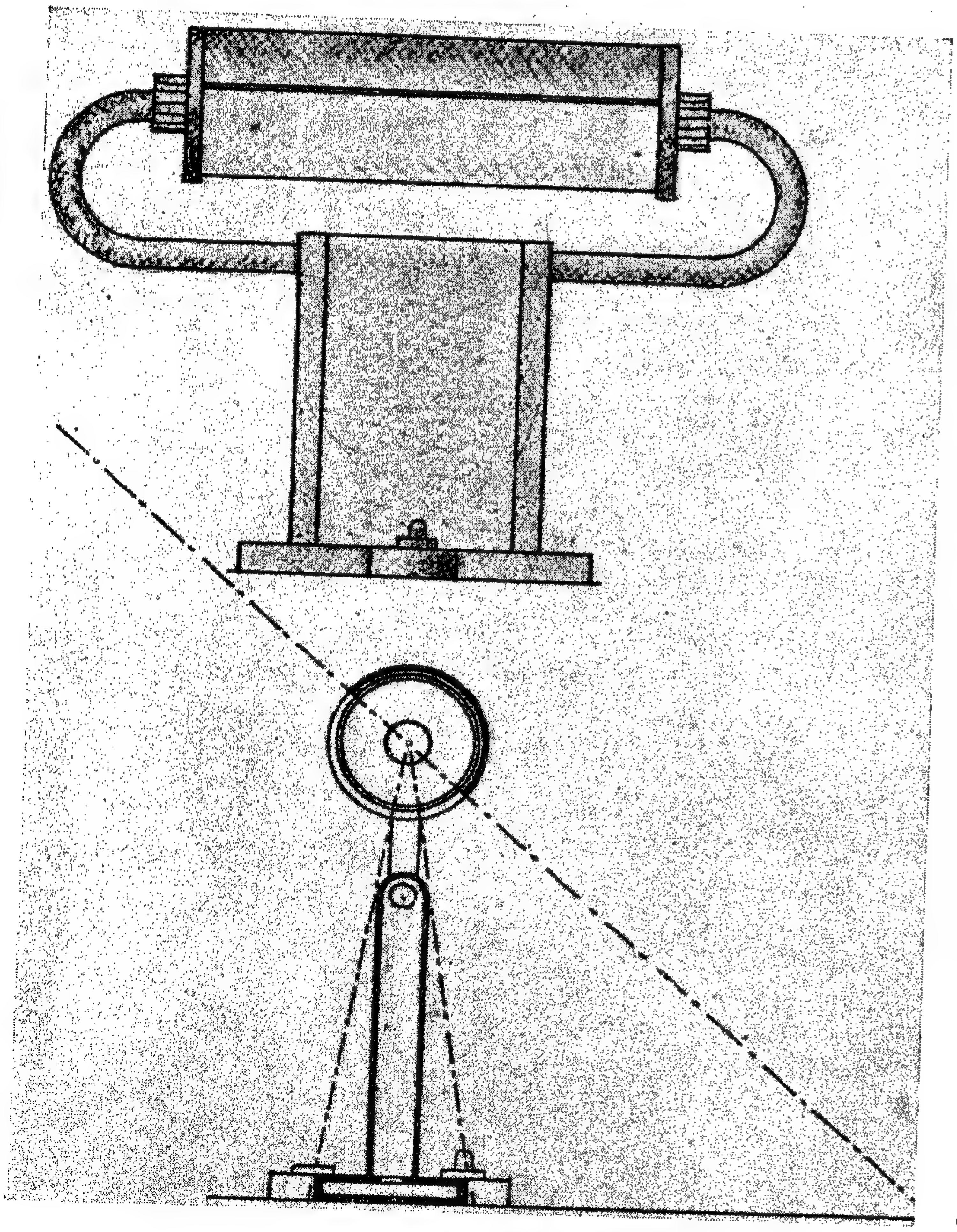


Fig. 6.

Dobbiamo trarre già dalle prime righe di questa rassegna, somme e conclusioni, annotare in margine impressioni e commenti, anticipare pronostici e regole?

No! Sarebbe vana impresa e prematura.

Constatiamo soltanto — per ora — che Castagnoli ha affrontato per suo conto l'intero problema, e che in ognuna delle sue soluzioni — volutamente sfrondate da ogni indugio decorativo fino alla riduzione di ogni valore alla sua essenza geometrica, poco importando la veste decorativa che ognuno aggiungerà secondo il cuor suo — si può notare come l'*elemento luce* non sia mai stato subìto, ma sia stato dominato invece e, ancor più, abbia fornito — esso e non altri — ogni mezzo per raggiungere l'effetto.

Qualunque sia il giudizio, dato da altri, nessuno potrà negare che qui si sia fatta veramente dell'architettura dalla luce. Non sono le solite campànule, le solite cassettine, le solite lastre ritagliate. La luce qui nasce e subito, sullo stesso lampadario — prima di arrivare al suo oggetto — traspare da lastre opaline variamente disposte, modella superfici, sveglia riflessi dalle varie politure e dai vari metalli. Non sono più i fogliami di bronzo o le gocce di cristallo. Esiste una massa e questa prende vita e si anima nella sua funzione. La diversa intensità o le varia incidenza dei raggi che ne nascono crea, accentua, distrugge il chiaroscuro, fonde ed esalta il colore, appesantisce ed annienta il volume. Il lampadario, concezione elementare, vibra e si decora delle innumerevoli graduazioni delle luci, con un razionalismo che parte dalle risorse del mezzo e non dalle forme dell'impianto, con un razionalismo cioè tanto più sano e beninteso oggi, in cui razionalismo e modernità sono spesso sinonimo di improvvisazione e faciloneria.

E mentre altrove si muovono piani di cristallo e mensole e solette collo stesso criterio col quale, trenta anni fa, si grattugiavan fiori di cemento sulle facciate delle case, la luce, ideazione moderna per eccellenza, qui, attraverso una seria ricerca, diventa mezzo sufficiente al raggiungimento di una determinata espressione plastica.

Arch. ANTONIO CASSI RAMELLI.

Illuminazione..... alla moda

Mi rivolgo ai signori Architetti. — Siamo prossimi all'apertura dell'esposizione Triennale di Monza ove s'intende anche dimostrare, nel modo più evidente e persuasivo, l'avvenuta evoluzione delle possibilità tecniche ed artistiche dell'illuminazione artificiale elettrica offrendo un quadro completo di quanto di meglio si è realizzato da noi e all'estero in questo importantissimo campo dell'arte applicata e su molte riviste leggo articoli al riguardo, commenti, idee, progetti, ricostruzioni, ma sopratutto assisto al miracolo di molte resurrezioni.

Osservando la maggior parte delle illustrazioni di quegli articoli ritrovo infatti vecchie conoscenze di lumi d'altri tempi riportati come bellezze moderne, soltanto un poco cambiate, dopo il lungo sonno, per la nuova essenza che dà loro una vita diversa e cioè non più portanti le candele o il petrolio, ma le lampadine elettriche moderne.

Ed ecco il miracolo: la gente osserva quelle forme, ritrova quel certo qualcosa che s'intona colla propria sensibilità, con quello che, per abitutine e per consuetudine, sa dover essere un apparecchio artistico d'illuminazione, ritrova cioè un'idea oramai radicata nella propria mente e se ne rallegra e l'accetta e... una cosa morta ritorna al mondo.

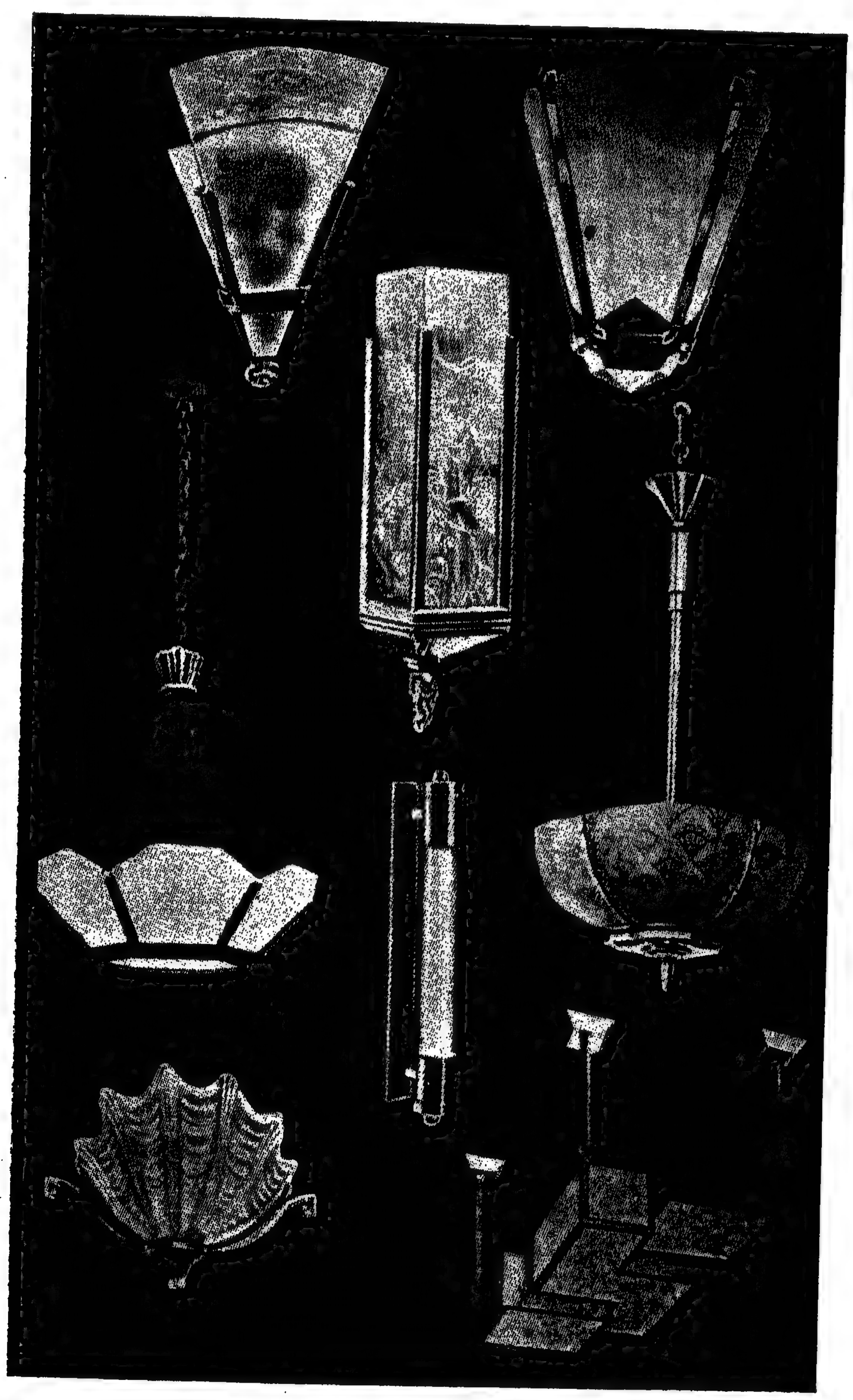


Fig. 1.

Ora è tempo di cambiare questa mentalità alla gente. Bisogna darle, al riguardo, un'altra coscienza, ma sopratutto bisogna che i discepoli della nuova arte sappiano e sappiano volere.

Gli Architetti, sopratutto gli Architetti giovani, liberi da ogni sorta di vincoli, soli con la propria anima dinanzi a un cielo pieno di luce e sognanti la gloria, non dovrebbero troppo abusare di queste resurrezioni.

Scrivendo ed attuando le loro idee, che noi seguiamo con vero interesse, dovrebbero realmente, come dicono, avere uno spirito la cui agilità e la cui plasticità sapesse affrontare e padroneggiare anche i più piccoli problemi della vita.

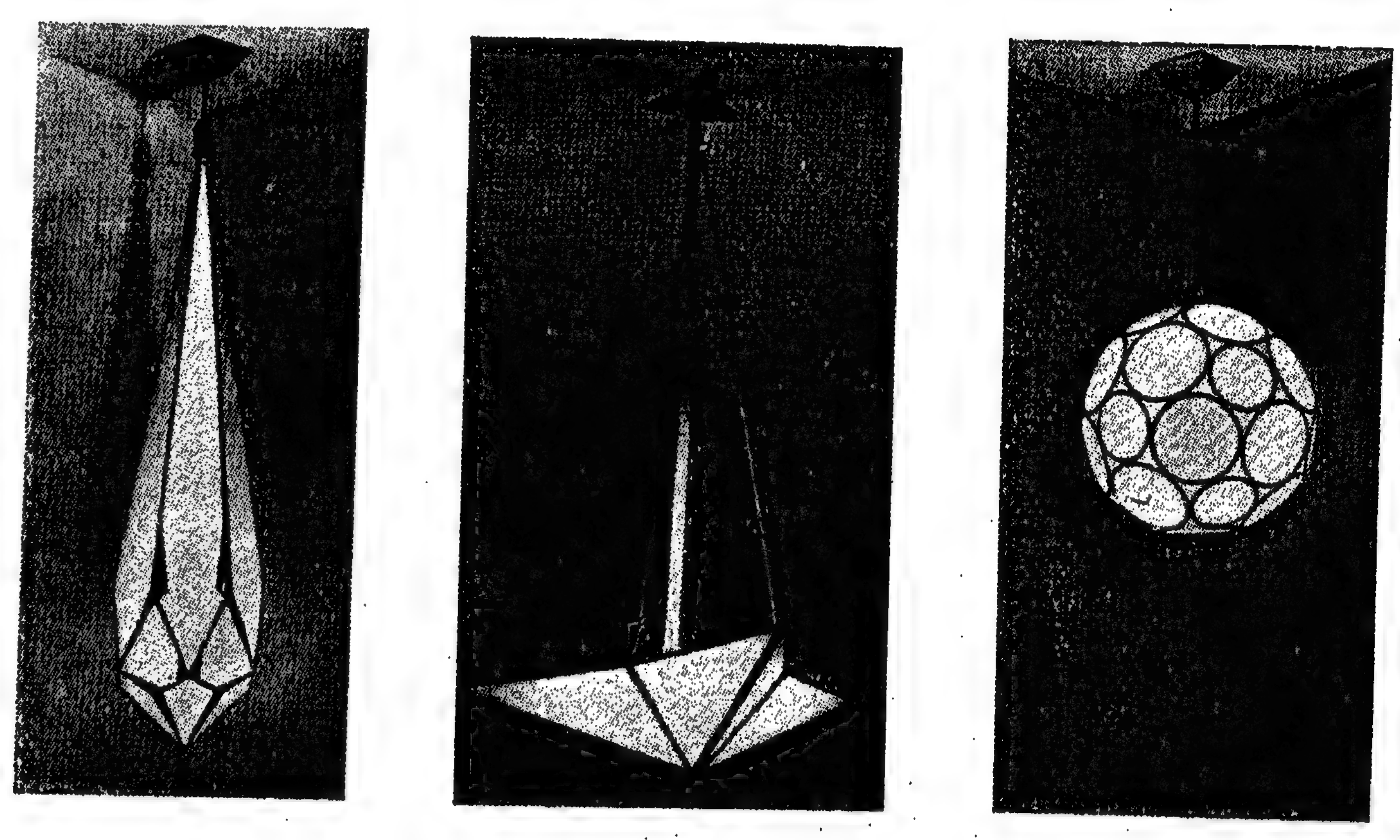


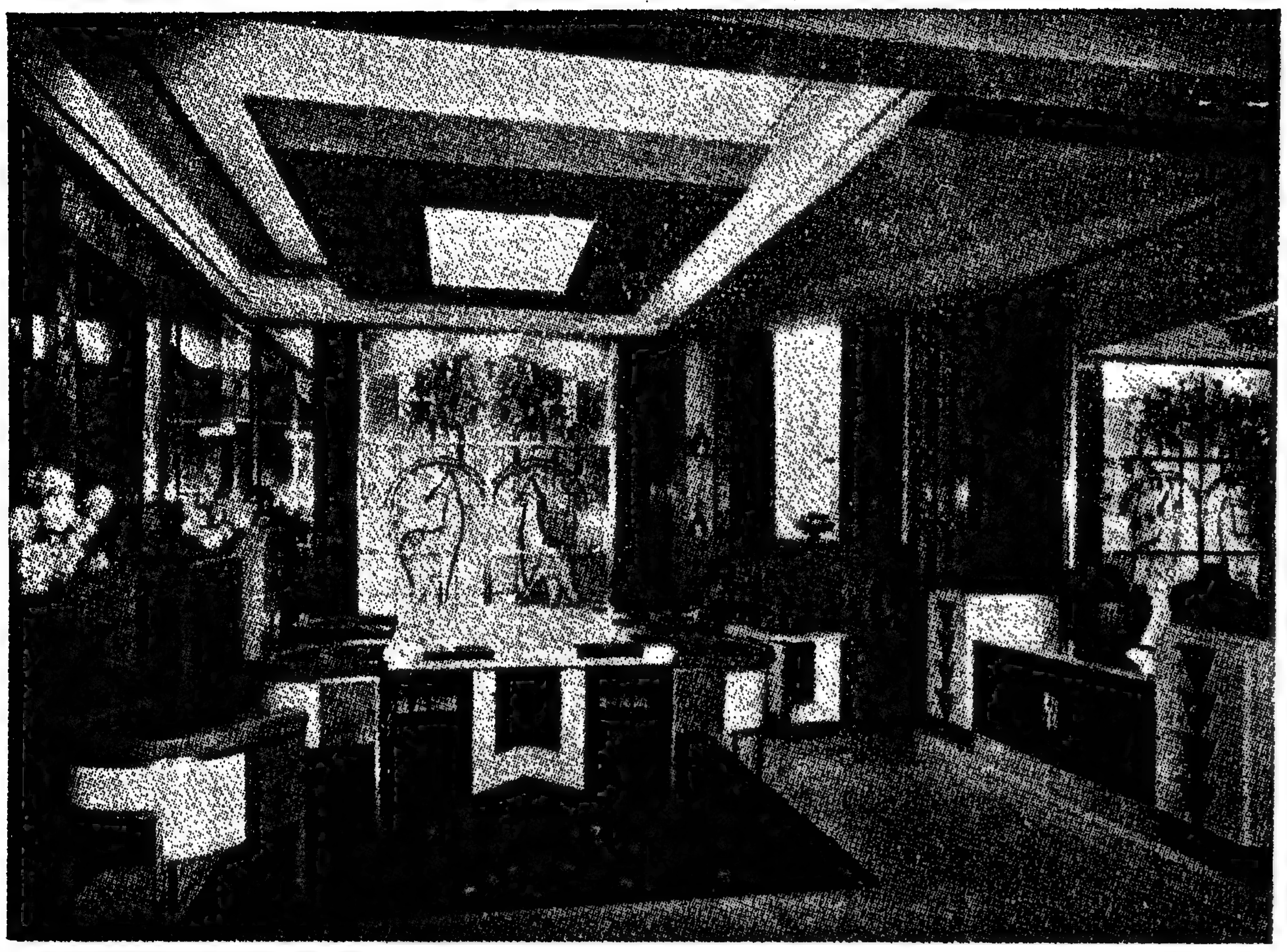
Fig. 2.

L'esposizione di Monza darà a tutti l'occasione di dimostrarlo, ma soltanto auguro che questo nuovo spirito sia veramente agile e plastico da vincere e superare la tendenza ancora radicata in molti verso le antiche forme dell'apparecchio d'illuminazione, altrimenti — crepi l'astrologo — prevedo un fiasco; con rammarico, ma lo prevedo, poichè la plasticità di quello spirito, leggendo vari articoli sull'argomento, sarà soltanto la plasticità della pania che lascerà molti ancora attaccati alle idee dei Padri, che non farà dimenticar loro le idee e le forme usate dai Maestri che saranno ancora ripetute cercando solo di adornarle con colori diversi.

Perchè si andrà cercando l'*apparecchio* e, raffazzonando tuttociò che finora è stato fatto ed è stato criticato, gli sarà riconferita la lucentezza del « nuovo » eppoi sarà posto in mostra. Ma se ciò avverrà, ahimè — l'ho già detto — sarà un fiasco. Perchè si ricercherà l'*apparecchio* e — forse lo si intuirà nelle ore di meditazione artistica sull'argomento — l'apparecchio sfuggirà dalla mente e si dovrà fare uno sforzo per tenercelo e immaginare, in una forma ben nota in legno, in metallo o in quel che più piace, da appendersi nel mezzo del soffitto di un locale, come porre le lampadine elettriche che — troppo buone — daranno pur sempre della luce anche se sarà stato fatto di tutto, come sembra avvenga in molti casi, per fargliene dare il meno possibile.

Il movimento iniziatosi nel 1924 con un'esposizione al Salon de Paris e nell'anno successivo all'Éxposition d'Art Decorative, rivelò subito i molti nuovi esempi d'impiego delle lampadine elettriche moderne, esempi che attraverso gli anni si sono modificati ancora, ma stentatamente nei riguardi dell'*apparecchio* e ne riporto alcuni prima di ritrovarli ancora come espressioni artistiche di seconda o di terza mano (figg. 1-2-9 e 10).

Gli Architetti che parteciperanno alla manifestazione, e che seguono con amore questo movimento per la migliore illuminazione, non mi vorranno male se dirò loro una mia idea, forse


Fig. 3.

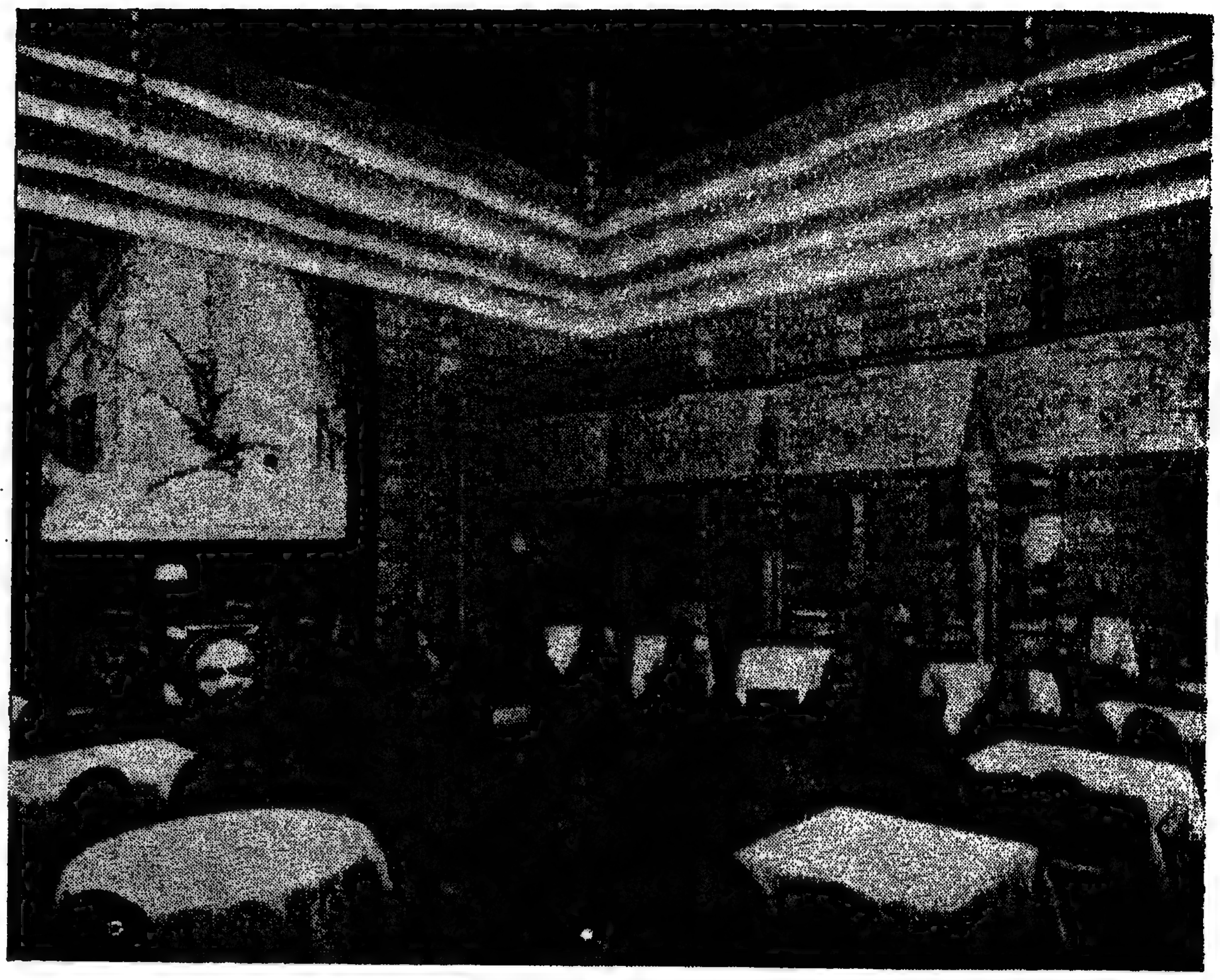
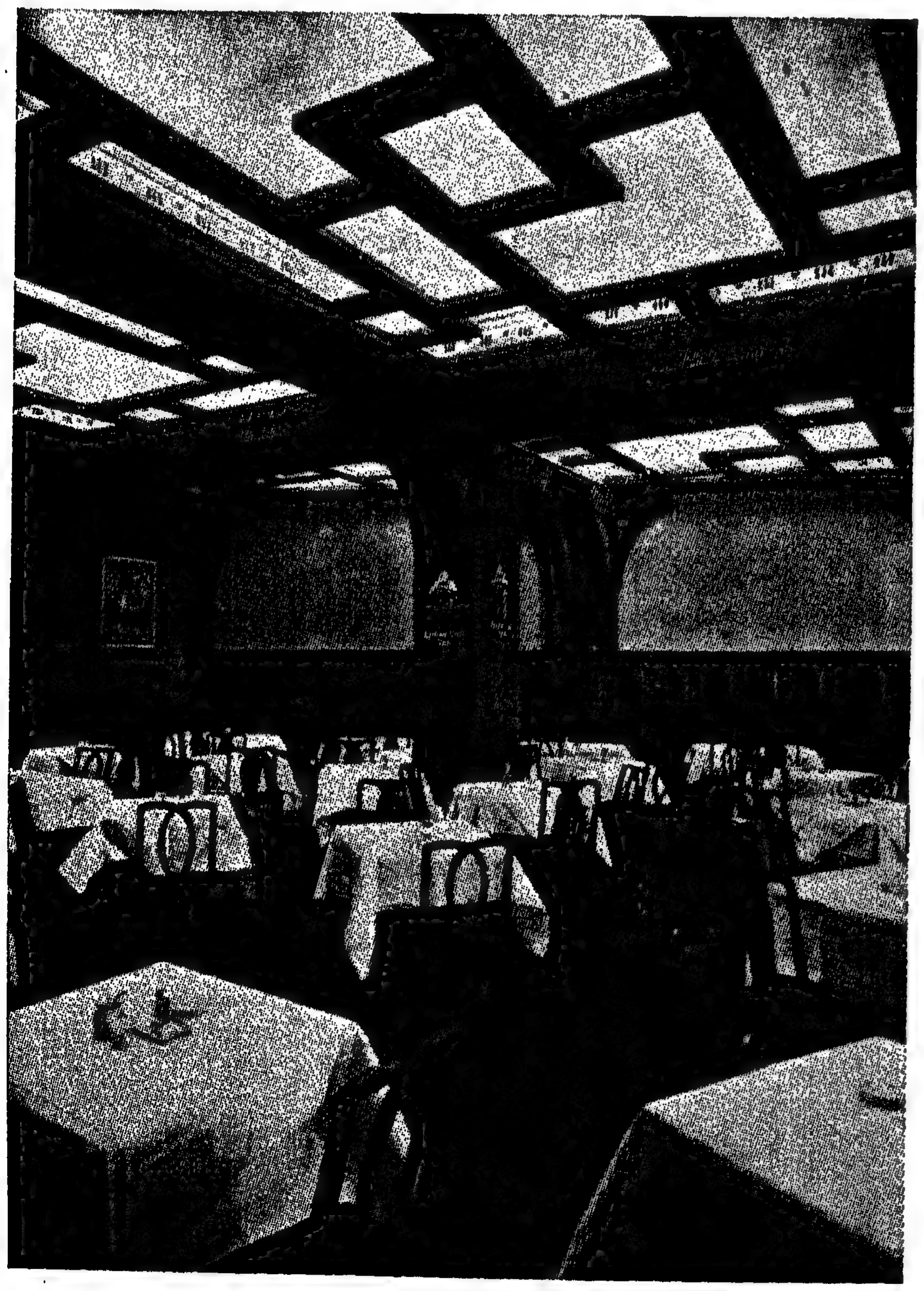
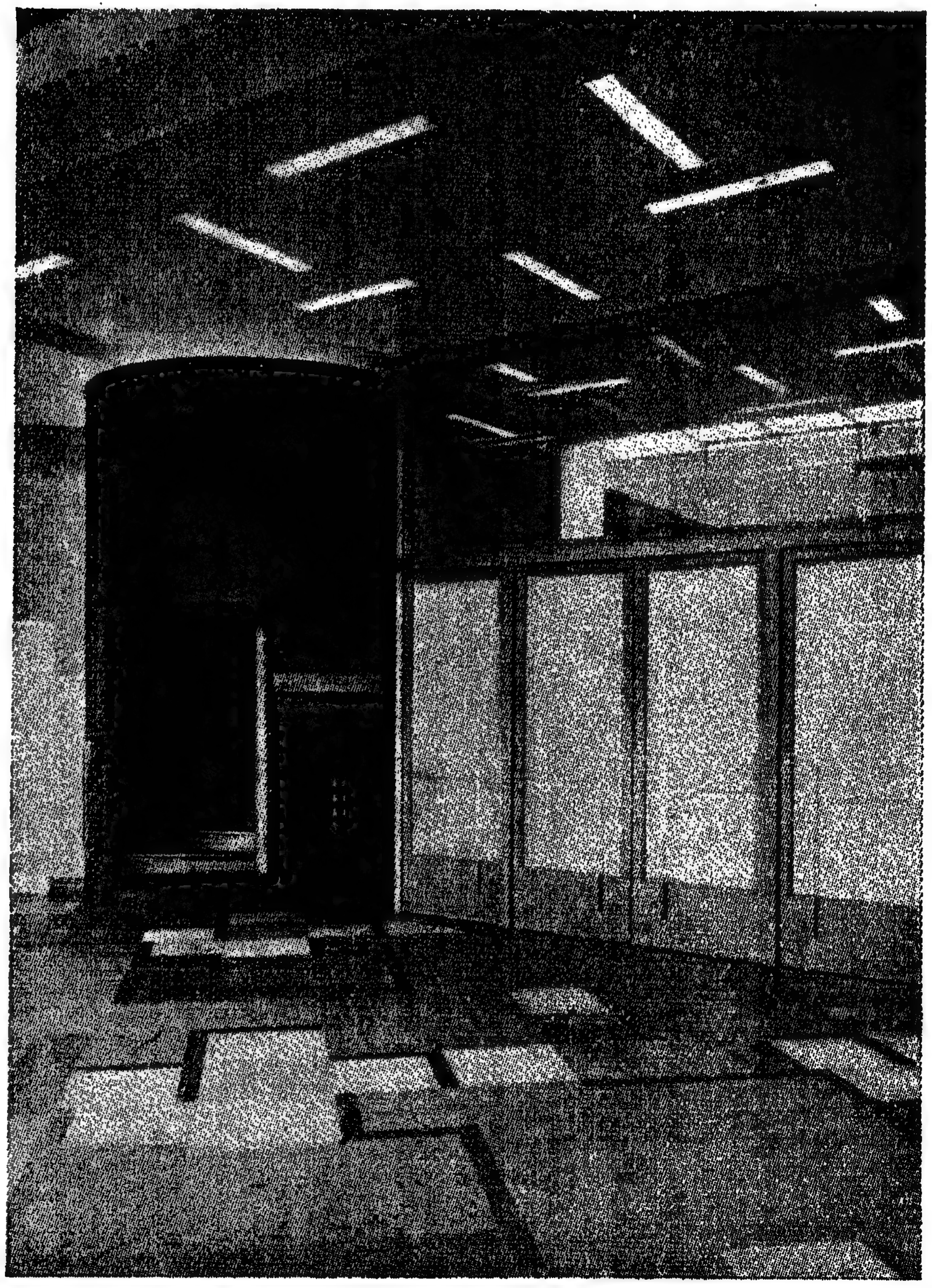

Fig. 6.


Fig. 4.


Fig 7.


Fig. 5.


Fig. 8.

ancora un po' azzardata ma da tenerne conto: Non si ricerchi l'*apparecchio* come solitamente è inteso, vale a dire un qualcosa che deve necessariamente pendere dal soffitto di una camera e che dopo aver oziato tutto il santo giorno come un impiccio qualunque, di dubbia o per lo meno di difficile fusione armonica

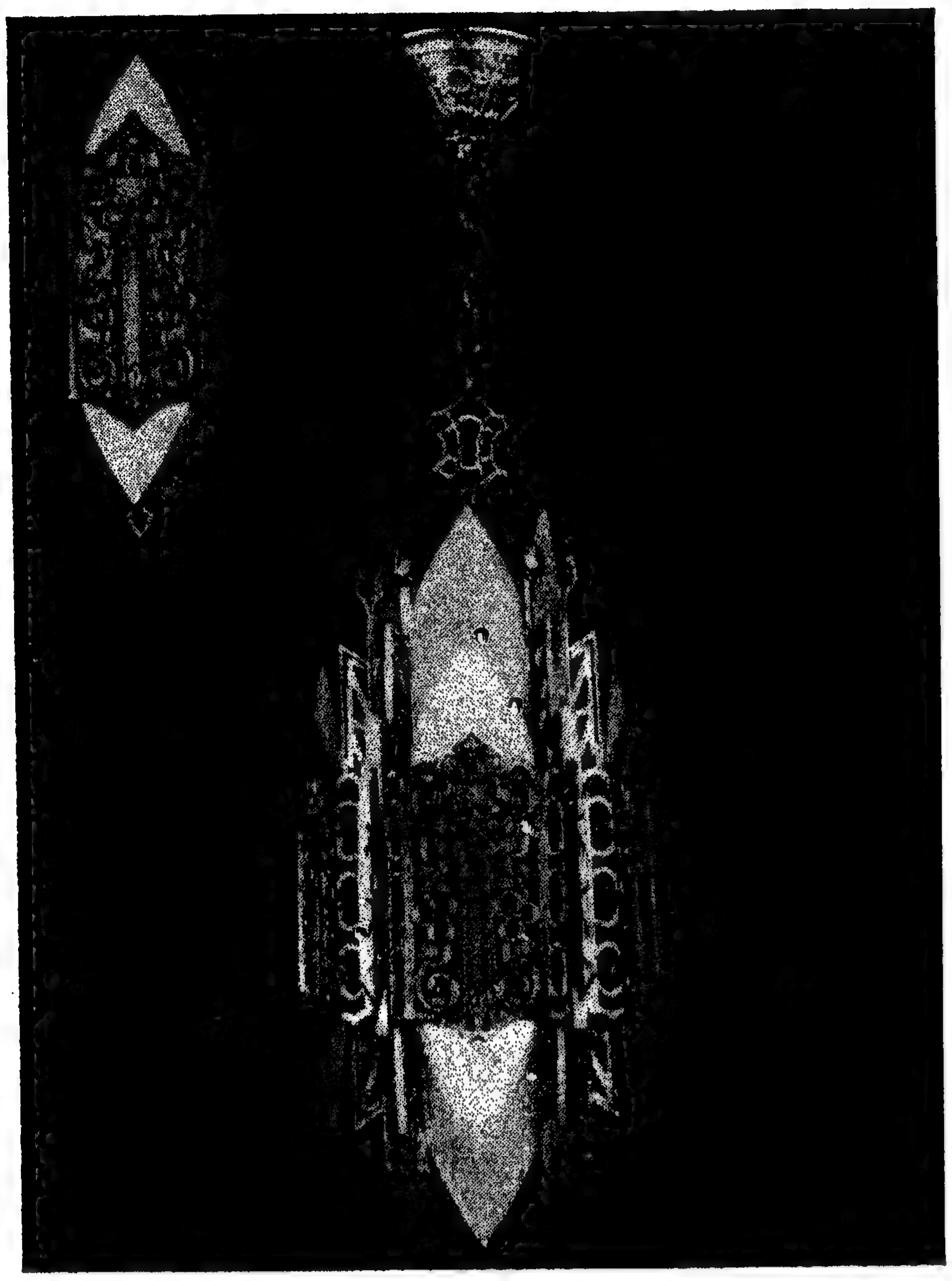


Fig. 9.

con l'insieme artistico del locale, alla sera illumina le cose e le persone. L'apparecchio è cosa ormai vecchia, che ha già fatto il suo tempo e che rimarrà ancora buona per l'industria (riflettori e diffusori), per l'illuminazione degli uffici, scuole e case borghesi modeste dove ci si accontenta di poco. Ma chi farà dell'arte, dell'arte luminosa, dovrà dimenticare l'apparecchio come ha già dimenticato le candele e i lumi a petrolio di cui se ne serve oramai soltanto per andare in soffitta se ancora non ha pensato, o la crede una spesa superflua, portare una linea e mettere una lampadina elettrica anche lassù.

Alcuni, e non son pochi, hanno già superato lo stato mentale attuale e, consci del progresso dell'illuminazione artificiale elettrica, non pensano più nella loro arte all'*apparecchio*, ma alla soluzione migliore, caso per caso, dell'illuminazione artistica e decorativa di un ambiente. In questo movimento stiamo appunto vedendo prender forma ed imporsi questo nuovo concetto e cioè che l'illuminazione è preventivata come una parte componente e coincidente colla struttura architettonica stessa del locale.

È un movimento di giovani e, come tutto ciò che è giovane, ancora nella nebulosa del sogno, ma l'alba non è lontana e forse all'esposizione di Monza potremo intravedere l'astro sorgere limpido e dimostrarci che il nuovo giorno è finalmente sorto.

Intanto ecco, nelle figure 3 a 8, alcuni esempi d'illuminazione moderna, molto belli e perciò artistici.

Due di queste — le figg. 3 e 4 — sono esempi di sale da pranzo ove, com'è noto, è essenziale un'illuminazione prevalentemente diretta e molto intensa sulla tavola e ove perciò parrebbe dover essere essenziale l'apparecchio. Si osservi come invece il problema è stato risolto. Certo è che la tavola va posta esattamente nel punto stabilito dall'Architetto-illuminatore e non la si può cambiare di posizione indifferentemente; ma d'altra parte tale posizione sarà quasi sempre quella del centro del locale e se qualcuno sarà originale al punto da volerla altrove, cambiando gusti avrà anche l'orginalità di richiamare l'Architetto.

Altri due esempi — le figg. 5 e 6 — rappresentano illuminazioni moderne di restaurants. L'una — la fig. 5 — mostra in vero un locale in cui l'installazione di luce fu riadattata e resa più moderna togliendo gli apparecchi che prima esistevano e celando le nuove lampade nella cornice e nei riquadri del soffitto. Certamente l'illuminazione deve essere risultata un po' monotona e forse si poteva fare di meglio, ma la figura 6 rappresenta un locale elegante e moderno ove l'installazione di luce fu ben studiata nel progetto e ha la parte preponderante nella decorazione. Le vernici argento e oro e gli altri colori usati per la finitura del soffitto e delle pareti si accordano mirabilmente fra loro e col sistema d'illuminazione conferendo vivacità ed eleganza all'insieme. Il pavimento del *dancing* poi, è costituito da lastre di vetro illuminate dal disotto con lampade di vari colori regolabili mediante reostati per modo che è possibile ottenere ogni gradazione di tinta.

L'attrattiva che questo nuovo metodo d'illuminazione può dare a tale tipo di locale è notevole. Quando tutte le altre luci sono spente e soltanto il pavimento è illuminato l'effetto è oltremodo suggestivo ed attraente.

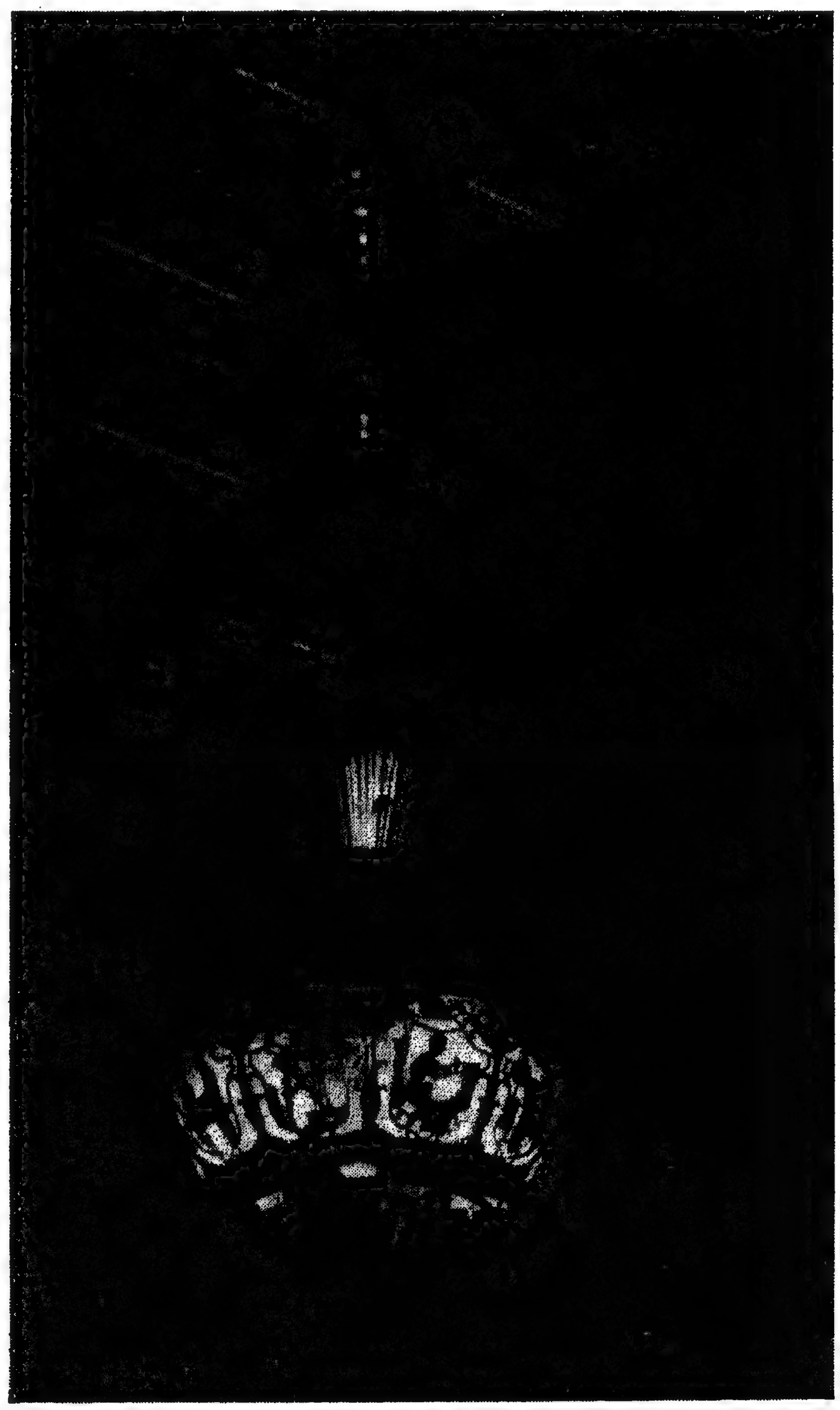


Fig. 10.

Le figure 7 e 8 rappresentano altri tipi di locali ed altri tipi d'illuminazione, ma guardate: dov'è in ognuno di questi esempi l'apparecchio artistico d'illuminazione come pare si vada ancora cercando?

ING. ALBERTO ZINI.

Un minuscolo laboratorio per esperimenti sulle facoltà visive

Il Dr. M. Luckiesh, Direttore del Lighting Research Laboratory del Nela Park, Cleveland, Ohio, ha studiato, unitamente al Sig. Frank Moss un sistema per esperimenti dimostrativi sulle facoltà visive il quale rappresenta un'ingegnosa novità ed è costituito da un mazzo di 52 carte di cm. 6 × 9 circa,

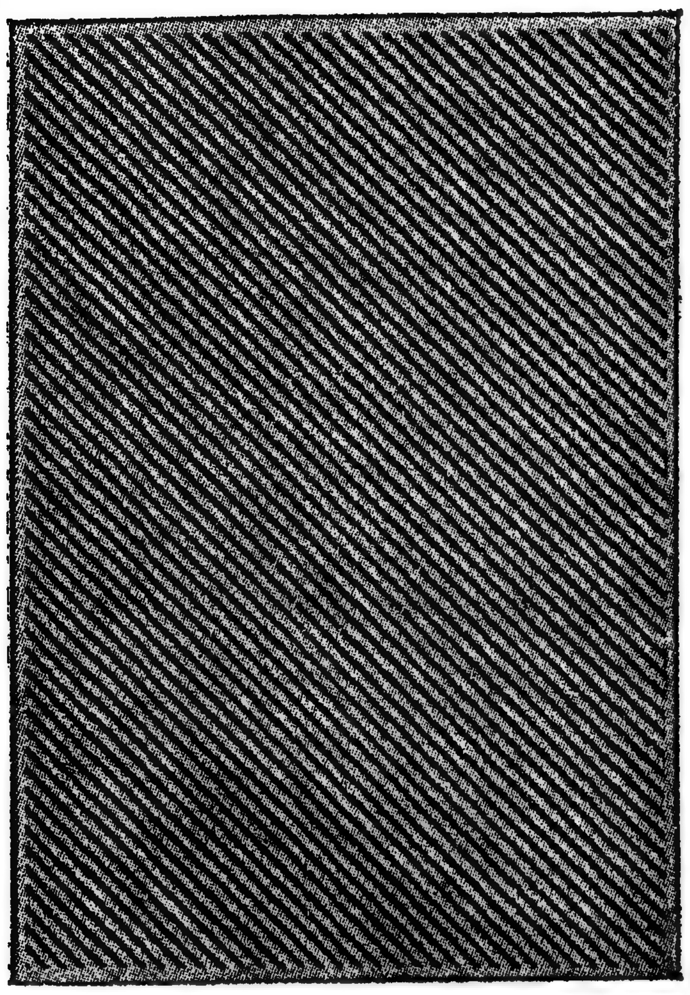


Fig. 1. - Sul dorso delle carte sono segnate della piccole tacche che compongono una lettera maiuscola. In questo caso una *S*.

divise in 4 gruppi di 13 carte. Si tratta di un vero e proprio laboratorio in miniatura per gli specialisti d'illuminazione che permette di dimostrare, in modo assai semplice, che ogni aumento d'illuminazione produce migliori condizioni di visione e permette quindi di fare un maggior lavoro.

Gli esperimenti consistono nel riconoscere sotto una certa illuminazione la lettera maiuscola formata da piccole tacche segnate sulle diagonali disegnate sul dorso di ciascuna carta e nel togliere dal mazzo le carte segnate con lettere uguali, misurando il tempo totale impiegato. La prova viene poi ripetuta con un'intensità d'illuminazione diversa.

Per ottenere risultati più precisi è conveniente eseguire un terzo esperimento con illuminazione uguale al primo, facendo la media dei tempi impiegati in questi due, così da annullare l'effetto dovuto alla destrezza acquistata nel ripetere la prova. Essenzialmente l'esperimento consiste nella misurazione del tempo richiesto per fare un certo determinato lavoro sotto varie condizioni di illuminazione, ma questo mazzo di carte consente

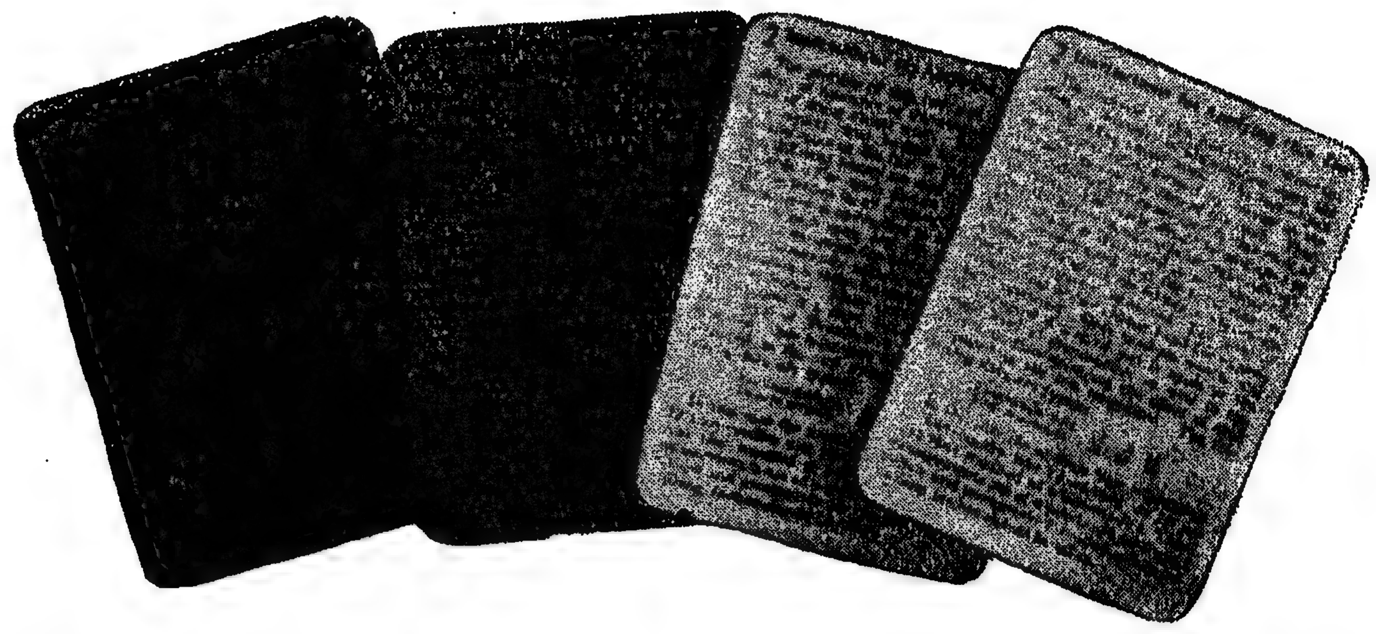


Fig. 2. - Sul retto delle carte la stampa è fatta su un fondo di varie tonalità dal bianco al grigio scuro corrispondenti a illuminazioni proporzionali ai numeri 1, 2, 5, 10.

anche di valutare l'influenza di altri fattori come ad esempio l'abbagliamento.

Come media in questi esperimenti si ha un aumento di produzione del 40 % portando l'illuminazione da 30 a 120 lux, e del 20 % portandola da 60 a 120 lux.

Sul retto delle carte sono scritte le istruzioni ed alcuni dati fondamentali. La stampa è stata fatta su fondo di varia tonalità, dal bianco al grigio scuro, per ognuno dei quattro gruppi di carte e ciò permette di dimostrare non soltanto l'influenza del contrasto ma anche di avere l'effetto di diversa intensità di illuminazione, ecc. ecc.

La misura delle facoltà visive è resa difficile da fenomeni psicofisiologici e non può essere fatta con sistemi semplici, diretti ed esatti, come ad esempio avviene per la misura dell'intensità d'illuminazione. Tuttavia questo sistema è il mezzo più pratico che si sia potuto avere fino ad ora per la misurazione delle condizioni di visibilità e, se adoperato con cura e coscienziosamente, può essere di valido aiuto agli illuminatori per dimostrare la dipendenza fra luce e visione.

Manifestazione per la campagna per la migliore illuminazione.

TRIPOLI

Il giorno 18 aprile il Direttore della A.N.S.I., Ing. Comm. Carlo Clerici, convenuto a Tripoli in occasione della riunione della A.E.I. per la locale Fiera, tenne, nella vasta sala del Grand Hôtel, un'interessante conferenza sull'illuminazione razionale, presente un numeroso pubblico di elettrotecnici e di personalità. L'oratore, dopo un brillante esordio di saluto a questa ormai grande città mediterranea che già può vantare un bellissimo impianto d'illuminazione stradale e magnifiche vetrine, trattò i più importanti problemi della illuminazione artificiale elettrica parlando dell'influenza che essa esercita nell'industria, nel commercio ed in ogni manifestazione del vivere civile, dei vantaggi che derivano da una sufficente e ben distribuita quantità di luce. Accennò in seguito alla relazione esistente fra luce ed architettura proiettando numerose diapositive per dimostrare come le moderne sorgenti luminose possono risolvere caso per caso il problema dell'illuminazione non solo per ciò che concerne la questione visiva, ma anche come elemento decorativo di primaria importanza.

L'oratore fu vivamente applaudito e complimentato. È da notare che tra il numeroso uditorio oltre le personalità ed i tecnici della Colonia assistevano anche numerosi indigeni commercianti e piccoli industriali.

MILANO

In occasione della Fiera di Milano di quest'anno la Federazione Fascista delle Industrie Varie ha organizzato il I° Congresso Nazionale della pubblicità.

Conscia della grande importanza che l'illuminazione moderna può avere in rapporto alla pubblicità, la Federazione si è rivolta alla A.N.S.I. per avere la sua partecipazione al Congresso e la A.N.S.I. ha mandato uno studio intitolato: « Illuminazione e Pubblicità ».

Il giorno 24 aprile, durante le sedute del Congresso, il Direttore della A.N.S.I., Ing. Comm. Carlo Clerici, venne chiamato ad illustrare la memoria presentata.

In seguito all'esposizione dell'Ing. Clerici, il Congresso ha votato un plauso all'opera disinteressata svolta continuamente dalla A.N.S.I. ed un ordine del giorno in cui si invitano i commercianti a dare la dovuta importanza all'illuminazione razionale delle vetrine come uno dei più efficaci mezzi di propaganda per il commercio.

Notizie varie

L'illuminazione delle centrali idroelettriche e delle sottostazioni all'aperto.

Secondo un articolo di D. H. Tuck, nel giornale *The Electrician* l'illuminazione della sala macchine delle centrali elettriche non è stata quasi mai trattata fino ad ora in modo scientifico. Per il fatto dell'esistenza di ponti mobili bisogna disporre gli apparecchi d'illuminazione ad una grande altezza e, perchè l'illuminazione prodotta sia conveniente, bisogna che la loro intensità luminosa verso il basso sia molto grande e la maggior parte del flusso luminoso sia concentrato in un fascio i cui raggi abbiano un angolo di incidenza tale che il cubo del coseno di tale angolo si avvicini all'unità.

Per quanto riguarda le sottostazioni esterne i due sistemi d'illuminazione finora usati non sono esenti da difetti. L'impiego di lampade disposte al disopra delle strutture metalliche presenta l'inconveniente di abbagliare quando si voglia guardare nella direzione degli apparecchi di illuminazione e la manutenzione ne è pericolosa data la vicinanza delle lampade ai conduttori di alta tensione.

L'illuminazione con proiettori, oltre ad essere costosa produce delle ombre forti e non sopprime l'abbagliamento.

L'autore preconizza l'impiego di apparecchi speciali, disposti a m. 2,50 all'incirca al disopra del suolo, il cui fascio luminoso sia diretto verso l'alto e che presentano i vantaggi combinati dei due sistemi di illuminazione predetti.

Illuminazione delle scuole e miopia scolastica.

In un articolo pubblicato sulla rivista *The Illuminating Engineer* del Marzo 1930 si cita il fatto che nelle scuole di Londra mentre il 3% soltanto degli alunni di 6 anni hanno la vista difettosa, l'11%, cioè quasi quattro volte tanto, presentavano dei difetti alla vista all'età di 11 anni.

Questo fatto è dovuto in grandissima parte alla irrazionale illuminazione delle aule scolastiche e se si vuol combattere la miopia scolastica bisogna pensare urgentemente non solo al problema della illuminazione negli edifici scolastici di nuova costruzione ma anche alla trasformazione degli impianti nei vecchi edifici.

Impiego della lampada nel gas come campione fotometrico.

I campioni fotometrici vennero definiti nel 1909 appena che un accordo tra i laboratori di Francia, Germania, Inghilterra, e Stati Uniti ha permesso di definire la candela internazionale che è oggi l'unità di intensità luminosa adottata in quasi tutti i paesi.

Fu allora deciso che i campioni fotometrici sarebbero stati costituiti da lampade ad incandescenza a filamento di carbone, che solo pareva poter assicurare la necessaria costanza di emissione. Tuttavia l'utilizzazione sempre più generale delle lampade a filamento di tungsteno nel gas ha fatto sorgere il desiderio di realizzare dei campioni di questo tipo, dato che le misure comparative tra le lampade a filamento di carbone e quelle a filamento metallico ad alta temperatura presentavano delle grandi difficoltà.

In America il Bureau of Standards cominciò nel 1917 a studiare la questione, secondo ciò che riferisce R. T. Teele (*T.I.E.S.* Gennaio 1930) ed oggi, dopo 12 anni di studi ininterrotti, è arrivato alla convinzione che certi modelli di lampade a filamento di tungsteno nel gas hanno una costanza sufficiente per essere utilizzati come campioni. Si è trovato per esempio che la diminuzione dell'intensità luminosa era, in media, per le lampade da 500 Watt di 0,18% ogni 5 ore di funzionamento, durante il quale tempo si può fare un numero abbastanza grande di misurazioni, giacchè queste lampade non sono accese in maniera continuativa.

D'altra parte in misure successive, effettuate su lampade campioni primari e su lampade campioni secondari, si sono avuti ancora i valori iniziali con una differenza inferiore al 0,4%, differenza del tutto trascurabile nelle misurazioni fotometriche.

L'illuminazione nei pollai.

In una conferenza tenuta a Lucerna dal Sig. F. Ringwald, Direttore del Group Central des Compagnies Helvétiques d'Electricité, sotto gli auspici della Société pour la Diffusion de l'Energie Electrique en Suisse sono state date numerose informazioni utili circa l'elettrificazione agricola.

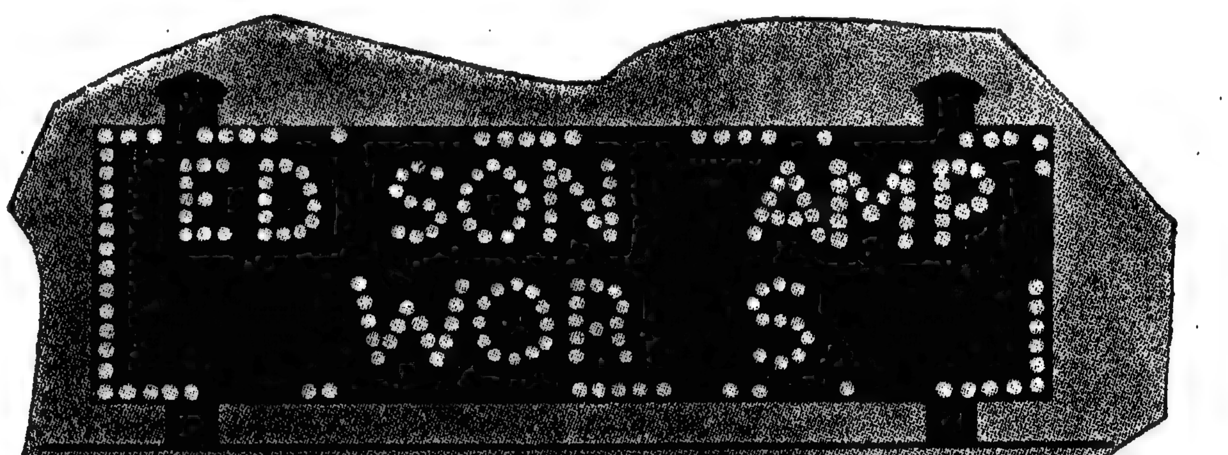
L'oratore ha per esempio dimostrato che le lampade da 60 Watt a filamento di tungsteno, nel gas, e in ragione di una lampada per 10 mq. di superficie orizzontale, sono sufficienti non soltanto per creare il giorno artificiale nei pollai, ma anche per combattere il rachitismo dei polli. Tali lampade emettono infatti delle radiazioni ultraviolette in quantità molto debole ma pur tuttavia sufficiente a tale fine. Restando accese in inverno dalle 4 alle 9 e dalle 16,30 alle 18, ben inteso con accensione e spegnimento graduale, fanno aumentare in misura assai notevole la produzione delle uova come l' hanno dimostrato dei rigorosi esperimenti comparativi.

La colorazione interna delle lampade a incandescenza.

Fino a poco tempo addietro le lampade ad incandescenza venivano colorate per mezzo di bagni di lacca nella tinta desiderata. A questo processo ne fu sostituito in seguito un altro per mezzo del quale il bulbo della lampada era ricoperto di liquido colorante mediante polverizzatore a mezzo di una pistola pneumatica. Ma, sia in un caso come nell'altro lo strato colorante esterno non poteva resistere alle intemperie, sopratutto nel caso di lampade impiegate nelle insegne luminose esterne. La Westinghouse Lamp Company ha quindi cercato di applicare lo strato colorante all'interno della lampada, sempre col sistema della polverizzazione, mentre il bulbo gira su sè stesso ad una velocità di 700 giri al minuto.

L'utilizzazione delle lampade elettriche nelle insegne luminose.

I fattori da cui dipende la visibilità a distanza delle insegne realizzate mediante lampade ad incandescenza visibili sono: l'irradiazione, la dimensione delle lettere ed il valore della luminosità tutt'intorno all'insegna. L'irradiazione dipende a sua volta da parecchie variabili.



Praticamente l'altezza minima da dare alle lettere è uguale ad 1/500 della distanza massima alla quale si desidera che esse siano visibili.

H. Lingard pubblica, in un articolo apparso su « *The Illuminating Engineer* », alcuni grafici che permettono di determinare l'altezza delle lettere e lo spaziamento delle lampade per particolari condizioni di distanza e di potenza delle lampade stesse e mostra con un esempio come vengono determinate queste grandezze e come si deve calcolare il numero delle lampade e la potenza necessaria per ogni insegna.

L'aspetto che presenterà una determinata insegna vista ad una data distanza può d'altra parte essere studiato a priori disponendo sopra uno sfondo nero delle file di cerchi di carta carta bianca il cui diametro sia proporzionale al diametro apparente di una lampada del tipo scelto vista alla distanza prefissata. Se ne può dedurre per tentativi la forma migliore da dare alle lettere.

Le insegne a lampade visibili abbisognano però di un'accurata manutenzione perchè una lampada spenta od una lettera non luminosa possono variare completamente o rendere oscuro il senso di una frase come nel caso della figura che riproduciamo, cosa invece quasi impossibile con gli altri tipi di insegne luminose nelle quali, se una lampada si brucia, si avrà tutto al più una disuniformità d'illuminazione più o meno marcata.

NOTE E RIASSUNTI

LE PROVE DEI TRASFORMATORI

General Electric Review, settembre, ottobre e dicembre 1929. – G. Camilli.

La costruzione dei trasformatori ha risentito in questi ultimi anni, forse più di quanto si sia avuto per ogni altro tipo di macchina, dell'evoluzione subita dai moderni sistemi di produzione e distribuzione dell'energia elettrica, dovendo rispondere a tutti i più recenti requisiti tecnici in questo campo. Questi sono, come è noto, costruzione di unità di grande potenza (fino a 80.000 kVA) tensioni altissime (220.000 V.) condizioni di esercizio assai gravose (p. es. nei casi di corti circuiti e di scariche atmosferiche) e servizio complicato (p. es. variazioni del rapporto di trasformazione sotto carico).

Si capisce quindi come la costruzione, l'impiego e l'esercizio dei trasformatori abbiano subito notevoli modificazioni e come le prove di tali macchine siano venute assumendo una maggiore importanza. Ecco perchè può riuscire particolarmente utile e interessante passare in rassegna i particolari della pratica moderna in materia di prove di trasformatori.

Le prove generalmente adottate sono:

a) Misura della resistenza a freddo e a caldo
b) Verifica della polarità e della rotazione delle fasi
c) » del rapporto di trasformazione
d) Misura delle perdite nel ferro e della corrente a vuoto
e) » delle perdite nel rame e della tensione di corto circuito
f) Prova di riscaldamento a pieno carico
g) Prova ad alta tensione (verifica dell'isolamento)
h) Prova di tensione indotta.

Come ordine delle prove, la *a*) deve naturalmente essere eseguita per prima; vengono poi le prove dalla *b*) alla *e*), lasciando però al collaudatore di decidere sul susseguirsi di queste; infine vanno eseguite le prove *f*) *g*) *h*), nell'ordine ora indicato.

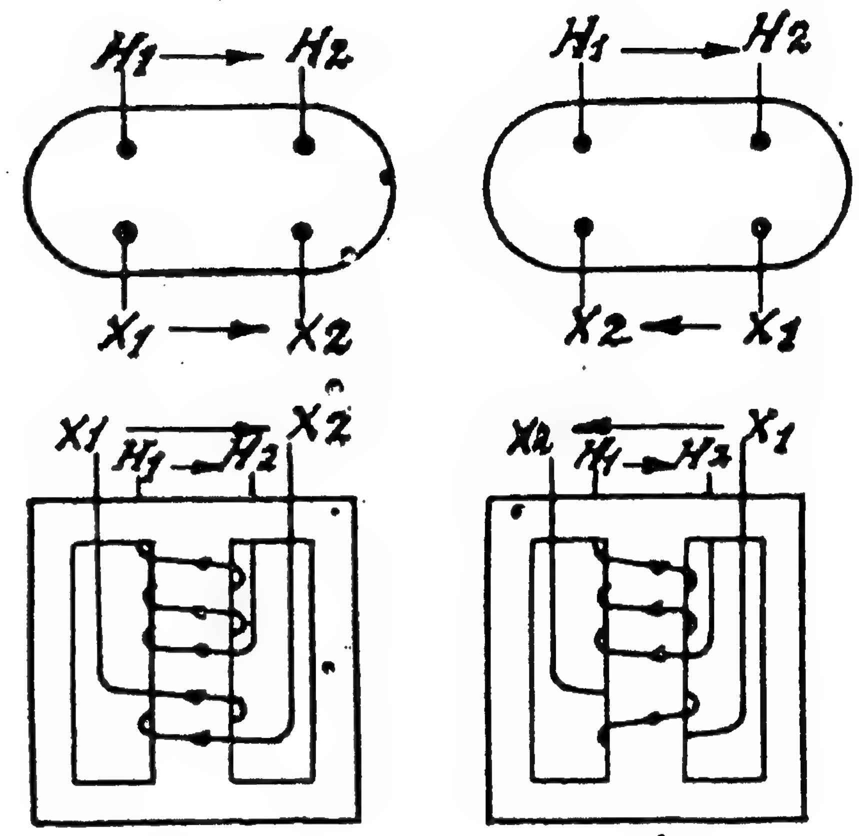
a) *Misura della resistenza.* Ha due scopi: calcolare le perdite ohmiche e determinare la temperatura degli avvolgimenti alla fine della prova di riscaldamento.

I metodi usati sono numerosi: quelli diretti, che si servono del ponte di Wheatstone, del doppio ponte o ponte di Thomson e simili; e il metodo indiretto o della caduta di potenziale, che fa uso di amperometri e voltmetri a corrente continua. È questo il più raccomandabile, salvo nel caso che la corrente normale dell'avvolgimento sia minore di 1 A., o la caduta di tensione sia minore di 1 V. L'A. ricorda brevemente il semplice procedimento, accennando come l'intensità della corrente continua da adoperare non deva superare il 15% dell'intensità normale della corrente nell'avvolgimento, perchè un'intensità più forte può riscaldare sensibilmente l'avvolgimento e quindi rendere inesatta la determinazione della resistenza.

b) *Verifica della polarità e della rotazione delle fasi.* È importante sopratutto per i riflessi sul funzionamento in parallelo dei trasformatori.

Nell'analisi delle relazioni fra tensioni, si devon logicamente considerare le sole *tensioni indotte*. Ma poichè la direzione relativa delle tensioni indotte che si hanno ai morsetti dipende dall'ordine secondo il quale tali morsetti sono considerati, bisogna che nei trasformatori monofasi l'indicazione di *polarità*, per avere un significato preciso, si riferisca a un ordine ben definito secondo il quale devono essere considerati i morsetti. Normalmente, la polarità si riferisce alle relazioni fra i vettori delle tensioni alle estremità degli avvolgimenti portate fuori del coperchio, con le estremità ad alta e bassa tensione prese nello stesso ordine, cioè sempre da sinistra a destra o sempre da destra a sinistra, guardando il trasformatore dallo stesso lato.

Quando le tensioni indotte dal lato alta tensione sono nella stessa direzione di quelle del lato bassa tensione, la polarità si dice *sottrattiva* (fig. 1 *a*); quando siano in direzione opposta, si dice invece *aggiuntiva* (fig. 1 b). In America esiste già una convenzione nel senso di seguire un criterio uniforme nello stabilire la polarità dei trasformatori: questi, secondo quanto è stabilito dalla N.E.L.A., devono avere sempre polarità sottrattiva, tranne che per i trasformatori da 200 kVA o meno, con tensioni di 7500 V o meno, per i quali la polarità deve essere aggiuntiva.



a b

Fig. 1. - Cassone, nucleo e avvolgimenti di due trasformatori di diversa polarità.

a) Polarità sottrattiva. *b*) Polarità aggiuntiva.

Per la verifica della polarità si impiega uno dei tre metodi seguenti, scegliendo il più conveniente secondo i casi.

Quando si abbia a disposizione un trasformatore con lo stesso rapporto di trasformazione di quello in prova, si può combinare la verifica della polarità con quella del rapporto di trasformazione. Il metodo consiste nell'accoppiare i due trasformatori uguali, mettendo in parallelo le alte tensioni e mettendo le basse tensioni in serie fra loro attraverso un voltmetro. Se questo non indica alcuna differenza di tensione, la polarità e il rapporto dei 2 trasformatori sono identici; se la differenza è piccola, la sola polarità è corretta, e se è grande, la polarità è probabilmente inversa.

Il secondo metodo consiste nel far passare una corrente continua in un avvolgimento, di solito quello ad A. T., misurando la tensione con un voltmetro che viene poi portato sulla b. t. senza invertire i conduttori. Se l'ago oscilla nella stessa direzione di prima, la polarità è aggiuntiva, se no è sottrattiva.

Col terzo metodo si alimenta il trasformatore da uno qualunque dei lati, dopo aver collegato un morsetto primario con l'adiacente secondario e si misura la tensione fra gli altri due morsetti e attraverso l'avvolgimento A. T. Se la prima misura è minore della seconda, la polarità è sottrattiva, se no è aggiuntiva. Questo metodo è conveniente per bassi rapporti di trasformazione.

Il concetto di polarità, che serve per rappresentare le relazioni vettoriali nei trasformatori monofasi, è insufficiente ad esprimere tali relazioni nel caso di connessioni polifasi, perchè occorre allora tener conto dello spostamento angolare fra gli avvolgimenti ad alta e bassa tensione. Per trasformatori trifasi pertanto, si devono stabilire i diagrammi delle tensioni. Questi possono essere costruiti col metodo seguente, che fa astrazione dalle prove di polarità e di rotazione delle fasi: Si collega un morsetto ad A. T. con uno a b. t., si alimenta il trasformatore a una tensione non pericolosa nei riguardi dell'avvolgimento a b. t., si misuran le tensioni fra tutti gli altri morsetti primari e secondari e si rappresentano in una certa scala. Questa prova non serve per determinare se gli avvolgimenti son collegati Δ/Δ o ⅄/⅄ (per quanto riguarda l'esercizio in parallelo tale determinazione non è però necessaria); serve invece a de-

terminare lo spostamento angolare. Quando il rapporto di trasformazione è molto grande, diventa difficile ottenere diagrammi delle tensioni con la prova suindicata.

In aggiunta alle prove di polarità, occorre qualche volta controllare il senso di rotazione delle fasi nei trasformatori trifasi ed esafasi. Come misuratore si usa un piccolo motore trifase a induzione connesso al primario del trasformatore: questo è alimentato con una tensione relativamente bassa, e appena sufficiente per produrre la rotazione del motore. Si nota il senso di questa rotazione, indi si connette il motore al secondario del trasformatore senza incrociare i fili; si alimenta nuovamente il trasformatore dal lato A. T., con tensione sufficiente per produrre la rotazione del misuratore e si nota la direzione della rotazione. La rotazione delle fasi del trasformatore è normale se il motore ruota nello stesso senso di prima.

c) Verifica del rapporto di trasformazione. Deve esser fatta a frequenza normale o superiore alla normale e a tensione normale o più bassa della normale. I metodi più comuni sono:

1) Metodo del voltmetro
2) » » trasformatore campione
3) » della resistenza bilanciata.

Il primo è il più comunemente usato per trasformatori di potenza e richiede due voltmetri (coi relativi trasformatori di tensione ove occorra) uno per leggere la tensione applicata al primario, l'altro quella indotta sul secondario. Dopo un certo numero di letture (p. es. 3) si scambiano i voltmetri e si fanno altre 3 letture. È necessario che il rapporto di trasformazione sia tale che le letture sui due voltmetri siano all'incirca uguali, altrimenti gli errori dei voltmetri non si compensano e bisogna introdurre correzioni. Per trasformatori trifasi le 6 letture possono essere limitate a una fase, bastando per le altre due letture, con scambio di voltmetri.

Lo schema adoperato per il secondo metodo è rappresentato in fig. 2. Si mette in parallelo il primario del trasformatore in prova con quello di un altro a rapporto noto, e costruito con un gran numero di prese secondarie molto vicine fra loro;

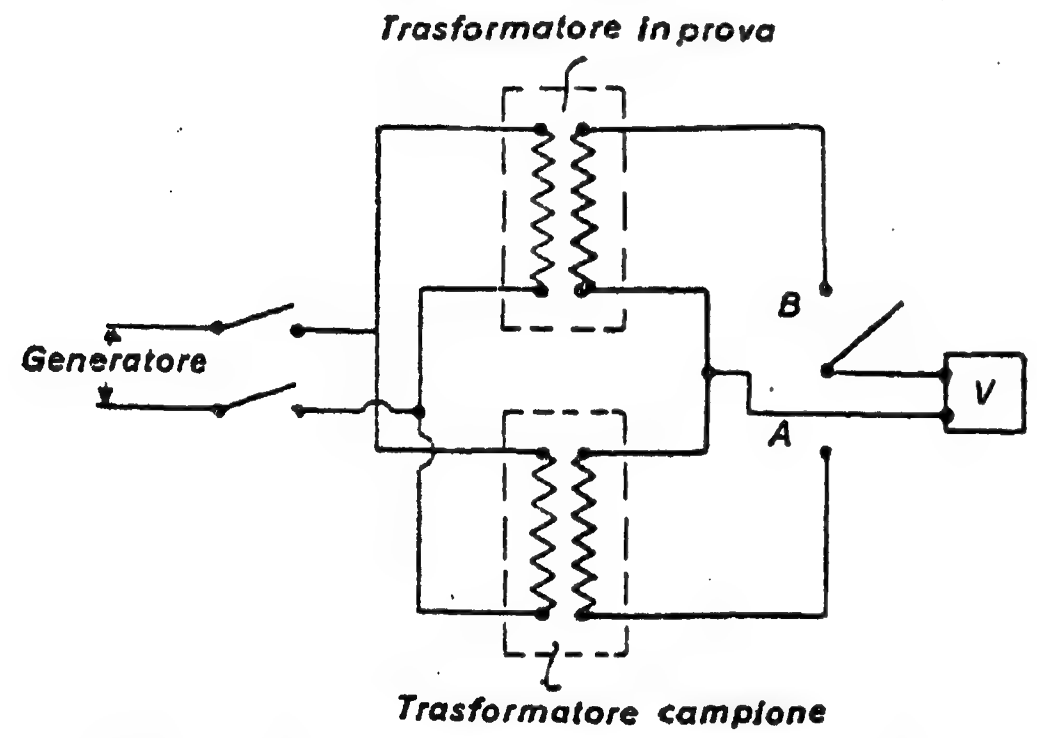


Fig. 2. - Schema dei circuiti per la determinazione del rapporto di trasformazione col metodo del trasformatore campione.

la tensione sui due secondari si legge inserendo alternativamente il voltmetro *V* su *A* e *B*. La lettura di *V*, inserito su *A*, moltiplicata per il rapporto del trasformatore campione, è la tensione applicata al primario del trasformatore in prova. Poichè la tensione sul secondario si può leggere col voltmetro nella posizione *B*, riesce facile determinare il rapporto cercato.

Il terzo metodo si adopera quando è richiesta molta precisione ed è rappresentato in fig. 3. Una resistenza non induttiva con prese multiple *R* è in derivazione sull'avvolgimento A. T; si cerca la presa che dia lettura *zero* sull'amperometro *A*; il rapporto fra il valore di *R* e quello della parte di *R* che è in parallelo col secondario dà il rapporto di trasformazione cercato. Lo stesso metodo si può applicare sfruttando letture voltmetriche anzichè amperometriche.

d) Misura delle perdite nel ferro e della corrente a vuoto. L'importanza di un'esatta misura della perdita nel ferro risiede principalmente nel fatto che essa perdita è nella maggior parte dei casi continua e che quindi assume un'importanza considerevole nei riguardi del costo dell'esercizio.

La perdita nel ferro è una funzione della frequenza della tensione e della forma d'onda della tensione. La frequenza e la tensione sono facilmente determinabili; ma se la tensione non è sinusoidale, si avranno valori delle perdite diversi: minori nel caso di forme d'onda con punte più acute rispetto alla sinusoide, maggiori nel caso di forme d'onda più appiattite. In generale, la curva della tensione è appuntita per rispetto alla sinusoide; la deformazione aumenta col carico del trasformatore e dipende in gran parte dalla distorsione dell'onda della corrente di eccitazione. La f.e.m. totale del generatore è composta di due parti, una delle quali produce la corrente di eccitazione del trasformatore; tale f.e.m. non è sinusoidale, e la sua forma d'onda varia secondo le condizioni. La distorsione sarà più sentita se la densità del flusso è troppo forte.

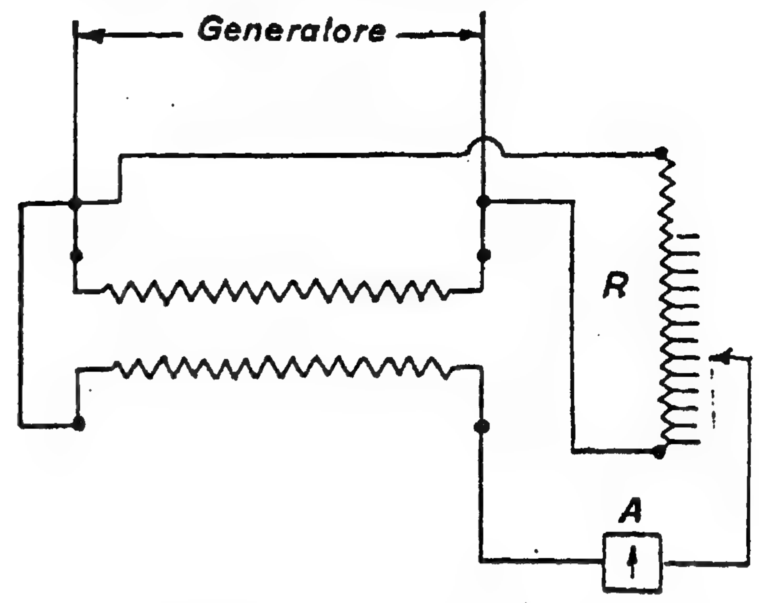


Fig. 3. - Schema dei circuiti per la determinazione del rapporto di trasformazione col metodo della resistenza bilanciata.

Poichè è praticamente impossibile ottenere tensioni sinusoidali per le prove commerciali a vuoto, e poichè si ritengono valori esatti delle perdite quelli riferiti alla tensione sinusoidale, si richiedono opportuni metodi per ridurre le prove a una base sinusoidale.

Il metodo usato è il seguente, che richiede l'uso di un piccolo trasformatore campione tarato per quanto riguarda la perdita nel ferro in base a una tensione prettamente sinusoidale. Il campione è eccitato attraverso trasformatori di tensione in parallelo col trasformatore in prova, e si misurano le perdite di entrambi i trasformatori; il coefficiente da applicare alla perdita così misurata sul trasformatore in prova è lo stesso che occorre per ridurre alla base sinusoidale la perdita misurata sul campione e che è determinabile valendosi della taratura fatta. Perchè il metodo sia preciso occorre che i nuclei del campione e del trasformatore in prova sian costituiti con le stesse lamiere e siano eccitati all'incirca con la stessa densità di flusso e che i trasformatori di tensione siano di potenza sufficiente e di impedenza relativamente piccola.

Una misura più accurata si può ottenere col metodo del flusso-voltmetro, già descritto dall'A. (1) ma che però non è ancora standardizzato dall'*A.I.E.E.* Il flusso-voltmetro, che è rappresentato in fig. 4, consiste essenzialmente di un voltmetro

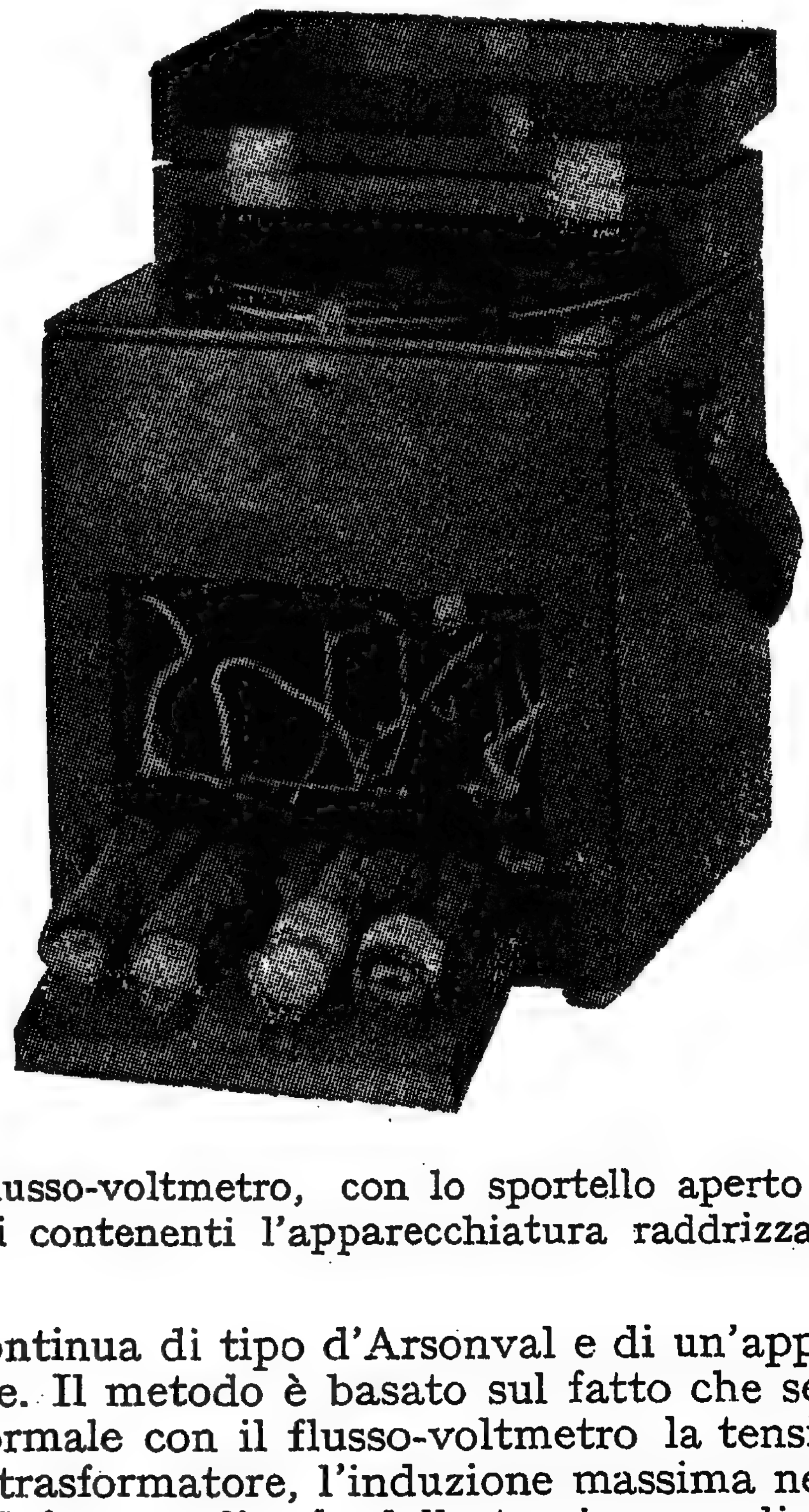


Fig. 4. - Il flusso-voltmetro, con lo sportello aperto per mostrare i tubi contenenti l'apparecchiatura raddrizzatrice.

a corrente continua di tipo d'Arsonval e di un'apparecchiatura raddrizzatrice. Il metodo è basato sul fatto che se si misura a frequenza normale con il flusso-voltmetro la tensione normale applicata al trasformatore, l'induzione massima nel nucleo, comunque sia deformata l'onda della tensione applicata, è uguale

(1) «A Flux Voltmeter for Magnetic Testing» – General Electric Review, luglio 1926.

a quella che si avrebbe quando il trasformatore fosse eccitato con tensione sinusoidale. Lo schema dei collegamenti è indicato in fig. 5, essendo A, V, W rispettivamente l'amperometro, il voltmetro e il wattmetro; F. M. il frequenziometro e F. V. il flusso-voltmetro.

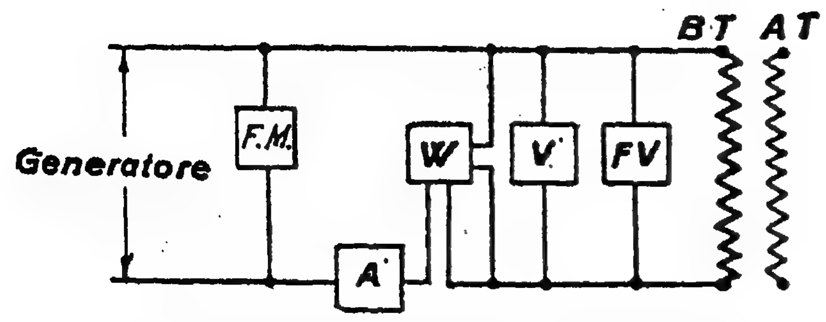


Fig. 5. - Schema delle connessioni per il metodo del flusso-voltmetro (senza trasformatori di misura).

Anche la corrente di eccitazione può essere ridotta a una base sinusoidale: dopo che è stata determinata col trasformatore campione la correzione per la perdita nel ferro, si aumenta la tensione finchè la perdita misurata è uguale a quella corretta: la corrente di eccitazione letta a questa tensione è all'incirca il vero valore ridotto alla base sinusoidale.

Per quanto riguarda la misura delle perdite nel ferro di trasformatori trifasi, è consigliabile fare tre gruppi distinti di letture col metodo dei due wattmetri, usando come linea comune ciascuna delle tre linee successivamente: la media dei tre gruppi di letture può essere presa come la vera perdita. Si possono anche usare 3 wattmetri prendendo la tensione sul neutro effettivo o artificiale. I wattmetri devono di preferenza essere del tipo a basso fattore di potenza, perchè non è raro che nella prova della perdita a vuoto si abbiano fattori di potenza bassissimi, e i wattmetri ordinari darebbero allora deflessioni assai piccole.

Un aumento nella temperatura del nucleo riduce le perdite per correnti parassite; ma queste formano solo una parte delle perdite totali nel ferro, così che la riduzione sulle perdite totali sarà di 1% per ogni 30°-50° di aumento della temperatura. Per la corrente di eccitazione non occorre alcuna correzione di temperatura.

e) Misura delle perdite nel rame e della tensione di corto circuito. Le perdite dipendenti dal carico del trasformatore sono quelle per effetto Joule, quelle per correnti parassite nei conduttori, e le perdite per isteresi e per correnti parassite nel cassone, nel nucleo ecc. Contemporaneamente a queste perdite bisogna misurare la tensione di impedenza, che è utile conoscere sopratutto nei riflessi del funzionamento in parallelo dei trasformatori (poichè il carico si ripartisce su di essi in ragione inversa delle rispettive impedenze).

Questa doppia prova si fa mettendo in corto circuito o l'avvolgimento primario o il secondario e alimentando l'altro a una tensione E tale da produrre una corrente di circolazione pari a quella di pieno carico; la tensione E è quella di impedenza. La corrente si misura di preferenza nel circuito alimentato, ma si potrebbe anche scegliere quello in corto circuito; in entrambi i casi si ha un piccolo errore.

L'inserzione degli strumenti si fa come in fig. 6; bisogna leggere contemporaneamente il voltmetro, l'amperometro, il watt-

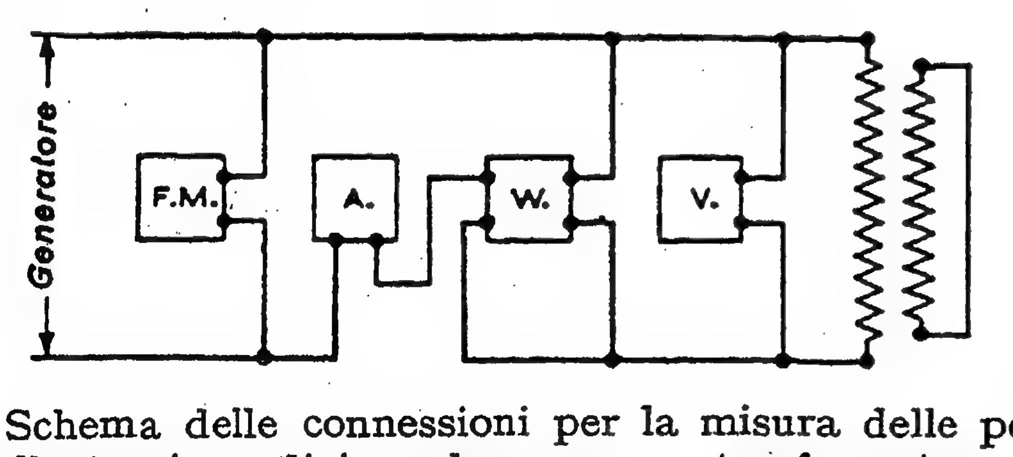


Fig. 6. - Schema delle connessioni per la misura delle perdite nel rame e della tensione di impedenza in un trasformatore monofase (senza trasformatori di misura).

metro e il frequenziometro, facendo parecchie letture per ridurre l'errore. Inoltre si deve rilevare la temperatura e misurare le perdite proprie degli strumenti e dei trasformatori di misura. Il valore della perdita nel rame ottenuto con la misura va poi corretto per portarlo alla temperatura prescritta, dividendo la perdita totale nelle due componenti: RI^2 e perdita per dispersione. La prima componente va corretta con l'espressione:

$$\frac{\text{Perdita a temperatura } T}{\text{Perdita a temperatura } T_0} = \frac{234.5 + T}{234.5 + T_0}$$

e la seconda con l'espressione:

$$\frac{\text{Perdita a temperatura } T}{\text{Perdita a temperata } T_0} = \frac{234.5 + T_0}{234.5 + T}$$

essendo T la temperatura a cui si devono riferire le perdite e T_0 quella della prova.

f) Prove di riscaldamento. Come nella maggior parte delle macchine elettriche, il buon funzionamento di un trasformatore dipende essenzialmente dalla temperatura massima che raggiunge quando è sotto carico; anzi, siccome le tensioni sono più alte, la temperatura è un fattore anche più importante nei trasformatori che nelle altre macchine.

Per determinare l'aumento di temperatura in un trasformatore, bisogna sottoporlo alla tensione normale e contemporaneamente al pieno carico. I metodi usati più comunemente sono quello di carico diretto (1), che però è costoso quando si richiede una potenza ingente; il metodo di opposizione (2), che si può adoperare avendo a disposizione due trasformatori identici, di cui uno si carica sull'altro mentre questo si collega alla sorgente d'energia: il solo consumo di energia è allora quello corrispondente alle perdite in entrambi i trasformatori.

Lo schema adoperato per trasformatori monofasi è indicato in fig. 7, in cui sia A che B o entrambi possono essere i trasformatori in prova; gli avvolgimenti a b. t. sono collegati in pa-

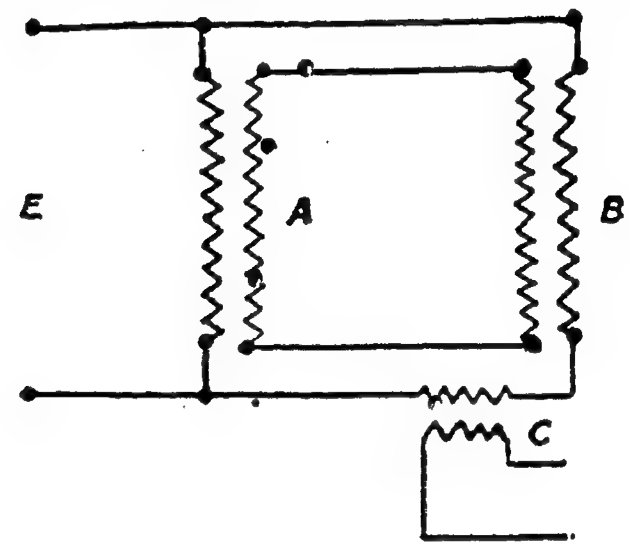


Fig. 7. - Schema per la prova di riscaldamento di un trasformatore monofase (metodo di opposizione).

rallelo fra loro e alla sorgente d'energia E e quelli ad A. T. in parallelo fra loro. Se i trasformatori sono identici, l'eccitazione prodotta da questa sorgente non fa circolare alcuna corrente negli avvolgimenti ad A. T.; se ora si fa circolare mediante un'altra sorgente (p. es. il trasformatore C) una corrente pari a quella di pieno carico, le condizioni di riscaldamento saranno identiche a quelle del pieno carico. Regolando la tensione della sorgente C, si può ottenere che nel primario dei trasformatori in prova circoli la corrente di pieno carico, che provoca così una corrente di pieno carico nei secondari; non occorre pertanto alimentare anche questi.

Lo stesso sistema si può adoperare per la prova simultanea di parecchi piccoli trasformatori identici collegando in parallelo tutti i primari fra loro e i secondari fra loro. Quando si abbiano da provare tre trasformatori monofasi, si può adoperare lo schema della fig. 8.

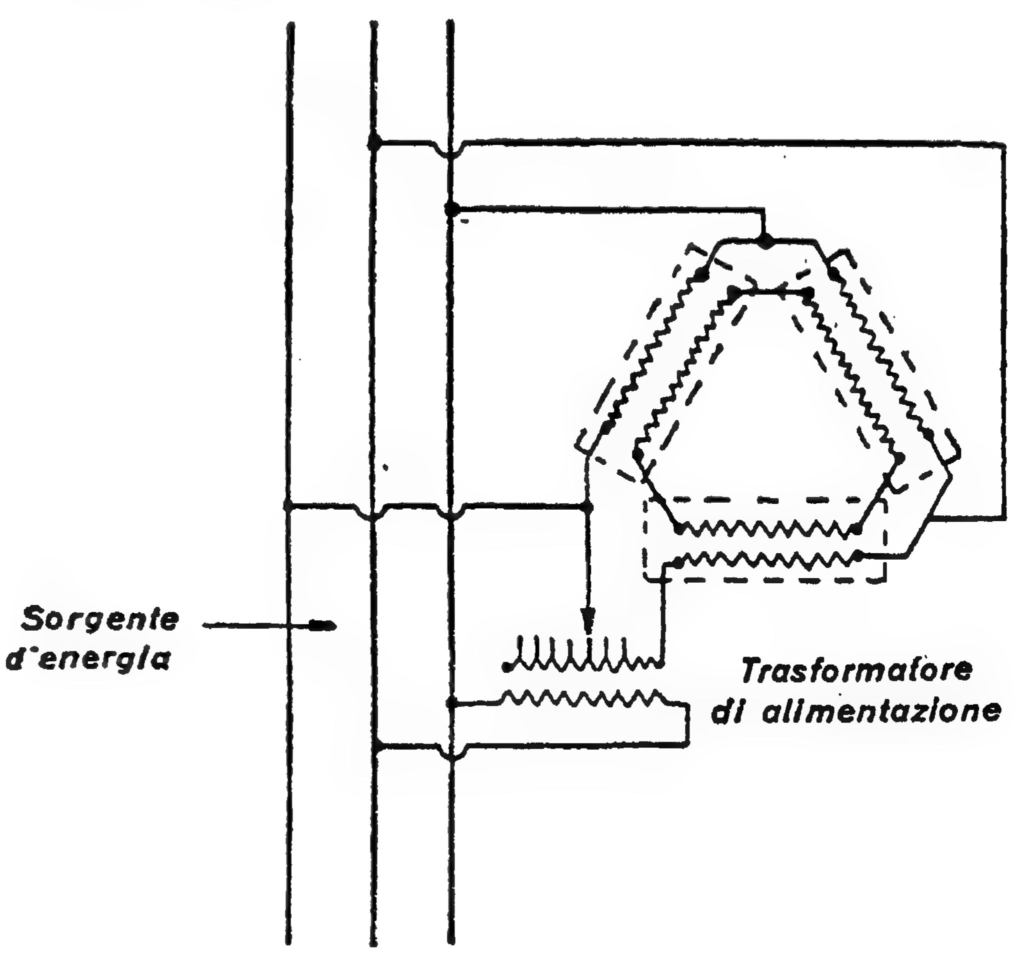


Fig. 8. - Uno schema per la prova di riscaldamento di tre trasformatori monofasi.

Un altro metodo, è quello in cascata (3), che consiste nel far circolare la corrente per mezzo di un regolatore a induzione alimentato dalle stesse sbarre che alimentano il trasformatore in prova; si può impiegare entro i limiti fissati dal regolatore a induzione.

Quando nessuno dei sistemi fin qui accennati è praticabile, si può seguire un metodo intermedio (4), alternando il funziona-

mento a vuoto a tensione normale e il funzionamento in corto circuito a corrente normale. Questo metodo è usato solo per vedere se nel funzionamento dei trasformatori sotto carico si manifestano inconvenienti. Per i trasformatori monofasi, si adopreranno i metodi (1) e (3) quando si abbia a disposizione un solo trasformatore e il (2) quando se ne abbiano due.

Per i trasformatori trifasi con collegamenti Δ/Δ si possono adoperare i metodi (1) e (3) per piccoli trasformatori; inoltre il metodo (2) modificato come in fig. 8. Quando si abbiano connessioni Δ/λ o λ/λ, si può usare lo schema della fig. 9 che per quanto poco usato è quello che dà indicazioni più accurate.

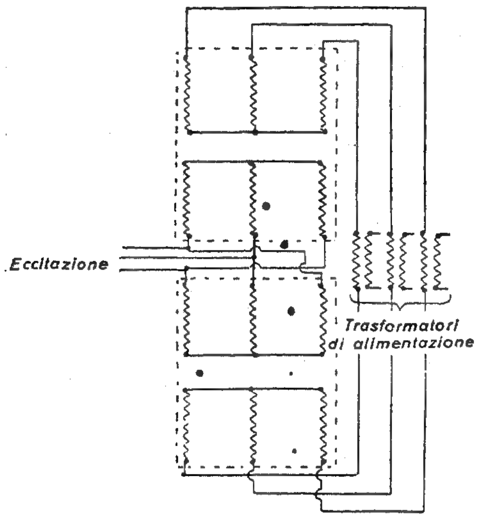


Fig. 9. - Schema per la prova di riscaldamento di due trasformatori trifasi con collegamenti λ/λ, col metodo di opposizione.

Esso presenta questi vantaggi: non sono necessarie modificazioni temporanee ai collegamenti interni, le condizioni di tensione sono uguali a quelle di esercizio e il carico è equilibrato; per contro si ha lo svantaggio di collegamenti complicati e della necessità d'impiegare un trasformatore trifase.

Altri metodi simili, più frequentemente usati, richiedono l'apertura dei collegamenti, come quello della fig. 10, assai

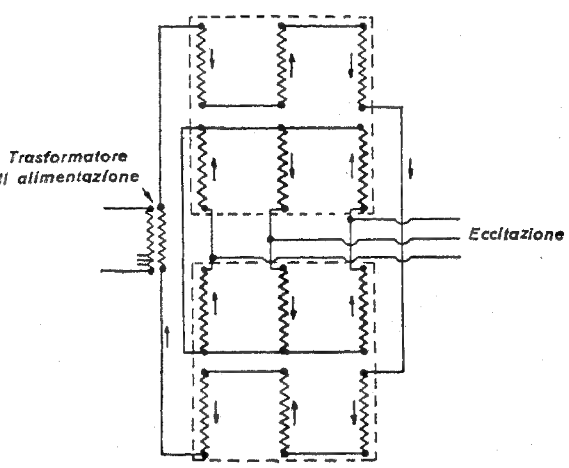


Fig. 10 - Metodo per la prova di riscaldamento di due trasformatori λ/λ con apertura dei collegamenti.

comune, per cui occorre sciogliere il collegamento a stella sull'alta tensione e ricollegare gli avvolgimenti in serie. Questo schema, che ha molti vantaggi, non è indicato per trasformatori con alti valori della reattanza.

Per la misura della temperatura si può adoperare il metodo del termometro o quello della resistenza. Per il primo occorre adoperare termometri ad alcool; la temperatura delle parti vicine a quelle trasportanti corrente si rileva alla fine della prova di riscaldamento; quella dello strato superiore dell'olio ogni ora. Occorrendo, si può far uso di una coppia termoelettrica.

Con il metodo della resistenza si può adoperare o il potenziometro o il voltmetro-amperometro; il primo è usato quando la caduta di tensione è di 1 V o minore; il secondo quando la corrente da misurare è abbastanza forte per dare una buona lettura sul voltmetro.

Il ponte di Wheatstone non è adatto per questa applicazione, perchè i conduttori e i contatti delle resistenze impiegate formano una buona parte della resistenza totale.

Avendo misurato con uno di questi mezzi la resistenza degli avvolgimenti alle due temperature, la differenza di queste si ha con la nota relazione fra resistenze e temperature nel rame.

Venendo alla misura della temperatura del mezzo di raffreddamento, bisogna distinguere i casi di trasformatori con raffreddamento naturale in aria, con raffreddamento ad acqua, ad aria soffiata e a circolazione d'olio.

Nel primo caso, se la temperatura ambiente è costante, basta misurarla con un termometro; se no, si può considerare come temperatura dell'aria quella media di un trasformatore preferibilmente uguale al primo, tenuto fuori servizio nello stesso ambiente: tale temperatura media si può determinare con una prova di resistenza. Nel secondo caso, la quantità di calore dispersa per irradiazione e convezione è trascurabile; perciò basta misurare la temperatura dell'acqua, che deve preferibilmente differire di non più di 5° da quella ambiente. Per i trasformatori ad aria soffiata si misura direttamente la temperatura dell'aria all'ingresso, prendendo le necessarie precauzioni contro le variazioni subitanee di temperatura; infine per quelli a circolazione d'olio, la temperatura di riferimento è quella del mezzo di raffreddamento ossia dell'acqua di raffreddamento all'ingresso o dell'aria di raffreddamento.

Nella misura della resistenza a freddo degli avvolgimenti, i termometri vanno posti in contatto con questi almeno mezz'ora prima di rilevare le prime letture della resistenza;va fatto un certo numero di letture, e la corrente deve essere piccola in modo da non produrre un riscaldamento apprezzabile degli avvolgimenti. Nella misura della resistenza a caldo, quella dell'avvolgimento A. T. va rilevata subito dopo finito il periodo di riscaldamento e quella dell'avvolgimento a b. t. immediatamente dopo la prima; se tutte le letture non possono essere completate entro 5', bisogna far funzionare ancora il trasformatore riportandolo alla temperatura normale, dopo di che si posson rilevare le letture rimanenti.

Va preso nota tanto dei valori della resistenza che dei tempi trascorsi per ogni lettura, per poter calcolare per estrapolazione la massima temperatura raggiunta dagli avvolgimenti: la curva della temperatura in funzione del tempo è logaritmica, il grado di raffreddamento essendo in ogni istante proporzionale alla sopraelevazione di temperatura rispetto a quella dell'olio, presa come riferimento. Il tempo totale del raffreddamento varia col tipo di trasformatore, ma è di solito fra 30' e 60'.

Con la misura delle variazioni di resistenza si determina solo la temperatura *media* degli avvolgimenti, mentre talvolta è desiderabile determinare dei valori istantanei, quando si creda che essi possano essere molto sopra la media; così pure può essere desiderabile determinare la temperatura degli avvolgimenti senza staccare il carico. In entrambi i casi si fa uso di bobine esploratrici.

Intendendosi per *sopraelevazione di temperatura* la differenza fra la temperatura finale rilevata nella prova di riscaldamento e la temperatura ambiente o di riferimento, bisogna applicare a questa sopraelevazione un fattore di correzione nei casi seguenti: se la garanzia è riferita alla sopraelevazione nell'istante del distacco del trasformatore; quando la temperatura ambiente o l'altitudine del luogo dove avviene la prova sono sensibilmente differenti da quelle presupposte nella garanzia.

Nel primo caso la correzione si determina approssimativamente stabilendo con più letture una curva delle temperature in funzione del tempo ed extrapolando fino all'istante del distacco del trasformatore; oppure con altri metodi semplificati. La correzione dovuta alla temperatura ambiente, nel caso di trasformatori ad aria soffiata, risulta dall'espressione:

$$\text{Sopraelevazione corretta} = \text{Sopraelevazione rilevata} \times \frac{274.1}{234.5 + \theta}$$

essendo θ la temperatura dell'aria all'ingresso; nel caso di trasformatori in olio, il fattore di correzione per il tipo d'olio usato deve essere comunicato dal costruttore della macchina.

Se la prova è fatta ad altitudini non maggiori di m. 1000 s. m., non si fan correzioni; per altitudini superiori, si ammette che la sopraelevazione di temperatura corretta a qualunque altitudine minore di 1000 m. sia la sopraelevazione misurata nella prova ad altitudine superiore, con una riduzione per ogni 100 m. al disopra dei 1000 m. così calcolata: 0.4 % per apparecchi in olio o a raffreddamento naturale, e 1 % per apparecchi ad aria soffiata.

m. a.

RASSEGNA TECNICA

a) LA SOVRALIMENTAZIONE DEI MOTORI DIESEL A MEZZO DI TURBO-COMPRESSORI CHE UTILIZZANO I GAS DI SCAPPAMENTO

Le Génie Civil, 15 febbraio 1930. – A. RATEAU.

Poco tempo prima di morire l'illustre tecnico ha visto realizzarsi l'applicazione del suo processo di sovralimentazione ai grandi motori Diesel per la marina ed ha potuto scrivere anche una relazione sull'interessante argomento: la relazione è comparsa il 15 gennaio sulla *Revue générale des Sciences* e viene ora riprodotta integralmente dal *Génie Civil* in omaggio alla memoria dell'eminente ingegnere. Sulla carriera di Augusto Rateau ha parlato il presidente L. Lecornu della « Académie des Sciences » nella seduta del 13 gennaio e il suo discorso è stato riportato dal *Génie Civil* nel numero del 25 gennaio, quando ne annunciava la morte: è stato un pioniere nel campo delle turbine a vapore, de' compressori, de' ventilatori e delle pompe centrifughe, e gli ultimi anni ha poi dedicato completamente a due soli, ma grandi problemi: la sovralimentazione dei motori a combustione coll'utilizzazione dell'energia de' gas di scappamento, il volo degli aeroplani a grandi altezze con l'aiuto di grandi motori propulsori, sovralimentati. Riuscì ad ottenere notevoli risultati su' motori d'aviazione, durante la guerra, e gli stessi procedimenti applicò poi ai motori Diesel. Perfezionando man mano le giranti della turbina a gas e del compressore, riuscì a far aumentare la pressione nelle tubazioni di alimentazione del motore e ad aumentare conseguentemente la potenza di questo di circa il 50 %: questo enorme vantaggio ottenuto colla utilizzazione di gas che generalmente si disperdono nell'atmosfera e senza che occorra alterare le dimensioni o rinforzare le diverse parti del motore, perchè la pressione massima non supera sensibilmente quella che si ha senza la sovralimentazione, basta a richiamare l'attenzione sulla ultima relazione del Rateau e sulle conclusioni interessanti alle quali è pervenuto.

L'A. ritiene che nello sviluppo delle macchine termiche ciò che interessa sopratutto è la riduzione del peso per HP (o per kW); questa riduzione può ottenersi per tante vie, coll'opportuna scelta del materiale, col dare la forma più appropriata a' diversi pezzi, nei quali si è curata la migliore distribuzione degli sforzi, in fine coll'aumentare le velocità, dove questo è possibile. Nei motori Diesel un aumento della velocità oltre certi limiti ha come conseguenza un aumento delle perdite nelle tubazioni e all'ammissione, quindi una riduzione del lavoro per ciclo. Questo fenomeno dovuto alla cattiva alimentazione de' cilindri, può essere eliminato colla sovralimentazione, mantenendo cioè all'ammissione del motore una soprapressione. Nel 1917 l'A. realizzò questo per la prima volta, applicando la sovralimentazione ad un motore d'aviazione; per questo motore si aveva questa condizione particolare che la pressione atmosferica diminuiva col crescere dell'altitudine e per ristabilirla oltre 5000 m di altitudine bisognava ricorrere ad un compressore.

Per far questo l'A., invece di far azionare il compressore dal motore, pensò di utilizzare con una turbina i gas di scappamento e di collegare a questa il compressore. Questo collegamento rendeva il compressore indipendente dal motore e permetteva, secondo l'altitudine, una regolazione completa della turbina, e quindi anche del compressore, in base alla quantità di gas che si dirigeva alla turbina. Il gruppo turbo-compressore poteva inoltre essere ridotto alle minime dimensioni ed al minimo peso con un'opportuna scelta della velocità.

Tutto questo si intende che era possibile finchè il gas di scappamento aveva tutta l'energia che necessitava al turbo-compressore. Ma le difficoltà non erano qui per i motori di aviazione, erano nella scelta del materiale della turbina, alla quale il gas di scappamento giungeva con una temperatura di ca. 750° C, e nella scelta del materiale della ruota del compressore, perchè a grandi altezze, con temperature al disotto di — 50° C, il materiale ordinario diventa fragilissimo.

L'A. dice di aver fatto in seguito lunghi studi sul turbo-compressore per il motore d'aviazione e di averlo perfezionato superando ogni difficoltà, ma non dice con quali risultati, ed essi forse non furono del tutto soddisfacenti perchè, come Egli stesso scrive, ricco dell'esperienza fatta sul turbo-compressore per il motore d'aviazione, passò ad un caso più facile e più comodo ed applicò con successo la sovralimentazione ai motori Diesel.

Difatti avendo chiesto allora una Società di Copenaghen alla Casa costruttrice delle sue macchine dei gruppi turbo-compressori per il lavaggio e per la sovralimentazione di motori Diesel marini a 4 tempi, Egli ne curò il progetto e la costruzione.

I motori Diesel erano ad 8 cilindri allineati, ciascuno con una corsa di 150 cm e un diametro interno di 74 cm; con la sovralimentazione ogni motore doveva sviluppare una potenza effettiva di 4300HP a 110 giri per minuto e, in sovraccarico, 5000 HP a 115 giri; senza dispositivi di lavaggio e di sovralimentazione ogni motore non riesciva a sviluppare più di 3300 HP, quindi i turbo-compressori, senza variazioni notevoli sopratutto nel peso, dovevano elevare la potenza effettiva de' motori di ca. il 50 %.

Si regolò a tal fine la distribuzione de' motori in modo da avere, colla sovrapressione creata e mantenuta all'ammissione dal turbo-compressore, un lavaggio dello spazio morto de' cilindri, alla fine della fase di scappamento; ciò consisteva nell'aprire la valvola d'ammissione un po' prima di aver chiusa quella di scappamento e, nel brevissimo intervallo in cui le due valvole erano contemporaneamente aperte, far entrare nel cilindro dell'aria fresca per lavare e mandare fuori i gas combusti che altrimenti sarebbero rimasti nello spazio morto. Questo lavaggio aveva un'importanza grande, perchè l'aria fresca che entrava nel cilindro, oltre quanto detto, rinfrescava anche le pareti del cilindro, riducendo lo sforzo termico delle varie parti, ed aumentava la quantità d'aria pura introdotta nel cilindro, già aumentata per il fatto che l'aria all'ammissione era mantenuta in pressione dal turbo-compressore. Tutto questo avveniva ad ogni ciclo e permetteva perciò una sovralimentazione, cioè di iniettare nel cilindro una maggiore quantità di combustibile, aumentando così la potenza del motore, senza aumento sensibile della pressione massima, senza aumento della temperatura de' gas di scappamento, essendosi abbassata la temperatura de' cilindri all'inizio de' cicli, e con un leggero aumento del rendimento meccanico, non essendo cresciute proporzionalmente colla potenza le perdite per attrito.

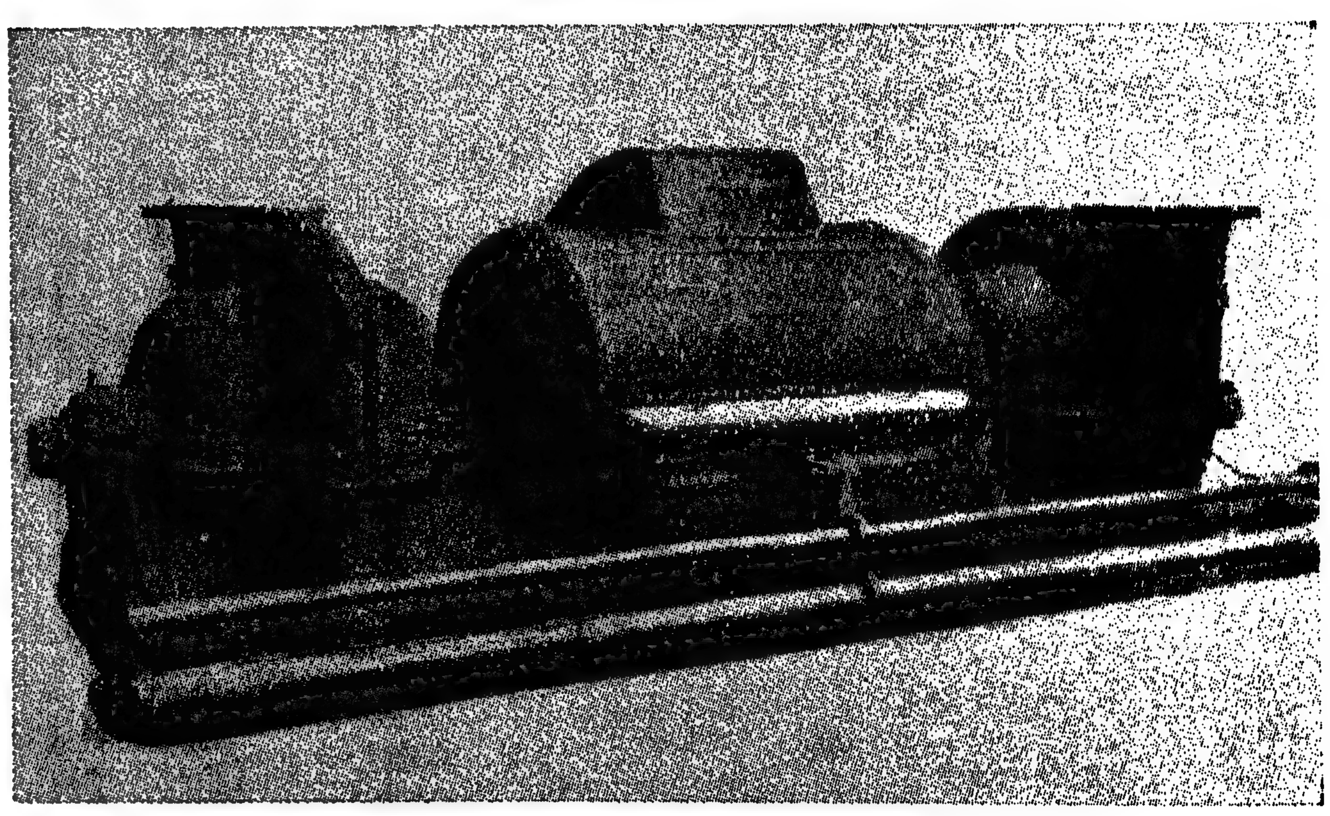


Fig. 1. - Vista di un turbo-compressore per la sovralimentazione di un motore Diesel.

Per il turbo-compressore si fece ricorso al tipo indicato nella fig. 1: due gruppi autonomi riuniti su uno stesso basamento, costituiti ciascuno di una turbina a gas ad una ruota e di un compressore pure ad una ruota, calettati sullo stesso albero. Le due turbine avevano la stessa carcassa e gli scarichi erano riuniti in un solo tubo centrale; ogni turbina riceveva i gas di scappamento di metà de' cilindri del motore ed anche il

compressore alimentava soltanto la metà de' cilindri. Le turbine erano state costruite per utilizzare per ogni ora 34.000 Kg di gas ad una pressione effettiva di 0.27 Kg/cm² ed alla temperatura di 450° C; le due ruote de' compressori dovevano assicurare una alimentazione oraria di 27.000 m³ d'aria a 20° C e ad una pressione effettiva di 0.3 Kg/cm², alla pressione normale. Con questi dati il rendimento complessivo del gruppo turbo-compressore non poteva essere elevato, ma risultò lo stesso piuttosto alto, se si tiene conto de' rendimenti separati della turbina e del compressore. Il rendimento totale del gruppo risultò del 60% ca. e l'A. si riprometteva già di raggiungere per gli altri gruppi almeno il 65%; questo rendimento è dovuto alla cura che è stata messa nella costruzione, alla scelta del materiale, allo studio delle forme più appropriate per le ali, ecc.

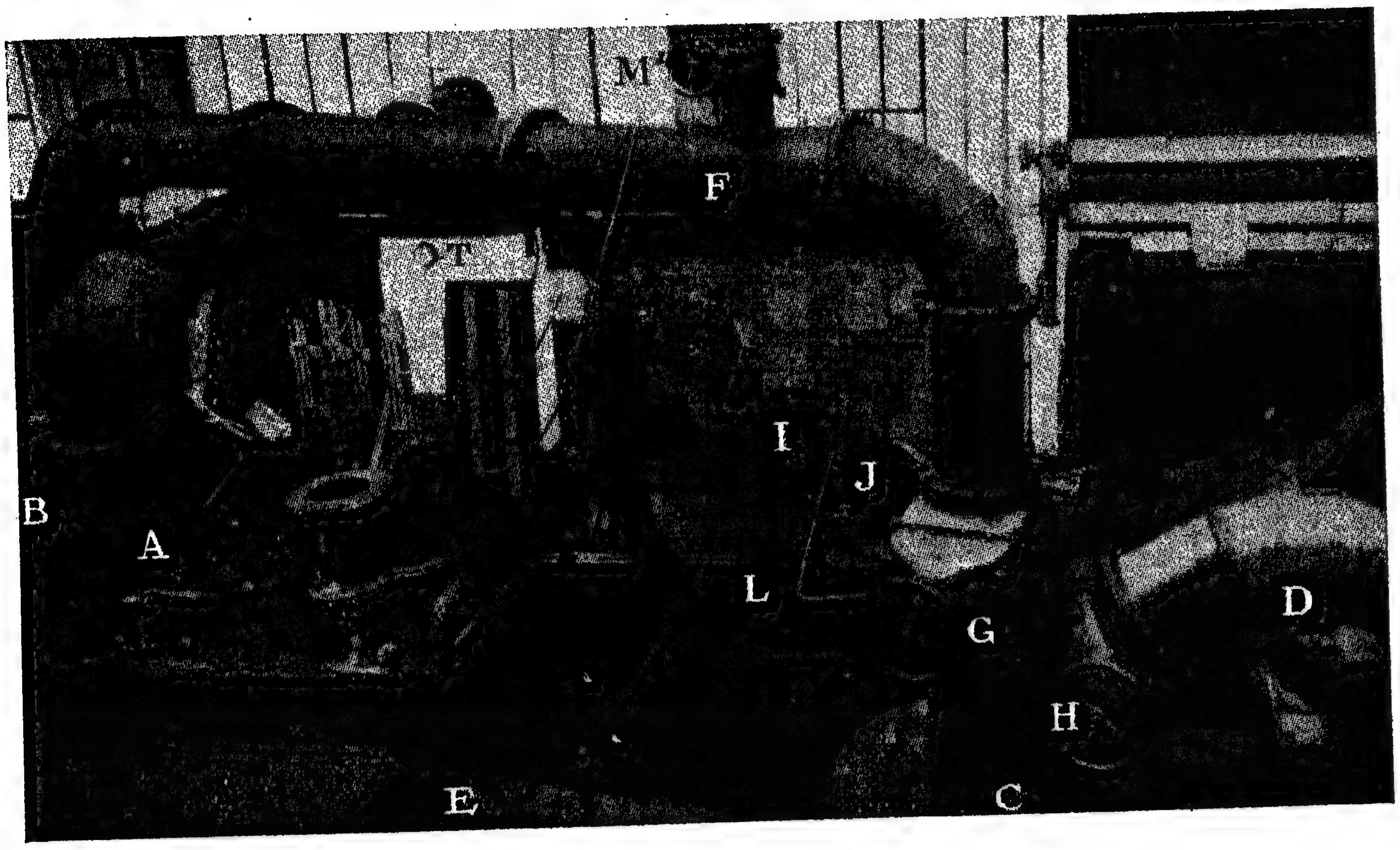


Fig. 2. - Impianto di prova preparato nell'officina della Courneuve.

Le prove dei gruppi descritti sono state eseguite alla Courneuve, dove essi sono stati costruiti; poi a Copenaghen, presso il richiedente, e infine sulla nave. Accenneremo brevemente a queste prove.

Le prove alla Courneuve sono state eseguite con un metodo originale, per evitare il trasporto di un grande motore, sostituendo cioè a' gas di scappamento i prodotti di combustione del mazut in un bruciatore. L'impianto (vedi fig. 2) è stato costruito in modo da far funzionare i due gruppi, separatamente, nelle stesse condizioni in cui si sarebbero trovati realmente dopo; c'era soltanto una differenza dal caso reale, la pressione di alimentazione alla turbina era continua invece che pulsante, ma questo portava secondo l'A. ad un rendimento inferiore della turbina. I due gruppi vennero provati, come detto, separatamente, secondo lo schema dell'impianto indicato nella fig. 3: il compressore forniva l'aria per il bruciatore alla pressione di 300 gr/cm² e i gas della combustione venivano diretti al distributore della turbina. All'inizio un ventilatore ausiliario ha servito ad alimentare d'aria il bruciatore, ma quando la quantità di gas combusti ha raggiunto la quantità richiesta esso è stato isolato ed è entrato in funzione il compressore del gruppo. Il rendimento totale del gruppo è risultato di 0.593.

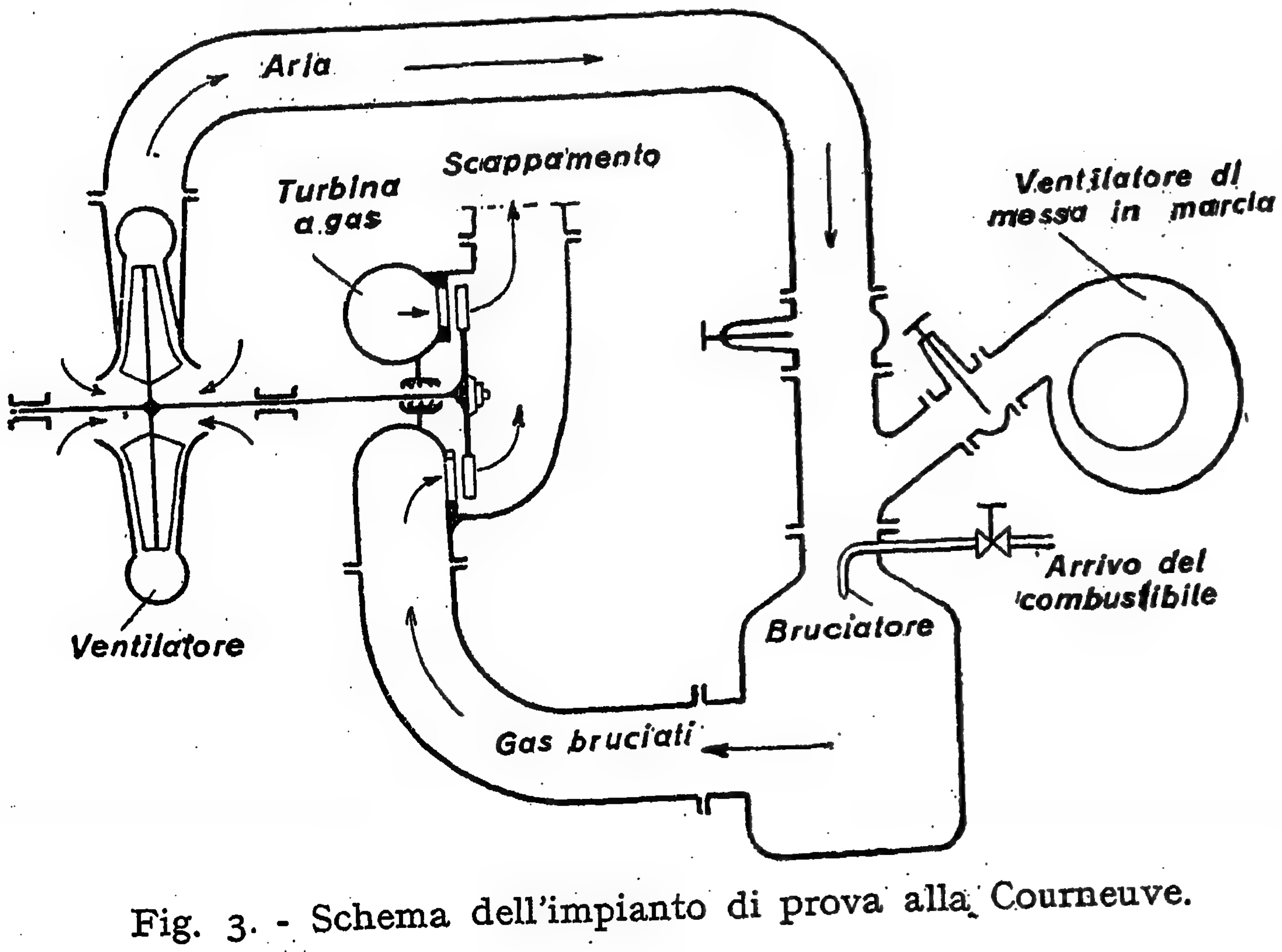


Fig. 3. - Schema dell'impianto di prova alla Courneuve.

Nelle prove a Copenaghen uno de' compressori alimentava i quattro cilindri medi, l'altro i cilindri estremi: durante le prove il motore sviluppò 5000 HP a 115 giri al minuto e la pressione media segnata da' diagrammi non superò i 9 Kg/cm²; il consumo specifico per HP-ora risultò di 180 grammi, come prima della sovralimentazione. La velocità media de' gruppi di compressione arrivò a 5900 giri al minuto. La pressione dell'aria all'uscita del compressore era di 226 mm di mercurio, la temperatura de' gas di scappamento del motore era di 530° C.

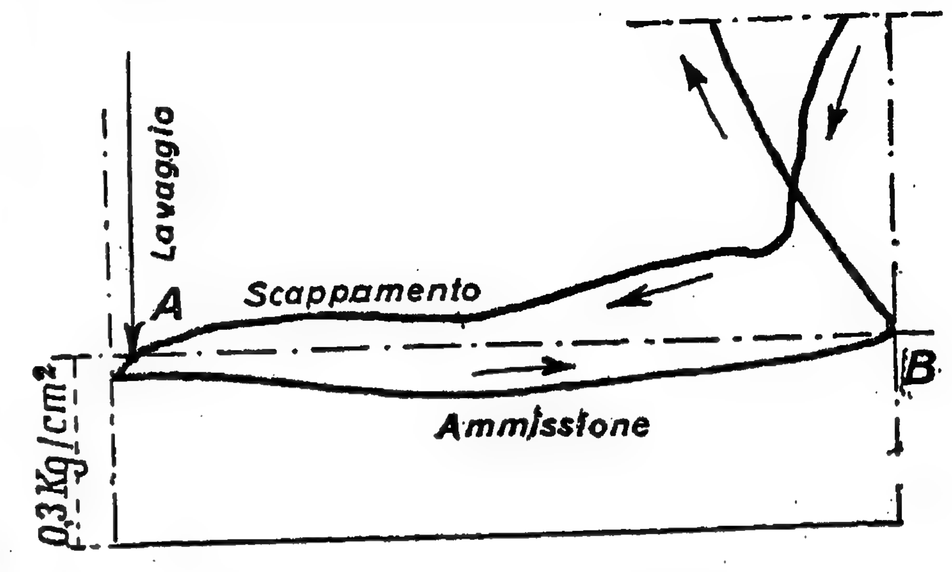


Fig. 4. - Parte inferiore del diagramma di un cilindro del motore funzionante con sovralimentazione.

Nella fig. 4 è riprodotta la parte inferiore di un diagramma preso su un cilindro: il lavaggio si inizia in *A* e dopo la pressione si abbassa al disotto di quella che è all'uscita del compressore; in *B*, alla fine della corsa di ammissione, la pressione diventa ancora uguale a quella dell'aria fornita dal compressore.

Dopo aver consigliato di disporre le valvole di scappamento come nei motori d'aviazione, l'A. conclude che giungendo, com'egli si propone, a mantenere all'ammissione del motore una pressione due volte ed un quarto superiore alla contropressione di scappamento, si risolverà il problema della sovralimentazione del motore Diesel in modo perfetto, con un notevole aumento di potenza per litro di cilindrata e con un sensibile aumento del rendimento meccanico. Egli ritiene che l'applicazione sia possibile per tutti i motori Diesel attuali, e prevede inoltre che le pressioni di alimentazione possano prossimamente almeno raddoppiarsi, raddoppiando le potenze de' motori senza aumento notevole del peso: per un raddoppiamento della pressione e della potenza, egli ritiene che il peso del motore non possa aumentare più di Kg. 0,25 per HP.

f. j.

LE PROVE MECCANICHE DEL PROF. GARBOTZ E GRAF E LA LORO PORTATA NELLA PREPARAZIONE DEL CALCESTRUZZO E DEL CEMENTO ARMATO

(b

Die Wasserwirtschaft, n. 7, 5 marzo 1930 – ING. DR. PAUL ABELES.

Diversi enti tedeschi fecero eseguire collettivamente delle prove di rendimento con impastatrici meccaniche per il cemento. Lo scopo era quello di stabilire le condizioni migliori di funzionamento di tale macchinario per quanto riguarda il consumo di energia, la durata dell'operazione, il numero dei giri, la convenienza o meno di mescolare precedentemente a secco e aggiungere l'acqua poi, ecc. Furono pertanto eseguite più di 1000 prove su circa 5000 blocchetti di cemento e furono impiegate circa 30 mescolatrici differenti da 500 e da 150 litri di capacità.

Anzitutto fu studiata la durata più opportuna da dare alla operazione dell'impasto del cemento, indagando sul comportamento di 4 differenti percentuali di dosaggio e sperimentando N. 5 cubi di cm. 20 di lato e di 28 giorni di stagionatura per ciascuno di essi. Le composizioni dei cubi di cemento risultarono le seguenti:

a) Composizione per cemento armato: per un volume di 500 lt., 340 Kg. di sabbia, 340 Kg. di ghiaia, 103 Kg. di cemento (ossia 300 Kg/m³) 70 lt. acqua (ossia 8,94 %).

Consistenza: molle. Rapporto acqua cemento W = 0,69. Misura di spandimento: 45 cm.

b) Composizione per cemento per alcestruzzo: per un volume da 500 lt.: 370 Kg. sabbia, 270 Kg. ghiaia, 58 Kg. cemento (150 Kg/m³). Acqua lt. 46 (5,75%).
Consistenza: semi solida. Rapporto acqua cemento $W = 0{,}794$

c) Composizione per cemento da impiegarsi in costruzioni stradali: per un volume da 500 lt.: 240 Kg. sabbia, 380 Kg. di breccia di basalto di 5-35 mm., 125 Kg. cemento (400 Kg/m³), acqua 66 lt. (7,4%). Rapporto acqua cemento 0,53. Consistenza plastica. Misura di spandimento: 35 cm.

d) Cemento colato: per un volume di 500 lt.: 333 Kg. di sabbia, 338 Kg. breccia di basalto di 5-50 mm., 70 Kg. cemento (180 Kg/m³). Acqua 77 lt. (10,2%). Rapporto acqua cemento $W = 1{,}10$. Consistenza fluida. Misura di spandimento 55 cm.

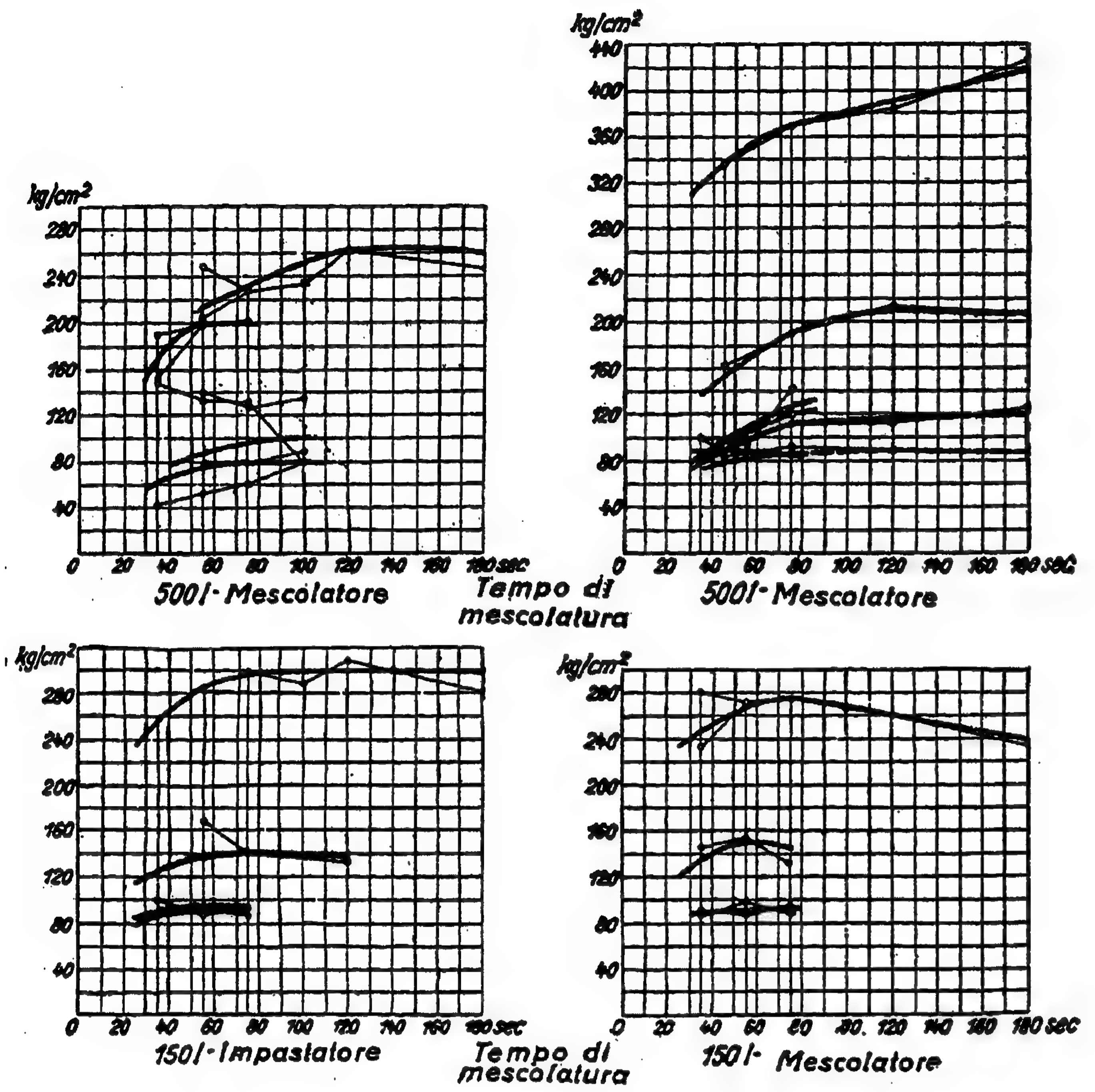


Fig. 1.

La fig. 1 mostra l'influenza dell'operazione di mescolatura sulla resistenza dei blocchetti ottenuti con diversi tipi di macchina. Risulta da questa che le differenze di resistenza del cemento sono talmente piccole, da poter ammettere che con qualunque impastatrice di 500 lt bastino 45 sec. di mescolatura per il cemento colato. 60 secondi per quello da calcestruzzo e da cemento armato e 90 sec. per quello impiegato in costruzioni stradali. Si vede pure come possa diventare nocivo l'esagerare nella durata di tale operazione.

La fig. 2 dà invece la relazione fra il tempo di mescolatura e l'umidità dell'impasto eseguite secondo i tre seguenti sistemi:

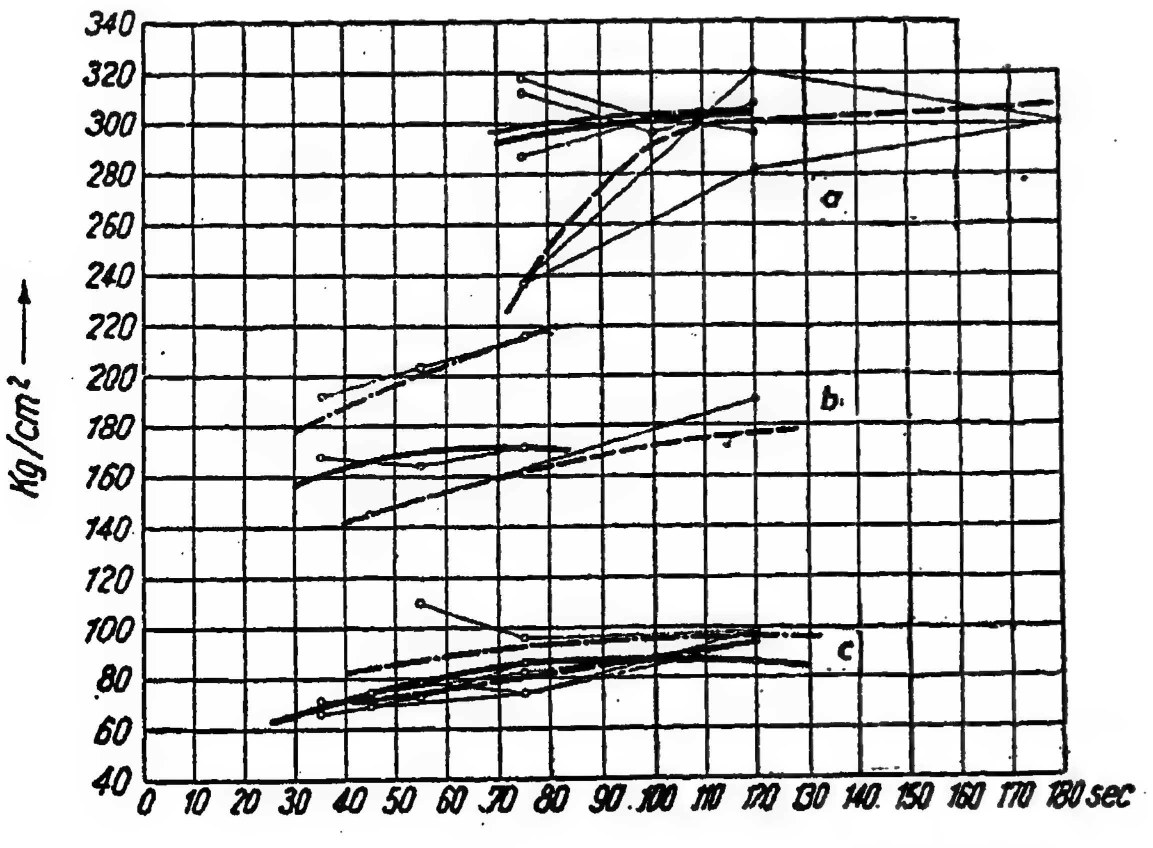


Fig. 2.

a) impasto per costruzioni stradali,
b) cemento armato,
c) calcestruzzo.

— — — con aggiunta di acqua dopo premescolatura a secco.
——— con aggiunta di acqua contemporaneamente alla mescolatura.
—·—· con aggiunta di acqua preventivamente alla mescolatura.

1° Mescolatura a secco per una durata di 10-20-45 e 80 secondi, indi aggiunta di acqua e successiva mescolatura secondo i tempi precedentemente determinati.

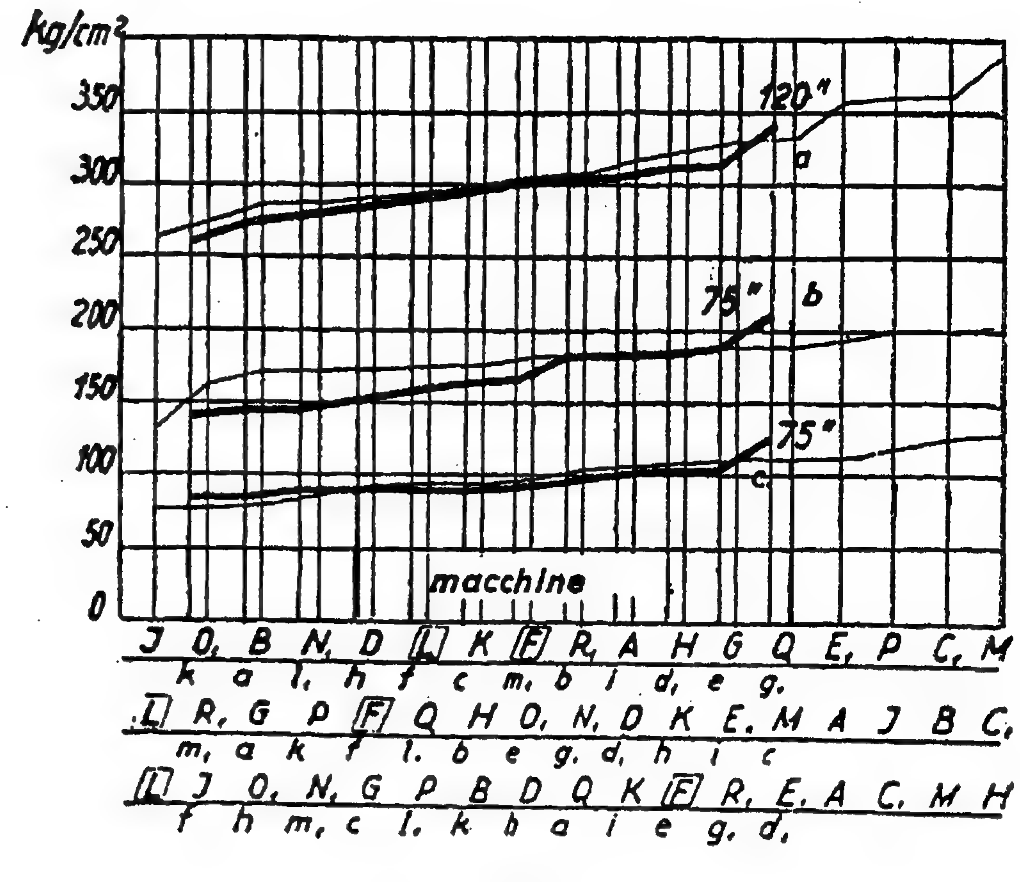


Fig. 3.

a) impasto per costruzioni stradali,
b) » » cemento armato,
c) » » calcestruzzo.

2° Mescolatura direttamente ad umido con aggiunta graduale dell'acqua.

3° Come nel caso precedente, ma con aggiunta iniziale di tutta l'acqua.

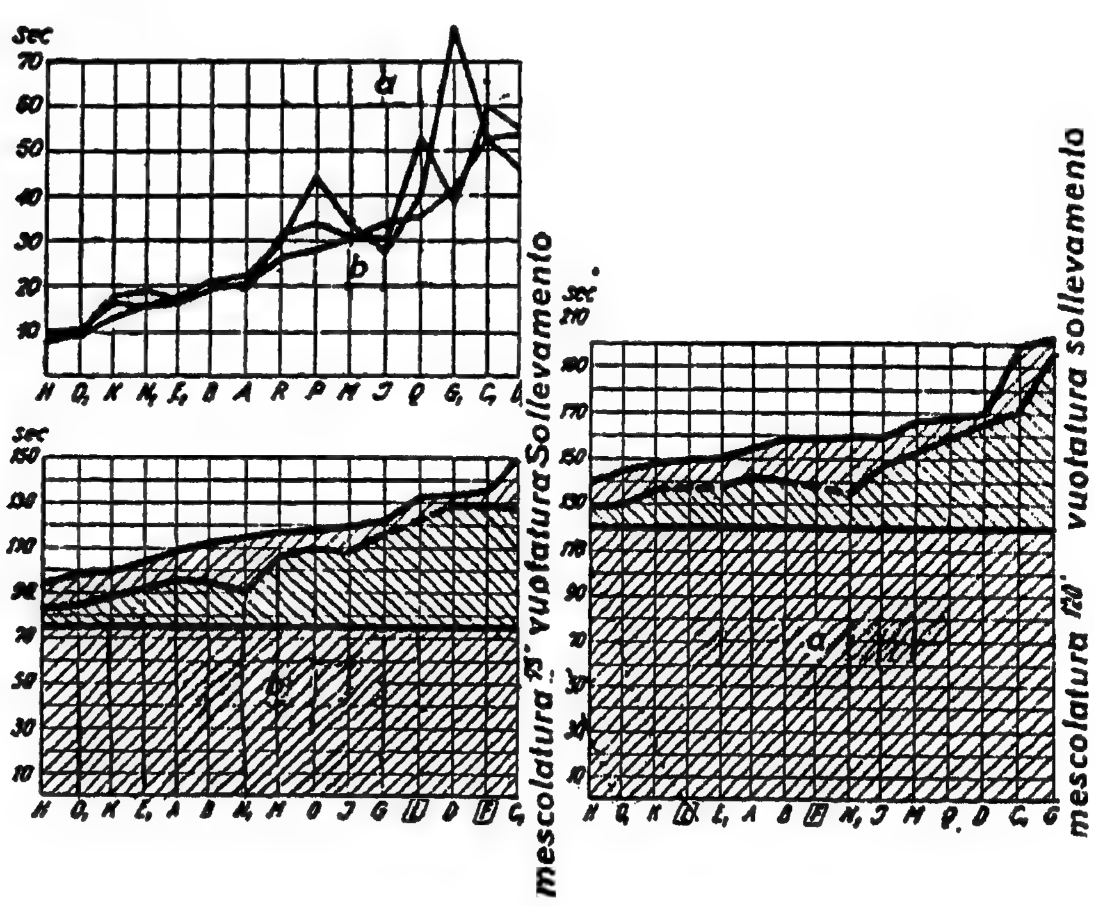


Fig. 4.

La fig. 2 mostra l'inutilità della premescolatura a secco. Nella fig. 3, i vari tipi di mescolatori sperimentati sono indicati con lettere maiuscole per quelli da 500 lt. e minuscole per gli

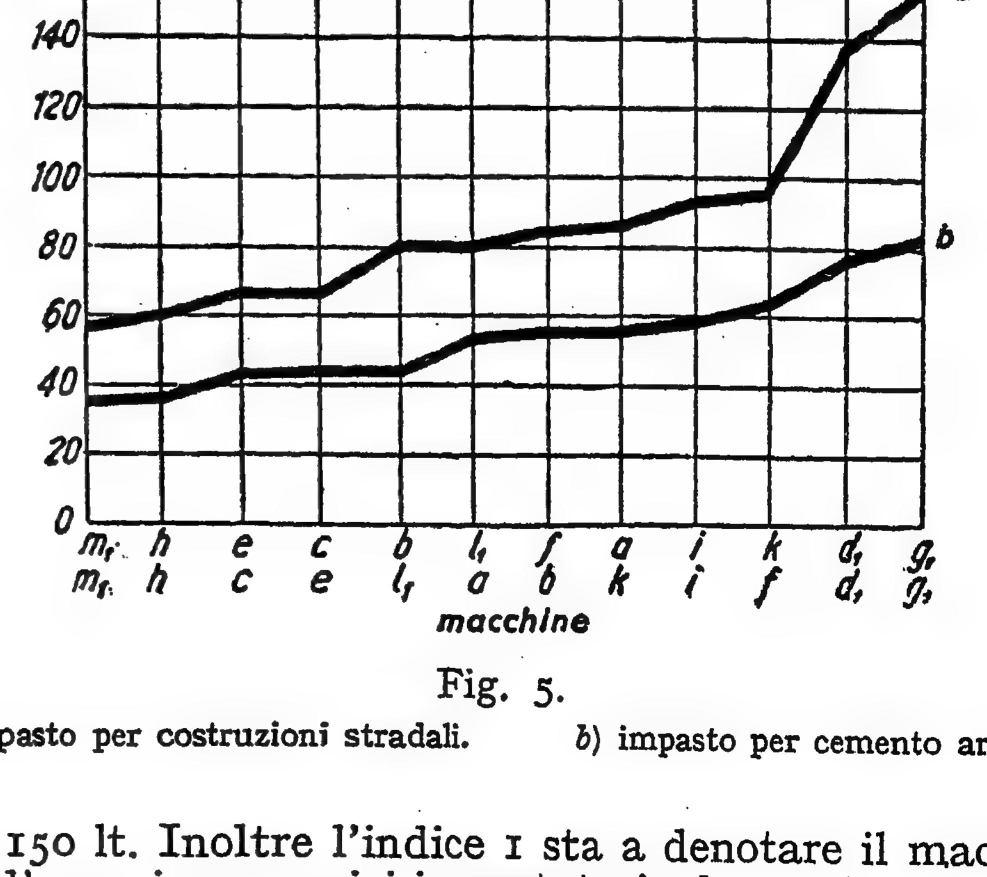


Fig. 5.

a) impasto per costruzioni stradali. *b*) impasto per cemento armato.

altri da 150 lt. Inoltre l'indice 1 sta a denotare il macchinario munito d'organi meccanici impastatori e la cornice attorno alla lettera quello a funzionamento continuo.

Risulta dal grafico come non esista un tipo di macchina decisamente superiore a tutti gli altri altri, ma come ciascuna vada bene per un genere specifico di impasto. Le impastatrici

sono in alcuni casi superiori alle semplici mescolatrici. Si vede inoltre che una impastatrice grossa non è migliore di una a piccola capacità e che un deficiente o eccedente caricamento è sempre nocivo in entrambi i casi.

Le velocità indicate dai costruttori delle singole macchine si dimostrarono ben scelte in genere (0,4÷2,4 m/sec.).

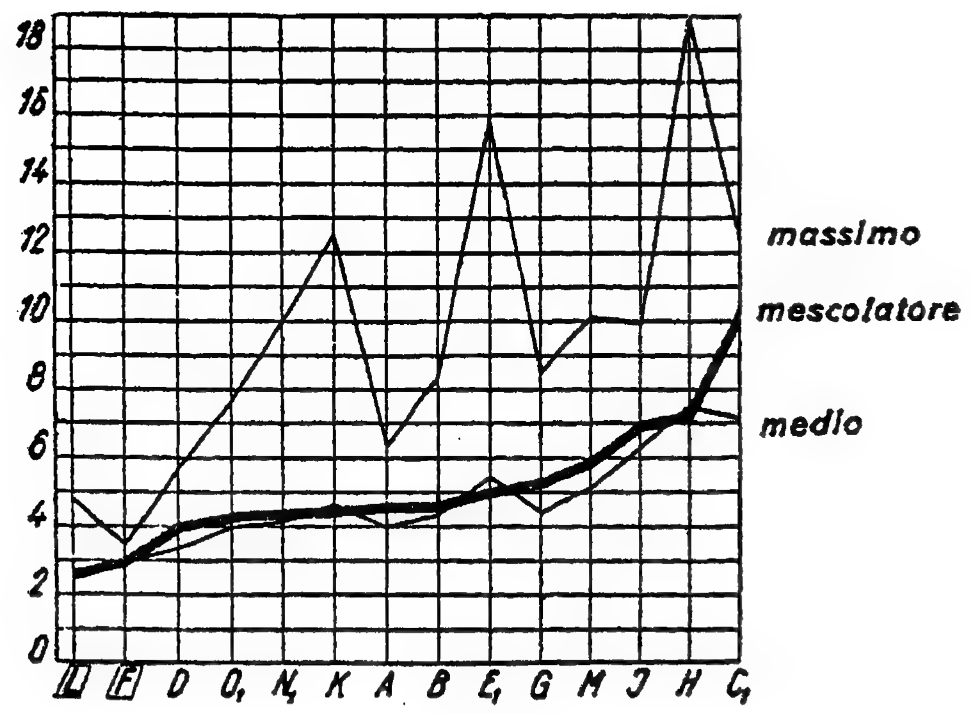


Fig. 6.

La fig. 4 indica inoltre la durata delle varie fasi delle operazioni per ciascuna macchina. In alto a sinistra sono riportati i tempi destinati allo scarico dell'impasto.

Le figg. 5 e 6 danno invece rispettivamente il consumo di energia e la potenza massima richiesta e si vede come per 1 m³ d'impasto destinato al cemento armato si consuma da 0,26 a 0,55 kWh.

La fig. 6 infine mostra il vantaggio del mescolatore continuo su quello intermittente e mette altresì in evidenza il fatto che le impastatrici consumano circa lo stesso delle mescolatrici.

Notevoli sono le figg. 7 e 8 che illustrano il consumo durante il sollevamento, la vuotatura e la rimessa in posizione iniziale del dispositivo di caricamento. Si vede da queste, l'influenza di un caricamento esatto, poichè se esso è eccessivo ne risulta un notevole sforzo e se esso è deficiente il motore resta male utilizzato.

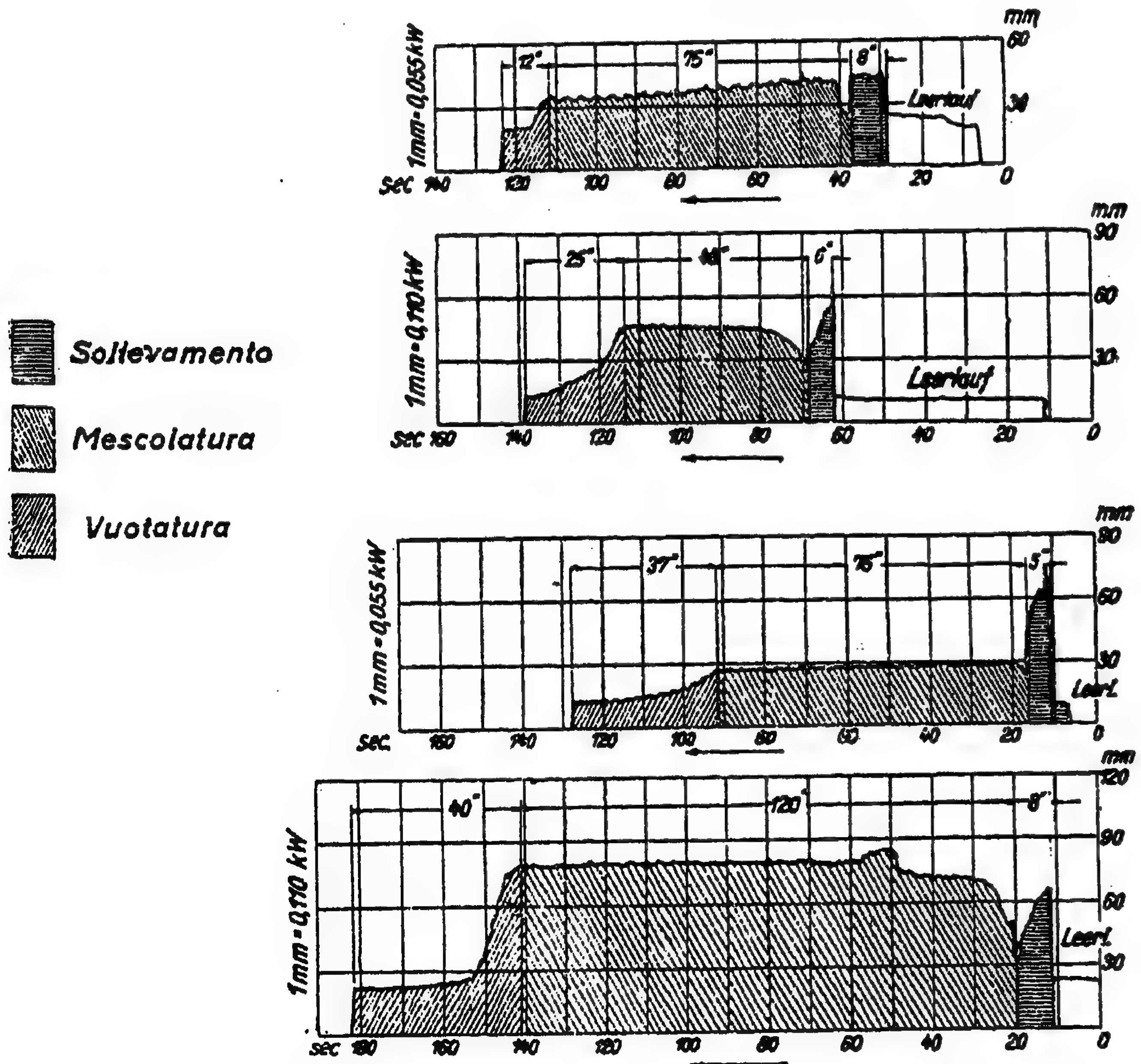


Fig. 7.

Anche i pesi delle singole macchine differiscono notevolmente (1200÷2600 Kg., per quelle da 150 lt. e 1500÷6300 Kg. per quelle da 500 lt.).

Le conclusioni a cui si è arrivati possono riassumersi nel seguente modo:

A) Osservazioni relative alla mescolatura:

1° È inutile il premescolamento a secco.

2° La durata della mescolatura per cemento da calcestruzzo da colare e da armare non deve superzre i 60 secondi.

3° Bisogna dare la massima attenzione alla percentualità di acqua da aggiungere.

B) Osservazioni relative alle costruzioni e al peso del macchinario:

1° I pesi (e i prezzi) hanno eccessivi divari da un tipo all'altro. Dovrebbero oscillare fra 1800÷2000 Kg. per 150 lt di capacità e 4000÷5000 Kg. per 500 lt. di capacità.

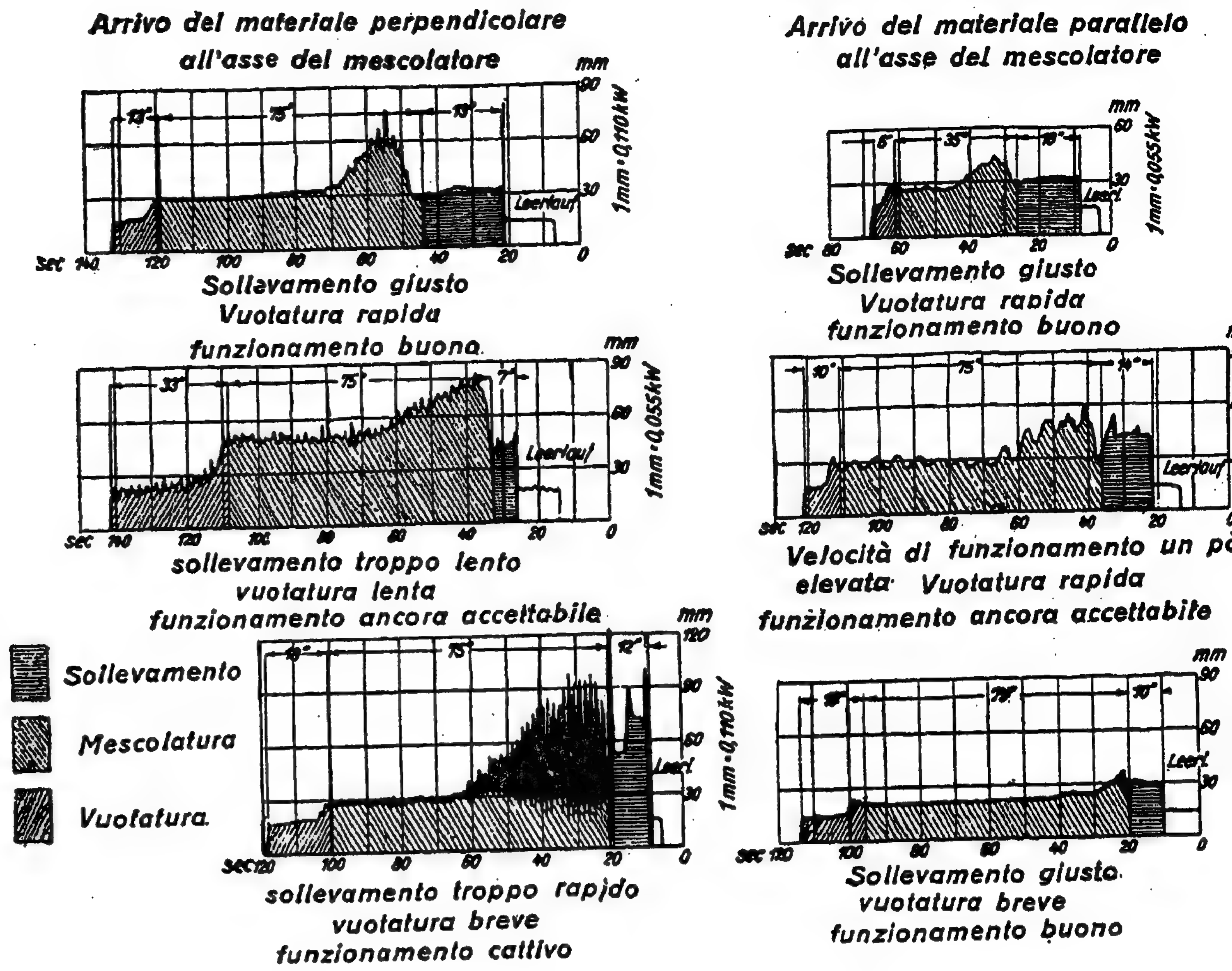


Fig. 8.

2° Devesi ridurre al minimo il tempo di caricamento e scarico, perciò:

a) Deve essere possibile un caricamento e uno scarico possibilmente senza l'impiego di piattaforme sopraelevate. Il caricamento è bene avvenga in direzione inclinata e non verticale.

b) La larghezza del cassone di caricamento deve corrispondere a quella del vagonetto di 3/4 m³ e lo scarico deve avvenire senza bisogno di battere sul cassone o altro.

c) La velocità di sollevamento del cassone di carica deve essere limitata dal consumo di forza motrice (0,25÷0,30 secondi).

3° La forma del tamburo deve garantire un rapido vuotamento e deve essere tale da assorbire un consumo costante di forza durante la mescolatura.

4° Sarebbe utile standardizzare la velocità dell'albero motore.

5° La misura dell'acqua aggiunta dovrebbe potersi controllare con un errore inferiore al 2 %.

C) Proposte di prove ulteriori per stabilire i rendimenti.

Il macchinario dovrebbe essere in condizione di poter eseguire un impasto molto compatto in brevissimo tempo onde poter garantire la possibilità di eseguire qualunque tipo fi mescolatura. Necessitano pertanto ulteriori prove in proposito.

La fig. 3 riporta i dati di resistenza ottenuti colle singole macchine ma con speciali tempi di mescolatura. Sarebbe interessante notare gli stessi dati a parità di trattamento e con mescolatura di breve durata. Potrebbe darsi il caso che risultasse una inferiorità della impastatrice sulla mescolatrice semplice.

Si nota a titolo di conclusione che il prezzo di acquisto del macchinario passa in seconda linea rispetto al rendimento della macchina stessa.

G. R. M.

PERDITE DI ENERGIA IN LUNGHE CONDUTTURE ELETTRICHE (c

Elektrotechnische Zeitschrift, 20 febbraio 1930 – LEOPOLD LEUG.

Coll'incremento delle linee di trasporto a lunga distanza, può avere un reale interesse lo studio delle perdite in linea dovute alla trasmissione, quando questo dia una visione com-

pleta dei vari fattori che intervengono nel problema e quando esso tenga conto in modo facilmente comprensibile delle singole variabili indipendenti.

Per un caso determinato, sono da considerarsi nota la potenza attiva e reattiva. Quest'ultima può essere fatta al punto dove avviene la consegna della energia a mezzo di uno sfasatore (rotante o a condensatori). Quindi nel computo delle perdite bisogna tener conto anche di quelle dovute alla potenza reattiva e allo sfasatore. Bisogna pure tener conto delle maggiori perdite dovute alla potenza reattiva anche nei generatori e nei trasformatori. Però siccome tali perdite sono solitamente assai piccole, la loro influenza è secondaria.

Occorrerà anzitutto studiare la distribuzione delle tensioni e della corrente in funzione delle grandezzec aratteristiche che le determinano.

1° ANDAMENTO DELLA TENSIONE E DELLA CORRENTE LUNGO UNA LINEA.

Si adotteranno le lettere di carattere romano per indicare una grandezza scalare e le lettere di carattere corsivo per indicare i vettori.

Si ricordi che moltiplicando un vettore per $j = \sqrt{-1}$ lo anticipa di fase di $\pi/2$.

Affinchè il prodotto tra i due vettori

$$j\mathcal{E} \text{ e } \mathcal{J}$$

dia la potenza reattiva; bisognerà considerare una capacità col segno + e una induttanza con quello —.

Detto E_2 e I_2 la tensione e la corrente all'estremo della linea, e indicato con x la distanza di un punto generico da questo estremo saranno in questo punto rispettivamente

$$\mathcal{E} = \frac{1}{2}\left[(\mathcal{E}_2 + \mathcal{J}_2\mathcal{Z})\, e + (\mathcal{E}_2 - \mathcal{J}_2\mathcal{Z})\right] e^{-nx}$$

$$\mathcal{J} = \frac{1}{2\mathcal{Z}}\left[(\mathcal{E}_2 + \mathcal{J}_2\mathcal{Z})\, e^{nx} - (\mathcal{E}_2 - \mathcal{J}\mathcal{Z})\right] e^{-nx} \qquad (1)$$

dove $n = a + j\,b$ (1a)

$$a = \sqrt{\frac{1}{2}\left[(RA - \omega^2 LC) + \sqrt{(R^2 + \omega^2 L^2)(A^2 + \omega^2 C^2)}\right]} \qquad (1b)$$

(cioè il coefficiente di attenuazione)

$$b = \sqrt{\frac{1}{2}\left[-(RA - \omega^2 LC) + \sqrt{(R^2 + \omega^2 L^2)(A^2 + \omega^2 C)^2}\right]} \qquad (1c)$$

(cioè la costante di lunghezza d'onda).

$$Z = \sqrt{\frac{R + j\omega L}{A + j\omega C}} \quad \text{(Impedenza caratteristica)} \qquad (1d)$$

R = resistenza in Ohm/Km.

A = Conduttanza in Siemens/Km.

L = Induttanza in Henry/Km.

C = capacitanza in Farad/Km.

La tensione ed il prodotto $\mathcal{S}\mathcal{Z}$ sono costituiti dalla somma o differenza di due termini, ciascuno dei quali rappresenta una funzione ad andamento sinusoidale smorzato. La prima si chiama onda principale, la seconda è l'onda riflessa e si propaga in senso inverso alla prima. Quest'ultima si forma solo se esiste un punto di riflessione, ossia quando l'impedenza del carico $\frac{E_2}{Z_2}$ è diversa dalla impedenza caratteristica $\mathcal{Z}$.

La lunghezza d'onda è $\frac{2\pi}{b}$, la velocità di propagazione $\frac{\omega}{b}$

Si potrà porre

$$\left.\begin{aligned} n &= a + j\,b = N\, e^{jv} \\ \mathcal{Z} &= A + j\,\mathcal{Z}_y = Z\, e^{j\xi} \end{aligned}\right\} \qquad (2a)$$

A mezzo delle (1a), (1b), (1c), (1d) e (2a) si ricava

$$n^2 = n^2\, e^{j2v} \qquad \mathcal{Z}^2 = Z^2\, e^{i2\xi}$$

Si avrà pure

$$\left.\begin{aligned}
N &= \sqrt{RA}\,\sqrt[4]{\left(1 - \omega^2\frac{LC}{RA}\right)^2 + \omega^2\left(\frac{L}{R} + \frac{C}{A}\right)^2} \\
\text{tg. } 2v &= \frac{\omega\left(\frac{L}{R} + \frac{C}{A}\right)}{1 - \omega^2\frac{LC}{RA}} \\
Z &= \sqrt{\frac{R}{A}}\,\frac{\sqrt[4]{\left(1 + \omega^2\frac{LC}{RA}\right)^2 + \omega^2\left(\frac{L}{R} - \frac{C}{A}\right)^2}}{\sqrt{1 + \omega^2\left(\frac{C}{A}\right)^2}} \\
\text{tg. } 2\xi &= \frac{\omega\left(\frac{L}{R} - \frac{C}{A}\right)}{1 + \omega^2\frac{LC}{RA}}
\end{aligned}\right\} \qquad (2b)$$

Posto $\frac{\omega L}{R} = \text{tg. }\alpha$ e $\frac{\omega C}{A} = \text{tg. }\beta$ (3a)

si ricava

$$\left.\begin{aligned} N &= \sqrt{\frac{RA}{\cos\alpha\cos\beta}} & v &= \frac{\alpha + \beta}{2} \\ Z &= \sqrt{\frac{R}{\cos\alpha}\,\frac{\cos\beta}{A}} & \xi &= \frac{\alpha - \beta}{2} \end{aligned}\right\} \qquad (3b)$$

Da cui si ottiene $a = N\cos v$
$b = N \text{ sen } v.$

Nelle 3b) con corrente continua scompaiono i termini ω, α e β, v e ξ. Risulta

$$a = N = \sqrt{RA}$$

$$Z = \mathcal{Z} = \sqrt{\frac{R}{A}}.$$

Con la corrente alternata si ha la stassa impedenza d'onda solo quando è

$$\alpha = \beta \qquad (4a)$$

nel qual caso è pure $a = \sqrt{RA}$ e $\frac{L}{R} = \frac{C}{A}$. Ossia si ha in questa condizione i minimo smorzamento. Si puó osservare in tal caso che

$$\sqrt{\frac{LA}{RC}} = K \qquad (4b)$$

diventa uguale all'unità. Con che si vede che lo smorzamento è uguale per tutte le frequenze. In tutti gli altri casi la impedenza d'onda è sfasata e precisamente nel senso positivo se $\alpha > \beta$ e $R > 1$ e negativo in quello opposto. Inoltre Z è tutta reale per le correnti continue o aventi frequenza infinita.

Per la frequenza $\omega_0 = \sqrt{\frac{RA}{LC}}$ (5a)

la fase ξ dell'impedenza d'onda Z diventa un massimo o un minimo a seconda che siano un massimo o un minimo i valori di tg. 2ξ.

Detta ω la frequenza in gioco si può porre

$$O = \frac{\omega}{\omega_0}$$

Sarà:

$$\text{tg. }\alpha = O\,K \qquad \text{tg. }\beta = \frac{O}{K} \qquad (5c)$$

2° PERDITE DOVUTE ALLA TRASMISSIONE.

Le perdite V_l in una conduttura di 1 (Km.) si possono scomporre in quelle dovute alla resistenza

$$V_1 = R\int_0^l (J^2)\,dx$$

e in quelle dovute alla conduttanza

$$V_2 = A\int_0^l (\mathcal{E}^2)\,dx \qquad (6b)$$

Ponendo $\frac{1}{2}\ (\mathcal{E}_1 + J_1 \mathcal{Z}) = a_1 \qquad \frac{1}{2}\ (\mathcal{E}_2 - J_2 \mathcal{Z}) = a_2$

e α_{12} l'anticipo di a_1 su a_2, con opportuna trasformazione risulterà essere

$$\left.\begin{aligned}
&\int_0^l (I^2)\ dx = \\
&= \frac{1}{Z^2}\left\{\frac{1}{2a}\left[\frac{1}{2}(E_2^2 + I_2^2 Z^2) \operatorname{senh} 2ax + E_2 I_2 Z \cos(\varphi_2 + \xi)\right.\right. \\
&\left.(\cosh 2ax - 1)\right] - \frac{1}{2b}\left[\frac{1}{2}(E_2^2 - I_2^2 Z^2) \operatorname{sen} 2bl - \right. \\
&\left.\left. - E_2 I_2 Z \operatorname{sen}(\varphi_2 + \xi)\ (1 - \cos 2bl)\right]\right\} \\
&= \frac{1}{Z^2}\left\{\frac{1}{2a} G - \frac{1}{2b} P\right\} \\
&\int_0^l (\mathcal{E}^2)\ dx = \frac{1}{2a} G + \frac{1}{2b} P
\end{aligned}\right\} \quad (6c)$$

con che G rappresenta un valore aperiodico smorzato e P un valore periodico non smorzato.

Da qui si ricavano le perdite

$$V_1 = V_1 + V_2 = R \int_0^l (J^2)\ dx = A \int_0^e (\mathcal{E}^2)\ dx =$$

$$= \left(\frac{R}{Z^2} + A\right) \frac{1}{2a} G - \left(\frac{R}{Z^2} - A\right) \frac{1}{2b} P \qquad (7a)$$

e con opportune trasformazioni risulta essere

$$V_1 = \frac{1}{Z}\ (G \cos \xi + P \operatorname{sen} \xi) \qquad (7b)$$

Le perdite relative per un carico $\mathcal{E}_2 J_2 \cos \varphi_2$ saranno

$$v_1 = \frac{1}{\cos \varphi_2}\left[\frac{G}{E_2 I_2 Z} \cos \xi + \frac{P}{E_2 I_2 Z} \operatorname{sen} \xi\right] \qquad (7c)$$

E l'impedenza risulterà

$$Z_2 = \frac{E_2}{I_2}$$

e quindi

$$\begin{aligned}
v_1 = \frac{1}{\cos \varphi_2} &\left\{\frac{1}{2}\left[\operatorname{senh} 2\,al \cos \xi \left(\frac{Z_2}{Z} + \frac{Z}{Z_2}\right) + \right.\right. \\
&\left. + \operatorname{sen} 2bl \operatorname{sen} \xi \left(\frac{Z_2}{Z} - \frac{Z}{Z_2}\right)\right] + \left[\cosh 2al - 1) \cos(\varphi_2 + \xi) \cosh \xi \right. \\
&\left.\left. - (1 - \cos 2bl) \operatorname{sen} \xi \operatorname{sen}(\varphi_2 + \xi)\right]\right\} \qquad (7d)
\end{aligned}$$

Il rendimento sarà

$$\eta = \frac{1}{1 + v_1}$$

3° CONDIZIONI DI MIGLIOR FUNZIONAMENTO.

Differenziando le (7 d) rispetto Z_2 e φ_2 e ponendo uguali a zero $\frac{d\,v_1}{d\,Z_2}$ e $\frac{d\,v_1}{d\,\varphi_2}$

si hanno le condizioni di miglior funzionamento espressi da

$$Z_{2\,\text{opt}} = Z \sqrt{\frac{\operatorname{senh} 2\,al \cos \xi - \operatorname{sen} 2bl \operatorname{sen} \xi}{\operatorname{senh} 2\,al \cos \xi + \operatorname{sen} 2bl \operatorname{sen} \xi}} \qquad (8a)$$

e
$$\begin{aligned}
v_1 \operatorname{sen} \varphi_{2\,\text{opt}} &= (\cosh 2al - 1) \cos \xi \operatorname{sen}(\varphi_2 + \xi) + \\
&+ (1 - \cos 2bl) \operatorname{sen} \xi \cos(\varphi_{2\,\text{opt}}\ \xi) \qquad (8\,b)
\end{aligned}$$

Ponendo $C = \frac{Z_{2\,\text{opt}}}{Z_2}$ (9a)

$$\text{e} \quad \varsigma = \frac{1}{2}\left[\left(\frac{Z_2}{Z} + \frac{Z}{Z_2}\right) \operatorname{sen} 2al \cos \xi + \left(\frac{\mathcal{Z}_2}{\mathcal{Z}} - \frac{Z}{Z_2}\right) \operatorname{sen} 2bl \operatorname{sen} \xi\right.$$

si ha

$$\varsigma = \frac{1}{2}\left(C + \frac{1}{C} \sqrt{\operatorname{senh}^2 2\,al \cos^2 \xi - \operatorname{sen}^2 bl \operatorname{sen}^2 \xi}\right. \qquad (9\,c)$$

Si può constatare che in prossimità delle condizioni di miglior funzionamento, le perdite variano di poco, e crescano invece assai rapidamente quando ci si allontani troppo.

4° DIAGRAMMI DELLE PERDITE.

Si considera Z_2 e ς come date. Dalle precedenti relazioni (9 b) per φ_2 corrispondenti alle condizioni di massimo rendimento è

$$\begin{aligned}
v_1 \cos \varphi_2 &= \varsigma + (\cosh 2\,al - 1) \cos \xi \cos\ (\varphi_2 + \xi) - \\
&- (1 - \cos 2\,ll) \operatorname{sen} \xi \cos(\varphi + \xi)
\end{aligned}$$

dove

φ_2 deve soddisfare a

$$\begin{aligned}
v_1 \operatorname{sen} \varphi_2 &= (\cosh 2\,al - 1) \cos \xi \operatorname{sen}\ (\varphi_2 + \xi) + \\
&+ (1 - \cos 2bl) \operatorname{sen} \xi \cos\ (\varphi_2 + \xi).
\end{aligned}$$

Queste danno v_1 rappresentabile come un vettore con la fase φ_2 rispetto all'asse delle ascisse. Nella fig. 1 $AE = v_1$ e l'angolo $AEO = \varphi_2$. Per conoscere o_1 in ciascun caso bisogna conoscere preventivamente φ_2. Ma dai triangoli OIA_x e $AIIIA_x$ si può dimostrare essere

$$OA_x = (\cosh 2\,al - 1) \cos \xi$$
$$AA_x = (1 - \cos 2bl) \operatorname{sen} \xi$$

inoltre $\quad A_xOI = \varphi_2 + \xi \quad$ e $\quad A_xA\ \text{III} = \varphi_2 + \xi$

ossia AA_x è normale a OA_x. Dividendo l'angolo A_xOI in ξ e ψ colla retta XX' si vede essere AE e XX, paralleli.

Tracciando da A una parallela a OA_x si determina

$$OA_1 = OA_x/\cos \xi = \cosh 1\,al - 1$$
$$OA_2 = O\,\text{IV}/\operatorname{sen} \xi = AA_x/\operatorname{sen} \xi = 1 - \cos 2\,bl.$$

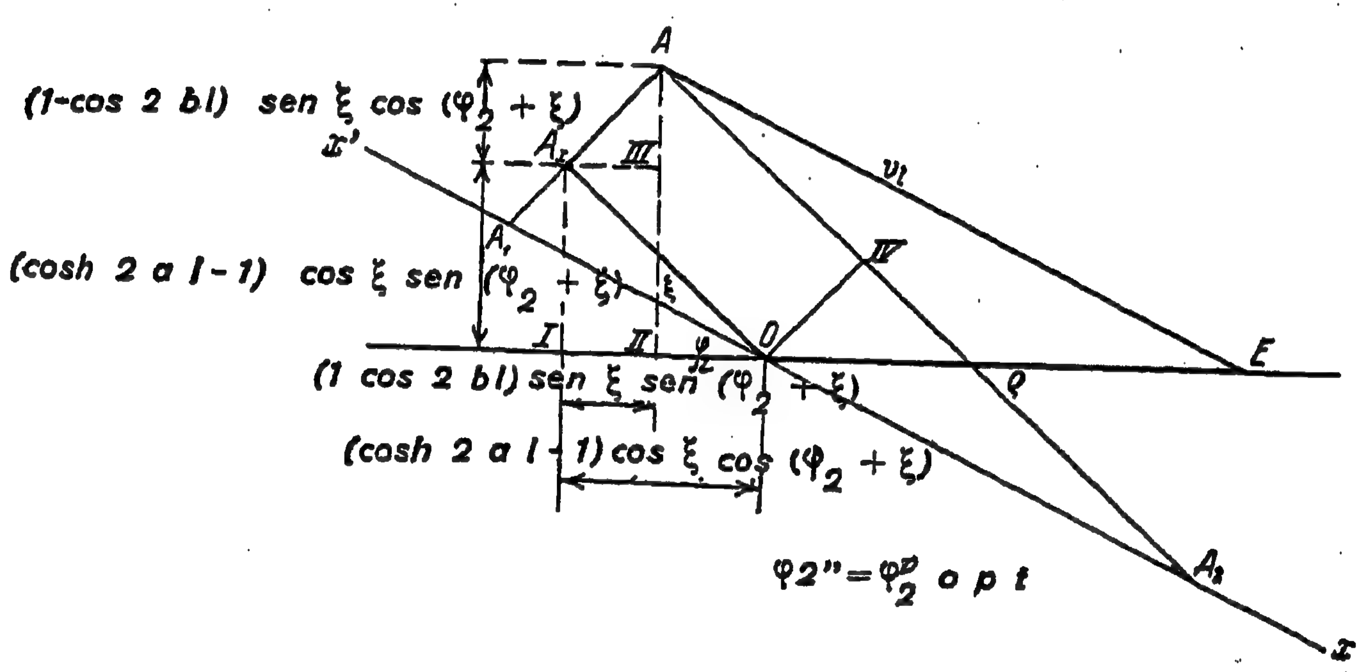


Fig. 1. - Diagramma delle perdite per l'angolo di fase di miglior funzionamento.

Allora, considerando la fig. 1 ruotata di φ_2 nel senso orario (fig. 2), segnati OA_1 e OA_2 e tracciando da A_1 una normale e da A_2 una parallela OA_z, si determina senz'altro il punto A. Allora basta tracciare una orizzontale da A e che servirà a calcolare le perdite (scala di v_1). Con un cerchio di centro O di raggio ς si determinano sulla scala di v_1 le perdite relative AE che si verificano nelle condizioni di miglior funzionamento ossia per $\varphi_{2\,\text{opt}}$. Per uno sfasamento φ_2 qualunque si trova essere

$$\overline{05} = OT/\cos \varphi_2$$

Le perpendicolari da A e A_x alla φ_2 (OT) danno

$$\overline{02} = OA_x \frac{\cos(\varphi_2 + \xi)}{\cos \varphi_2}$$

$$\overline{24} = A_xA \frac{\operatorname{sen}(\varphi_2 + \xi)}{\cos \varphi_2.}$$

Dunque $\overline{54} = AE$ è null'altro che v_1. Ossia per φ_2 qualunque la tangente in T al cerchio di raggio ς da il segmento $AE_1 = V_1$ da leggersi in funzione di $AE = \varphi_{2\,\text{opt}}$.

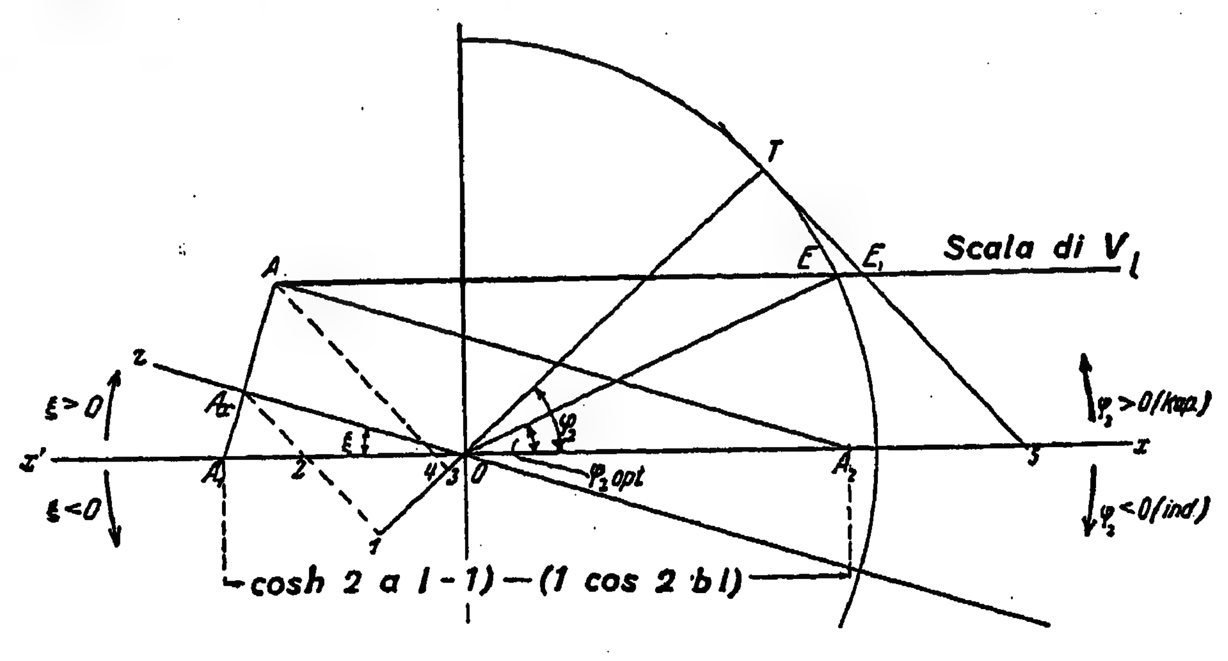


Fig. 2. - Costruzione della scala per misurare le perdite.

Si tratta per ultimo di conoscere ς in funzione della potenza apparente. Per $c = 1$

$$\varsigma_{\min} = \sqrt{(\text{senh}\ 2\ al \cos \xi)^2 - (\text{sen}\ 2\ bl\ \text{sen}\ \xi)^2}$$

e la potenza apparente relativa è $S_{2\,\text{opt}} = \dfrac{E_2}{Z_{2\,\text{opt}}}$.

Allora (fig. 3) su un asse x x si fa

$O\,B = \text{senh}\ 2\ al$ e $OB_2 = \text{sen}\ 2bl$. Si traccia da B_1, una verticale e da B_2 una parallela a ξ. Dal triangolo OCD con $OC = OB_x = \text{senh}\ al \cos \xi$ e $CD = BB_x = \text{sen}\ 2\ bl$ sen ξ si ha che OD risulta essere il minimo valore di S (ossia S min) relativo alla potenza apparente.

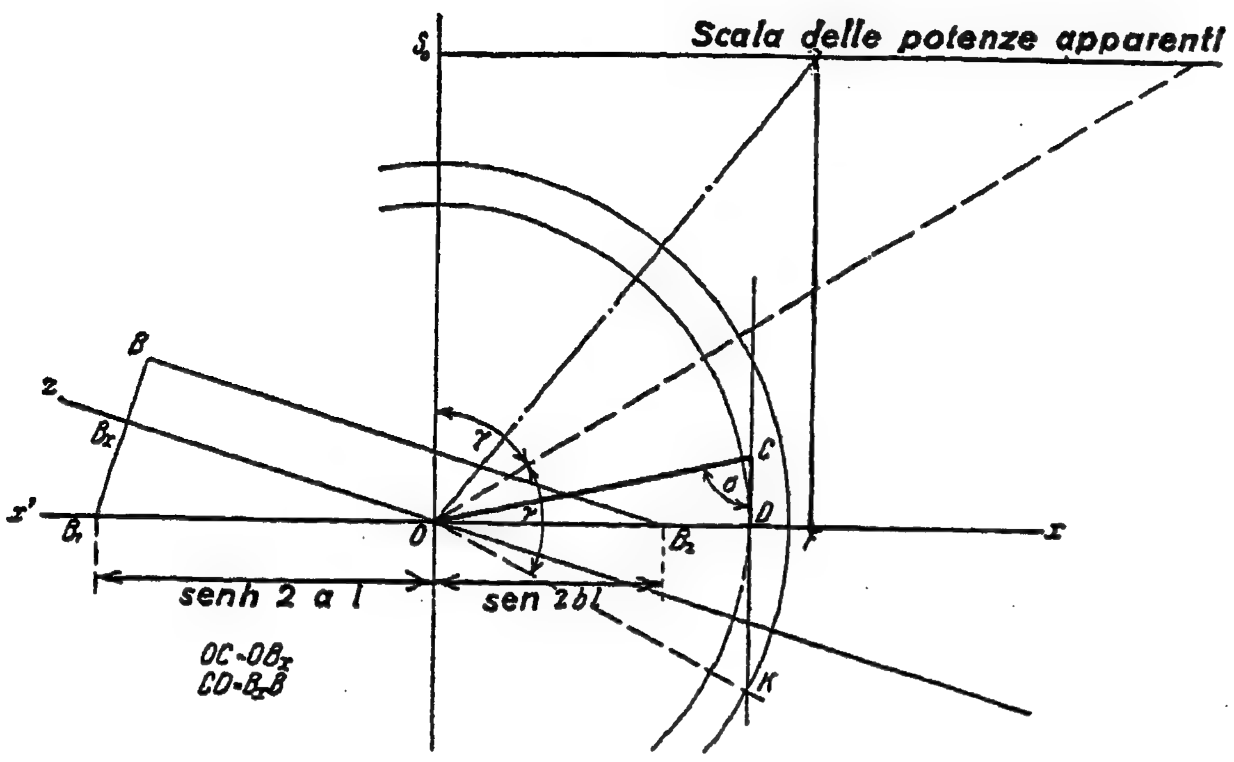


Fig. 3. - Costruzione dei cerchi della potenza apparente.

Risulta, a mezzo di opportuni passaggi essere

$$S_{2\,\text{opt}} = \frac{E^2}{Z}\sqrt{\frac{1 + \dfrac{CD}{OC}}{1 - \dfrac{CD}{OC}}}$$

ma $\dfrac{CD}{OC} = \cos \delta$ con che (vedi fig. 3)

$$S_{2\,\text{opt}} = \frac{E^2}{Z} \text{cotg} \frac{\sigma}{2}$$

Si traccia dunque OG bisettrice dell'angolo COS_0 e $OF = E^2/Z$ si ha $GF = \dfrac{E^2}{Z} \text{cotg} \dfrac{\sigma}{2} = S_{2\,\text{opt}}$.

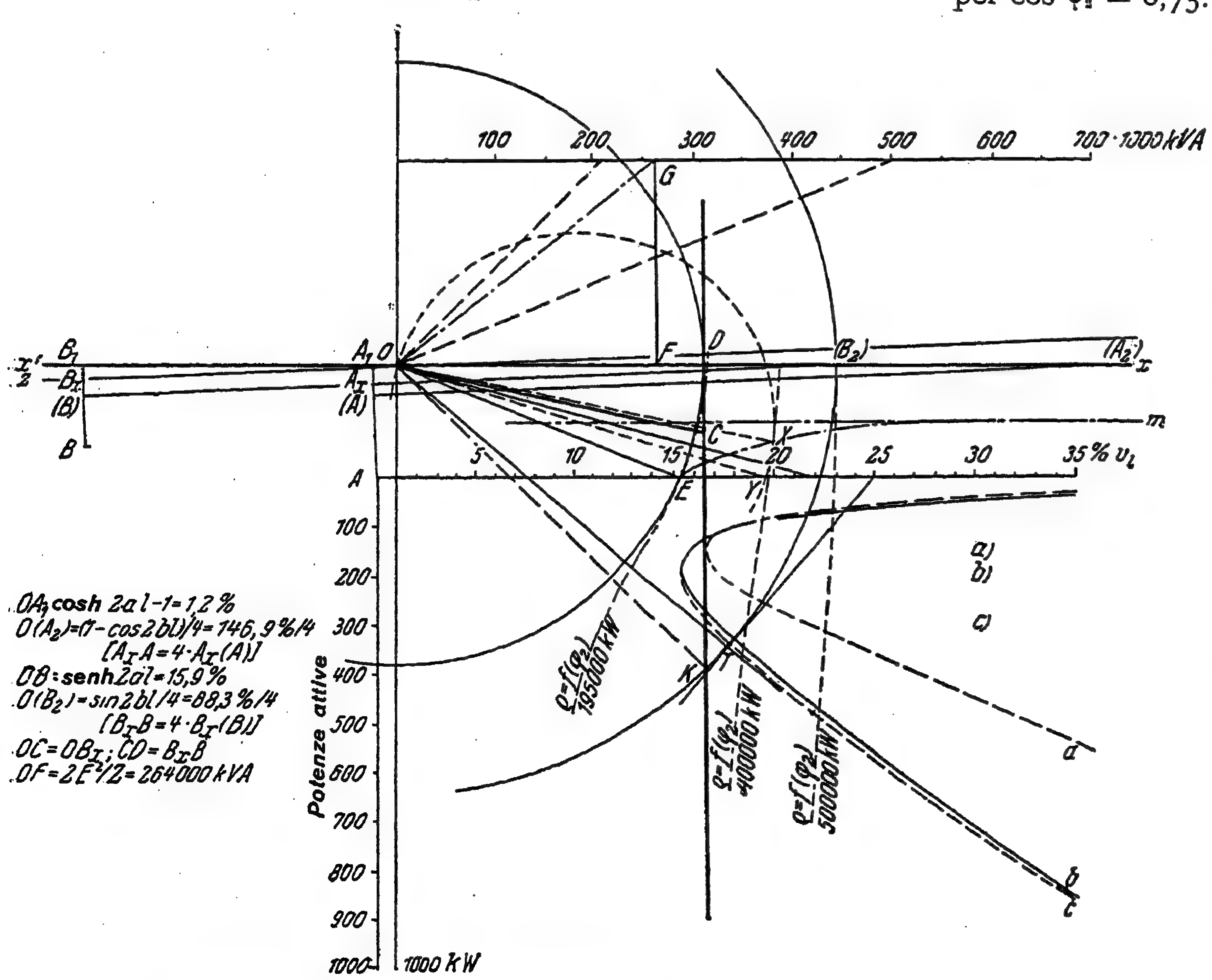


Fig. 4. - Diagramma delle perdite di una linea a 2 terne di 100 kW, 220 kV, 50 periodi. Potenza attiva $= f\ (vl)$. — *a*) $\cos \varphi_2 = 0{,}75$ ($\varphi_2 = IOX$). — *b*) trasmissione ottima rispetto alla potenza apparente. — *c*) trasmissione ottima rispetto alla potenza attiva.

Considerando c come tangente di un angolo γ avente origine sulla OS_0 si ha $S_0S_1 = GF\ \text{tg}\ \gamma = c\ S_{2\,\text{opt}}$.

Dunque S_0S_1 è la potenza apparente che corrisponde al c considerato. Il raggio ς corrispondente a S_0S_1 è

$$\varsigma = \frac{1}{2}\left(c + \frac{1}{c}\right)\varsigma_{\min} = \frac{\varsigma \min}{\text{sen}\ 2\ \gamma}$$

Raddoppiando l'angolo γ sarà $\rho = OK$.

Si noti che B_xB può anche diventare negativa.

Esempio: Ponendo $l = 1000$ Km. doppia terna e impiegando conduttore cavo di rame di 42 mm. di $\varnothing$ esterno 6 mm. di spessore, si ha

$R = 0{,}045\ \Omega$/Km. $A = 10^{-7}\ S$/Km. (presupposto)
$L = 1{,}28 . 10^{-3}\ H$/Km $c = 9{,}5 . 10^{-9}\ F$/Km.
$E_2 = 220$ kV 50 periodi

Risulta:

$K = 0{,}548$ $O = 16{,}37$
$a = 7{,}94 . 10^{-5}$ $b = 1{,}097 . 10^{-3}$ $Z = 268\ \Omega$
$\xi = -2^\circ{,}14'$
sen $2al = 0{,}159$ sen $2bl = 0{,}883$
$\cos 2al - 1 = 0{,}012$ $1 - \cos 2bl = 1{,}469$.

Con questo si può costruire il triangolo OCD (fig. 4) (poichè $1 - \cos\ 2\ bl = 1{,}469$ usciva dal disegno, si è fatto $O(A_2) = (1 - \cos 2bl)/4$ e si è poi quadruplicato $A_x(A)$ per avere AA.

Posto $OF = 2\ E_2^2/Z = 264.000$ kVA, si trova G ed E. Con ciò si ha una potenza apparente di 207000 kVA con uno sfasamento di 21° come condizione di miglior rendimento.

Con una potenza apparente di 500.000 kVA con $\cos \varphi_2 = 0{,}75$ induttivo si ha il punto K in cui passerà il cerchio della potenza apparente corrispondente. La tangente in T (per $\varphi_2 = 0{,}75$) individua una perdita del 25 %. Il rendimento sarà dunque

$$100/(100+25) = 80\%$$

Le stesse perdite si hanno per 85.500 kVA quando lo sfasamento è il medesimo. Nella fig. 4 sulla retta che misura le perdite sono riportate come ordinate le potenze reali trasmesse per $\cos \varphi_2 = 0{,}75$. Si noti che $\varphi_{2\,\text{opt}}$ non corrisponde al miglior trasporto della potenza attiva, ma bensì di quella apparente. Per avere tale valore relativo alla potenza attiva, si determina la curva $\rho = f\ (\varphi_2)$ in coordinate polari (indicate punteggiate per quelle uscenti da E, per quelle corrispondenti a 400.000 kW e per quelle corrispondenti a 500.000 kW). Il cerchio passante per O e tangente alla $\rho = f\ (\varphi_2)$, avente il centro sulla retta m, mediana tra V_1 e x x', determina il punto di tangente X colla linea $\rho = f\ (\varphi_2)$ che a sua volta determina lo sfasamento φ_2 di miglior rendimento ed il punto Y che dà le perdite relative. La fig. 4 riporta a titolo di confronto le curve di miglior rendimento della trasmissione della potenza apparente (*b*) e della potenza effettiva (*c*). Il diagramma mostra come la possibilità di trasmissione utile di una linea non diminuisce con l'aumentare della lunghezza di questa.

Come potenza utile da trasportare può essere considerata quella che si trova nelle migliori condizioni di rendimento, ad es., la FG nella fig. 4. Siccome OG è la bisettrice dell'angolo formato da OC coll'asse y, si vede essere OC una periodica di periodo π/b (Km.) che oscilla attorno a Ox con ampiezza decrescente. Ossia si vede come la distanza utile di trasmissione tra i 1430 Km. $= \dfrac{1}{2}\ \pi/b$ e $2860 = \pi/b$ è più favorevole delle distanze al disotto di 1430 Km.

G. R. M.

d) SULLA MESSA A TERRA DEL NEUTRO NELLE RETI A BASSA TENSIONE.

R. G. E., 9 novembre 1929. – E. BRYLINSKI.
R. G. E., 22 febbraio 1930 – G. BURIN DES ROZIERS.

Sotto questo titolo riassumiamo due studi comparsi nella *Revue Génèrale de l'Electricité* a distanza relativamente breve l'uno dall'altro e che dimostrano come in Francia, al pari che in Italia, la questione della messa a terra del neutro sia ben lontana dal potersi considerare esaurita. Al contrario, come risulta anche dai lavori quì riassunti, essa darà luogo ancora a discussioni e pareri discordi, almeno fino a che non si avrà una esperienza di esercizio decisiva in materia.

Nel primo degli articoli di cui ci vogliamo occupare, il *Brylinski* ha ripreso in esame il funzionamento delle reti trifasi in caso di un contatto accidentale fra una fase e la terra attraverso un corpo umano, nei due casi di neutro isolato e di neutro a terra. L'A. dimostra anzitutto che in caso di accidente su una rete trifase a stella con neutro isolato, se si indica con E il valore efficace della tensione di fase, con g_1 g_2 g_3 le perditanze delle tre fasi, inverse delle resistenze d'isolamento r_1 r_2 r_3, e con r' la resistenza di perdita supplementare che comprende la resistenza di contatto della mano e dei piedi dell'infortunato, la resistenza propriamente detta del suo corpo e la resistenza del suolo sul quale egli si trova, il valore efficace I' della corrente i' che attraversa il corpo dell'infortunato è dato da

$$I' = E\sqrt{3}\,\frac{\sqrt{g_2^2 + g_3^2 + g_2 g_3}}{1 + (g_1 + g_2 + g_3)\, r'}$$

Con neutro a terra, la corrente nella resistenza r' sarebbe invece: $I'' = \dfrac{E}{r'}$.

Perchè la corrente sia minore in questo caso che con neutro isolato, e cioè sia $I'' < I'$, deve essere per le equazioni precedenti

$$\frac{1}{r'} < \sqrt{3\,(g_2^2 + g_3^2 + g_2 g_3)} - (g_1 + g_2 + g_3)$$

Supponiamo allora due casi: se $g_1 = g_2 = 0$, la condizione precedente diventa

$$(1) \qquad r' > \frac{r_3}{\sqrt{3} - 1} > 1.36\, r_3$$

ossia la rete con neutro a terra sarà più o meno pericolosa di quella con neutro isolato secondo che r' sarà minore o maggiore di $1.36\, r^3$.

Se invece (2) $g_2 = g_3 \neq 0$, si dimostra che quando $r_1 \leqq r_2$ il caso di neutro a terra è sempre più pericoloso che quello di neutro isolato; in caso contrario, il pericolo è più grande per il neutro a terra solo quando sia $r_1 < \dfrac{r_1\, r_2}{r_1 - r_2}$.

L'A. cerca poi la condizione necessaria perchè I' non oltrepassi 50 mA nel caso di neutro isolato, per le due tensioni di 115 V e di 230 V, considerando anche qui due casi: se $g_1 = g_2 = 0$, trova che deve essere $r' \geqq (4.000 - r_3)$ ohm e $r_1 \geqq (8000 - r_3)$ ohm rispettivamente per le tensioni di 115 V e di 230 V; se $g_2 = g_3 \neq 0$, deve essere $r' \geqq \dfrac{6\,900\, g_3 - 1}{g_1 + 2\, g_3}$ e rispettivamente $r' \geqq \dfrac{13\,800\, g_3 - 1}{g_1 + 2\, g_3}$ per le due tensioni sovraindicate.

La resistenza r' è naturalmente molto variabile: con mani e piedi asciutti, o su un suolo mediamente isolante, non è inferiore a 5.000 ohm; con mani e piedi umidi e su un suolo bagnato, può scendere a 1.500 ohm e anche meno. I valori di r_1 r_2 r_3 dipendono in gran parte da circostanze accidentali e sono per conseguenza variabili in limiti molto ampi, potendo in alcuni casi avvicinarsi anche a zero; il limite superiore di queste resistenze varia in pratica fra 2.500 e 8.000 ohm per reti a 115/200 V. e fra 10.000 e 32.000 ohm per reti a 230/400 V.

Quindi per es. perchè la corrente attraversante il corpo umano sia minore in una rete con neutro a terra che in una con neutro isolato, nel caso della 1) bisogna che r' sia superiore a valori di 3.900 ÷ 11.000 ohm per reti a 115/200 V, e di 15.000 ÷ 44.000 ohm per reti a 230/400 V. Se invece $g_2 = g_3 \neq 0$, bisogna anzitutto che r_1 sia maggiore di $r_2 = r_3$.

Più importante è l'esame delle condizioni che occorre soddisfare perchè la corrente che attraversa il corpo umano colpito non oltrepassi un certo valore limite, che si ammette in genere a 50 mA di corrente alternata. Nel caso (1) finchè non si abbiano terre accidentali, questo si verifica in generale sempre; ma se si produce una messa a terra accidentale, nel caso più sfavorevole si avrà pericolo appena la resistenza discende sotto 3.300 ohm per reti a 115/200 V. e sotto 7.300 ohm per reti a 230/400 V, cioè praticamente sempre. Nel caso (2), supponendo che le perdite risultino solo dal valore delle tre resistenze di isolamento uguali, bisogna nell'eventualità più pericolosa che l'isolamento di una fase resti superiore a 4800 ohm per reti a 115/200 V e a 11700 ohm per reti a 230/440 V, ciò che sarà quasi sempre il caso.

Ma il pericolo riappare rapidamente quando l'isolamento di una fase che non sia quella a terra è inferiore all'isolamento delle altre; è questo un caso che si produce abbastanza spesso, e va pertanto esaminato con la maggiore attenzione. Si abbia p. es. sulla fase 2 una perdita supplementare R'; limitando sempre a 50 mA la corrente ammissibile nel corpo umano e ammettendo per r_3 valori sufficientemente grandi si arriva facilmente a stabilire per R' con una approssimazione sufficiente le formule semplificate seguenti:

$$(3) \qquad R' \geqq \frac{3300\, r_3}{r_3 - 4800} \ \text{per } 115/200 \text{ V.} \qquad R' \geqq \frac{7300\, r_3}{r_3 - 10900} \ \text{per } 230/400 \text{ V}$$

Come si vede, per valori di r_3 inferiori a limiti intorno a 4800 ohm per 115/200 V e a 11.800 ohm per 230/400 V, la condizione delle (3) non è realizzabile, e cioè il contatto è pericoloso anche se non vi sono perdite supplementari su una delle fasi 2 o 3. Per valori di r_3, uguali o superiori a 4.800 ohm, i valori corrispondenti di R' risultano dalla tabella seguente:

TABELLA I.

r_3 ohm	Valori minimi di R', in ohm per 115/200 V	per 230/400 V
< 4.800	irrealizzabile	irrealizzabile
4.800	2.500.000	»
6.000	14.600	»
7.000	9.600	»
8.000	7.500	»
9.000	6.400	»
10.000	5.800	»
11.000	5.200	2.580.000
15.000	4.700	29.800
20.000	4.300	16.000
30.000	3.900	11.500
40.000	3.700	10.000
∞	3.300	7.300

Perdite supplementari piccolissime (cioè di grande resistenza) su una fase, rendono dunque pericoloso il contatto a terra con una fase di una rete a neutro isolato, ciò che dimostra come sia illusoria in pratica la sicurezza che si crede di poter derivare dall'isolamento del neutro.

Resta da fare più in dettaglio il confronto fra il pericolo offerto da reti con neutro a terra rispettivamente a 115/200 V e a 230/400 V. Per quanto la corrente attraverso il corpo dell'infortunato sia doppia nel secondo caso che nel primo, non si può dire in modo assoluto che il pericolo sia molto più grande in quelle reti che in queste.

A questo proposito, bisogna distinguere tre zone diverse nella serie dei valori possibili di r'. Quando r' è molto al disotto di 2300 ohm, e cioè nel caso di mani umide, piedi nudi o scarpe bagnate e terreno umido, entrambi i tipi di rete sono pericolosi, senza che si possa dire che quelle a 230/400 V sono veramente più pericolose di quelle a 115/200 V. Quando r' è maggiore di 4600 ohm, ciò che si verificherà se mani, scarpe e terreno sono asciutti, o forse anche se le mani sono umide, nessuno dei due tipi di rete sarà pericoloso. Finalmente, per valori intermedi di r', fra 2300 e 4600 ohm, le reti a 115/200 V non sono pericolose e quelle a 230/400 V sì, ma tali valori intermedi in pratica non si verificano che assai raramente o forse mai, perchè la resistenza non varia gradualmente con l'umidità delle mani, dei piedi e del terreno, ma appena questi cominciano ad essere umidi diminuisce bruscamente, per es. da 5000 a 1500 ohm.

Si può quindi concludere che nel caso di neutro a terra le reti a 230/400 V non sono molto più pericolose di quelle a 115/200 V e che per conseguenza le ragioni che hanno condotto ad adottare la messa a terra del neutro nel caso di reti trifasi a stella a tensioni di 115/200 V sono valide anche per le reti a 230/400 V.

***

A conclusioni ben diverse giunge *G. Burin des Roziers*, che nel suo articolo confronta il pericolo per le persone nel caso di reti a corrente alternata a 115/200 V rispettivamente con neutro a terra e isolato.

Ammettendo come limite delle intensità pericolose 25 mA per corrente alternata, l'A. stabilisce un calcolo delle probabilità che la corrente attraversante la vittima sia inferiore a tale limite, confrontando le reti con neutro a terra e quelle con neutro isolato. I risultati del confronto sono riportati nelle figure che danno la variazione della resistenza *r* della vittima in funzione della resistenza *R* d'isolamento della rete, sia con neutro isolato (fig. 1) sia con neutro a terra (fig. 2).

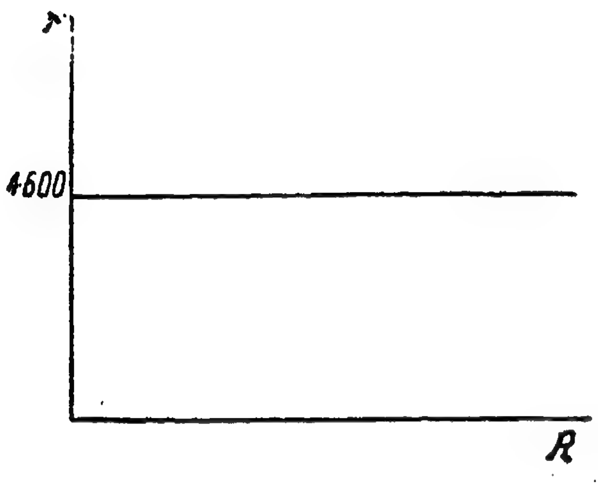


Fig. 1.

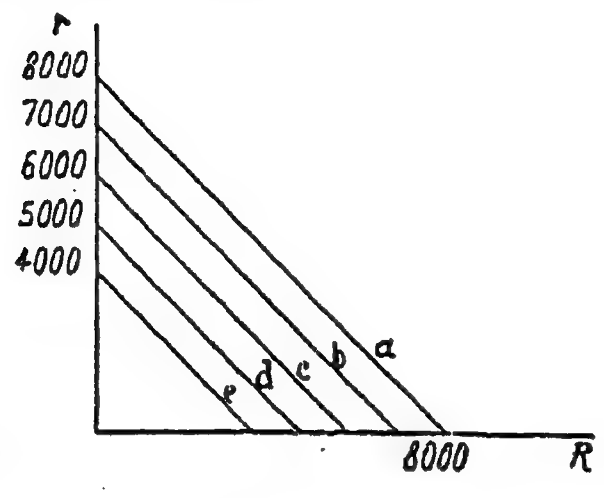


Fig. 2.

Curve delle variazioni della resistenza *r* della vittima in funzione della resistenza *R* d'isolamento della rete, a probabilità di infortunio costanti: 1, neutro isolato; 2, neutro a terra. Probabilità di infortunio: *a*, 0; *b*, 8,3 %; *c*, 32,9 %; *d*, 53,4 %; *e*, 70,2 %.

Secondo l'A., la resistenza di isolamento di una fase per una rete mediocremente isolata, è in media di 30.000 ohm e solo accidentalmente può scendere al disotto di 9.000 ohm; la resistenza *R* è dunque in media, per una rete mediocre, di 10.000 ohm e non scende che raramente sotto i 3.000 ohm. Ciò posto, il confronto dei grafici in fig. 1 e 2 dimostra che, anche per una rete mediocre, l'isolamento del neutro riduce il pericolo per le persone.

Ma ciò che è più importante, dice l'A., nel caso di neutro a terra non è possibile ridurre i rischi di accidenti, mentre si può ridurli a zero nel caso di neutro isolato, ove si riesca mediante una stretta sorveglianza a mantenere l'isolamento della rete sopra un valore minimo di 25.000 ohm per fase. Ciò è possibilissimo in pratica, eventualmente adottando segnali d'allarme o coltelli che entrino automaticamente in funzione quando l'isolamento vada al disotto del limite minimo suddetto.

Nella tabella II è stabilito un confronto fra il numero di casi pericolosi, ossia con intensità di corrente superiore a 25 mA, rispettivamente con neutro isolato e a terra; lo stesso confronto è fatto per il numero di casi che sono probabilmente mortali ossia quando l'intensità della corrente che attraversa il corpo della vittima supera i 50 mA.

TABELLA II.

Probabilità percentuale di casi pericolosi, secondo le condizioni della rete.

Resistenza totale della vittima	Neutro isolato		Neutro a terra	
	Intensità di corrente ≥ 25 m A	Intensità di corrente ≥ 50 m A	Intensità di corrente ≥ 25 m A	Intensità di corrente ≥ 50 m A
			corrente $= \frac{125}{1500} =$ 83mA	
1500 ohm - cattivissimo isolamento della vittima	63	42	100	100
			corrente = 41.5 mA	
3000 ohm - cattivo isolamento	37.5	4.1	100	0
			corrente = 25 mA	
5000 ohm - isolamento normale con tempo umido	8.2	0	100	0
			corrente = 20.7 mA	
6000 ohm	4.1	0	0	0
7000 ohm e più.....	0	0	0	0

La messa a terra del neutro, anche per reti mediocremente isolate, aumenterebbe dunque i pericoli di infortuni. Nello studio riassunto non sono considerati che i casi di accidenti per contatto della vittima con una fase e il terreno, ritenuti i più frequenti. I due tipi di rete sarebbero invece equivalenti dal punto di vista del pericolo nel caso di contatto con due fasi; quando si abbia contatto accidentale fra l'alta e la bassa tensione di un trasformatore, caso del resto abbastanza raro, il pericolo sarebbe considerevole in entrambi i casi.

m. a.

LA VELOCITÀ D'INTERRUZIONE IN RELAZIONE ALLA STABILITÀ DEL SERVIZIO

Electrical World, 15 febbraio 1930 – R. D. EVANS e W. A. LEWIS.

L'articolo vuole indagare l'opportunità o meno di usare interruttori a grande velocità di apertura per assicurare la stabilità del servizio in caso di guasti in un sistema di produzione e trasporto dell'energia.

Per uno studio particolareggiato di un dato sistema occorre prendere in considerazione parecchi fattori e cioè: l'impedenza della potenza sincronizzante e dei carichi; lo schema dei circuiti, la disposizione delle sbarre e degli interruttori; i sistemi di messa a terra e di eccitazione usati; la presenza o meno di avvolgimenti smorzatori sulle macchine; le caratteristiche del carico e il suo valore al momento del guasto; il genere del guasto, l'impedenza relativa ecc., infine le perdite di corto circuito delle macchine.

Naturalmente è impossibile stabilire curve che tengan conto con precisione di tutti questi fattori contemporaneamente, ma per lo scopo prefissosi dagli AA. si possono ottenere risultati sufficientemente approssimati, salvo che in condizioni estreme.

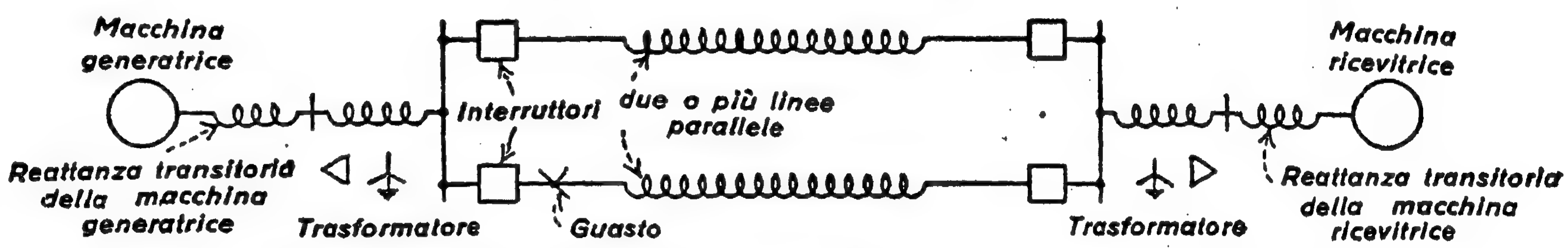


Fig. 1. - Rappresentazione schematica del sistema teorico preso a base dei calcoli.

I calcoli sono stati basati sulle condizioni del sistema rappresentato schematicamente in fig. 1, ossia un sistema simmetrico, con sbarre ad alta tensione ad entrambe le estremità, col neutro dei trasformatori messo sicuramente a terra, con macchine con perdite di corto circuito medie e senza avvolgimenti smorzatori. La frequenza supposta è di 60 periodi; si trascurano la capacitanza della linea e le perdite ohmiche e si suppone che l'eccitazione sia di prontezza e di entità sufficiente per mantenere costante la tensione interna. I guasti sono localizzati nei punti peggiori delle linee ad alta tensione; all'istante del guasto, il carico è del 100 %.

Gli AA. hanno stabilito una serie di curve (figg. 2, 3, 4, 5) che permettono di determinare la durata massima ammissibile di

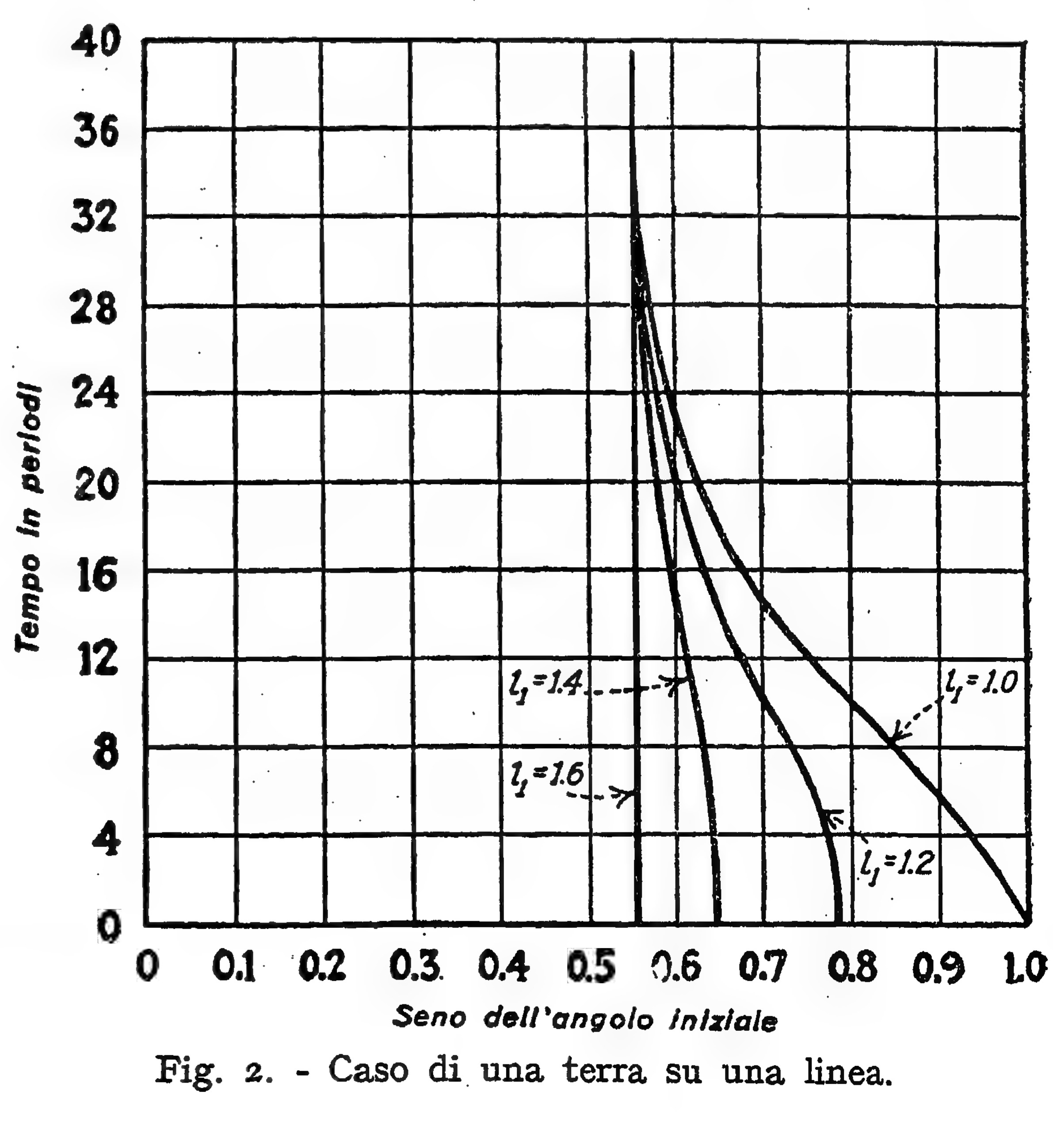


Fig. 2. - Caso di una terra su una linea.

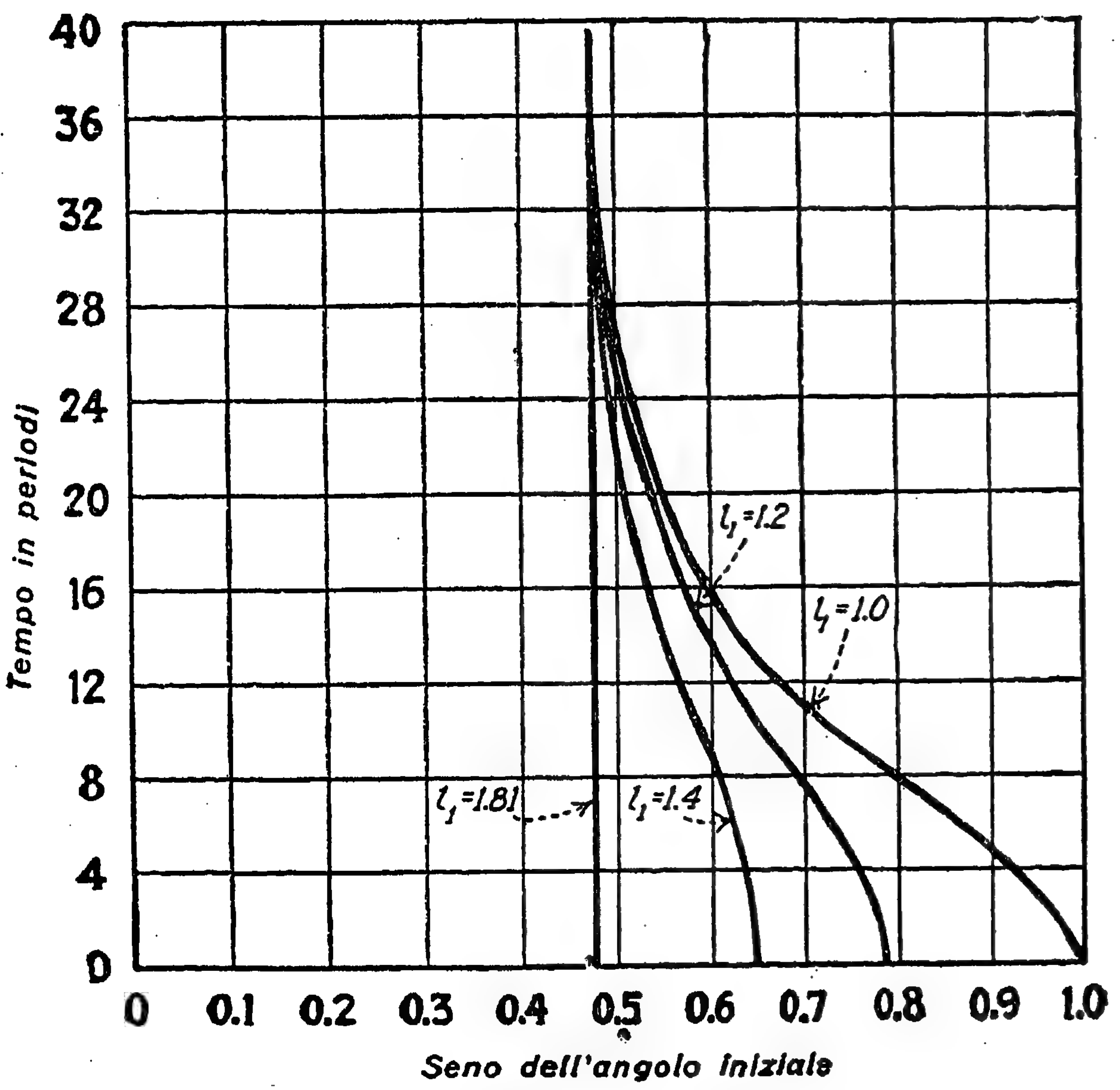


Fig. 3. - Caso di un guasto per contatto fra due linee.

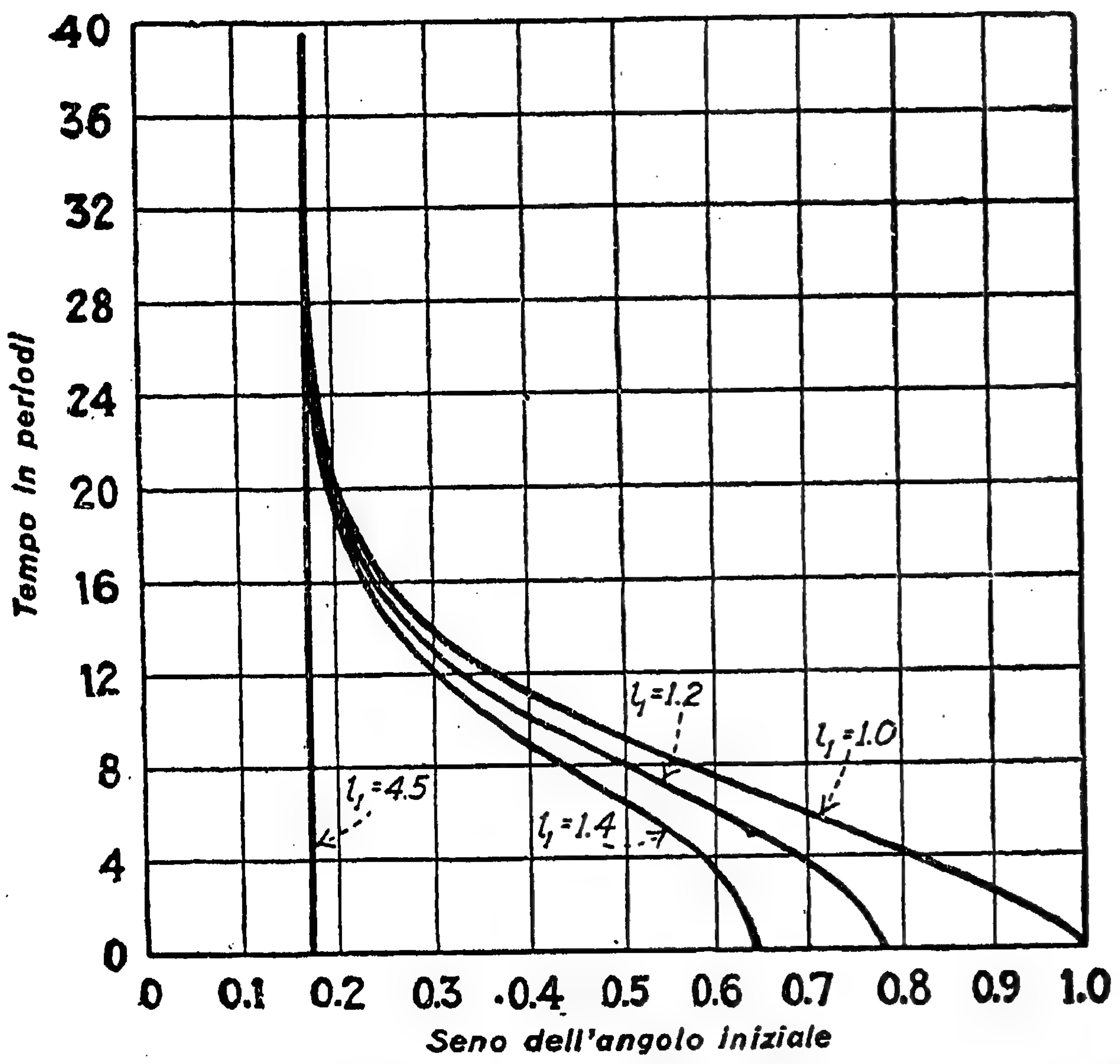


Fig. 4. - Caso di terra su entrambi le linee.

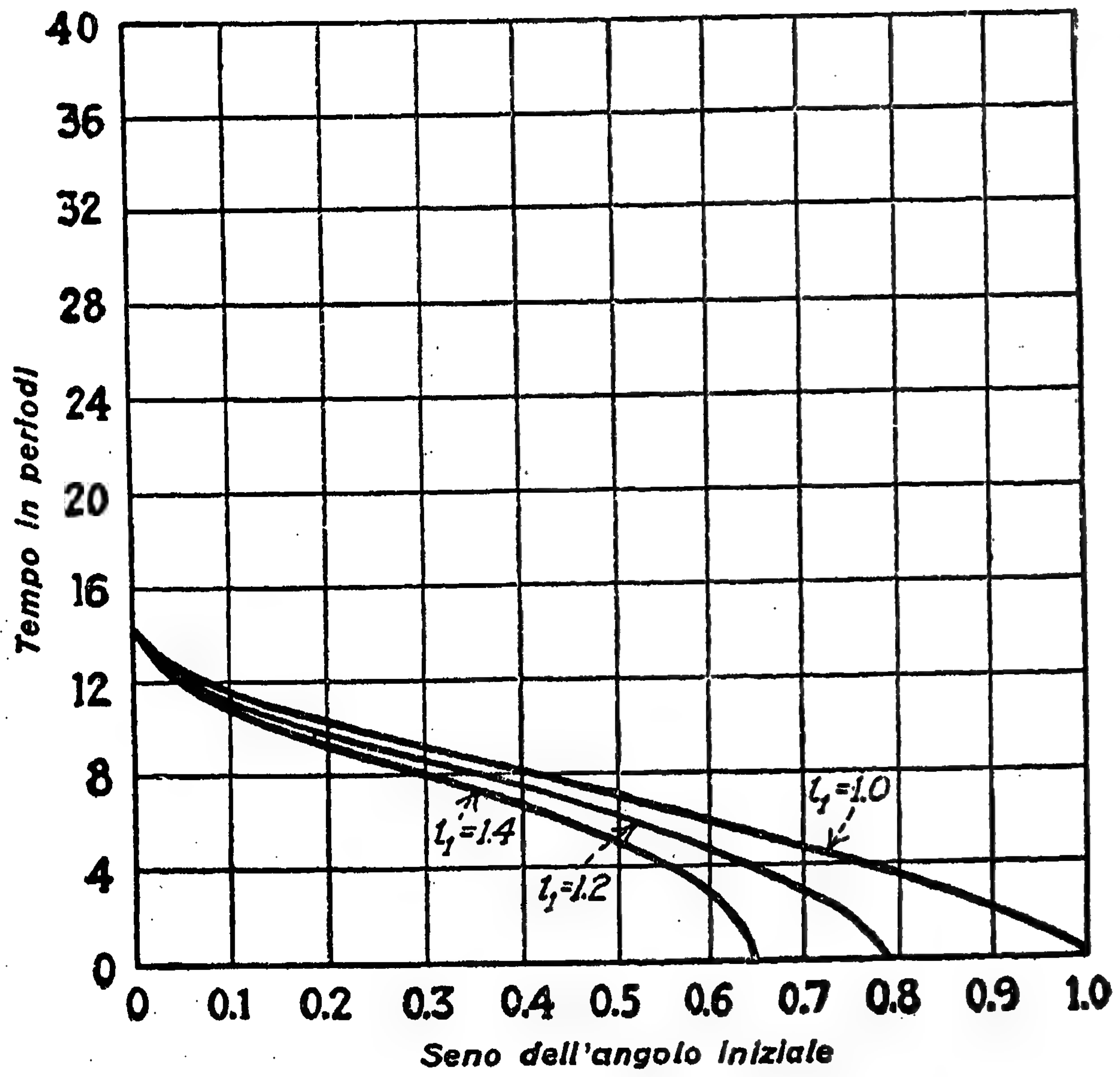


Fig. 5. - Corto circuito trifase.

Figg. 2 a 5. - Durata massima di una sovraintensità compatibile con la stabilità del servizio.

una sovraintensità perchè sia mantenuta la stabilità del servizio e quindi di fissare la velocità d'apertura che devono avere gli interruttori. Esponiamo in breve il procedimento per l'uso di tali curve.

Occorre prima di tutto determinare le reattanze percentuali delle singole macchine generatrici e ricevitrici, riferendole alla potenza apparente totale dei gruppi generatori in servizio al momento del corto circuito. Per esempio, se si ha un sistema con 2 gruppi generatori, uno di 20.000 kVA, l'altro di 30.000 kVA e se al momento del corto circuito la reattanza transitoria del primo era del 40 %, la reattanza del 1° gruppo si valuta a: $40 \times \frac{50.000}{20.000} = 100\ \%$. Se la reattanza transitoria delle macchine generatrici non è nota, si può adottare un valore medio, come indicato nella tabella seguente.

TABELLA I.

Caratteristiche medie delle macchine e sistemi

Tipo	Reattanza transitoria (1) in %	Fattore d'inerzia (2) kW-sec. per kW
Generatori con ruote idrauliche........	30–4	3
Condensatori sincroni	35	1,5 (3)
Turbo-alternatori: a 2 poli	13	—
a 4 e 6 poli	20	8–12
Sistema: medio in confronto ai generatori	30	50
grande	10	—

(1) Valore della reattanza rispetto ai kVA nominali.
(2) Valore dell'inerzia rispetto ai kW nominali, tranne che per il caso della nota (3).
(3) Per kVA

Se il carico supposto non è il pieno carico, la reattanza si determina usando le correnti corrispondenti ma deve ancora essere espressa in %, adoperando come base i kVA di pieno carico.

Col diagramma in fig. 6, che dà in funzione della reattanza l'angolo iniziale corrispondente a servizio stabile, si determina tale angolo per il valore della reattanza sopra indicato. Quindi si stabilisce il rapporto l_1 fra la reattanza che si ha dopo che è stata tolta dal servizio la parte del sistema comprendente il guasto e la reattanza iniziale; per vedere quale è il tratto di linea da staccare per riparare il guasto, ci si riferisce allo schema della fig. 1. Le curve in fig. 3 a 6 danno infine, in base al seno dell'angolo iniziale sopra determinato, il tempo espresso in periodi della frequenza; la curva da adoperare varia secondo il tipo di guasto e secondo il valore di l_1.

I valori rilevati dalle curve si riferiscono a un sistema con la minima inerzia possibile in pratica; negli altri casi, i valori dei tempi devono venire moltiplicati per un *fattore di correzione*. Si deve poi determinare la *costante d'inerzia* della generatrice e della macchina ricevitrice. Se si conosce l'inerzia meccanica totale delle macchine ad un'estremità del sistema, la costante

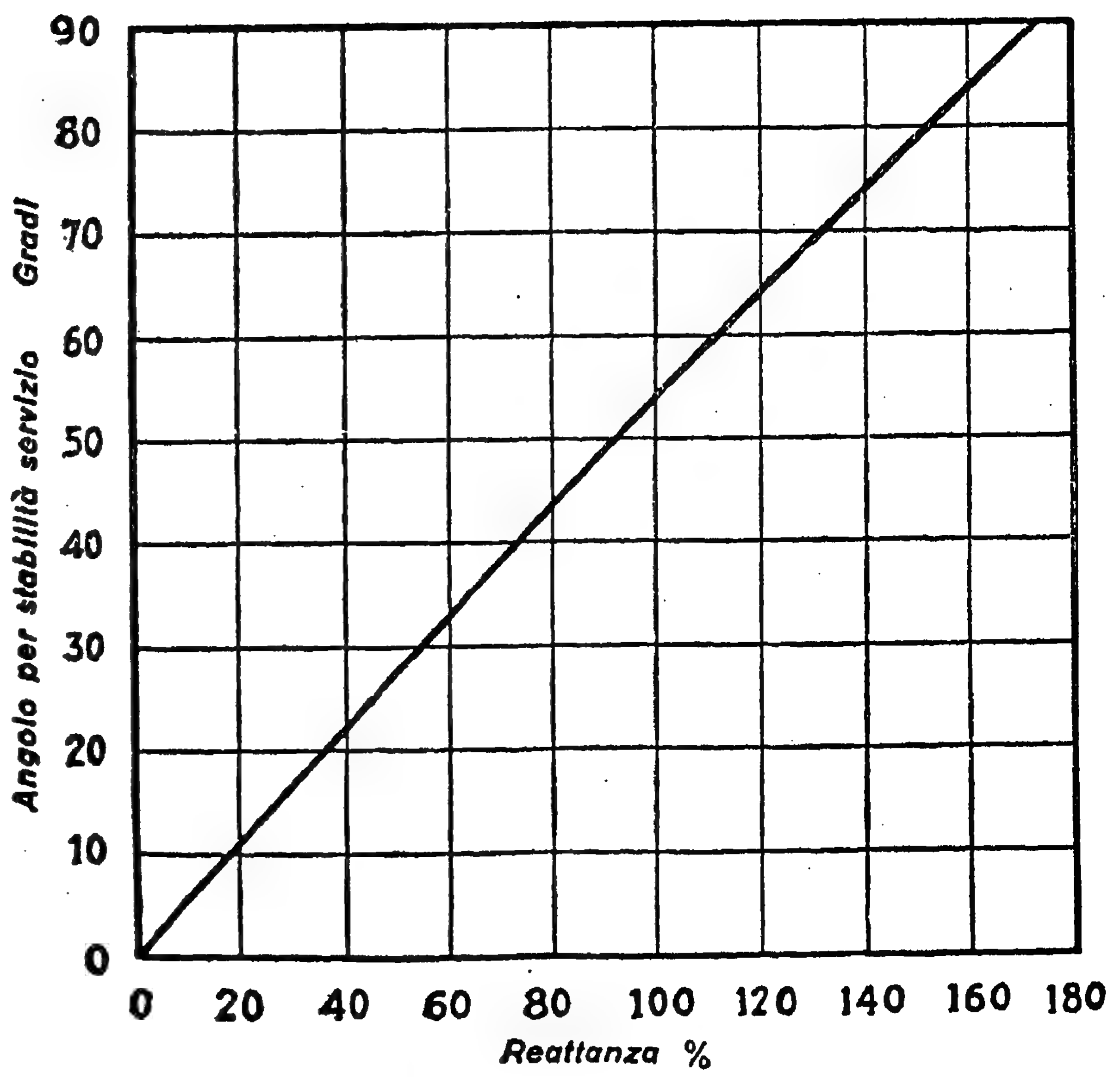


Fig. 6. - Angolo iniziale corrispondente alla continuità del servizio, espresso in funzione della reattanza.

d'inerzia per tale estremità si determina con la seguente formula:

$$e = \frac{2{,}31\ (WR^2)\ (RPM^2) \times 10^{-7}}{\text{Potenza del generatore in kW}} \text{ (in kW-sec. per kW).}$$

Quando invece non sia noto il valore di tale inerzia, si possono prendere i valori medi indicati nella tabella I. Se sono note le costanti d'inerzia sia all'estremità generatrice che a quella ricevitrice, il fattore di correzione k_1 accennato sopra si calcola con la formula

$$k_1 = \sqrt{\frac{e_{gr}}{1{,}5}}$$

essendo $e_{gr} = \frac{1}{\frac{1}{e_g} + \frac{1}{e_r}} = \frac{e_g \times e_r}{e_g + e_r}$; e_g = costante d'inerzia della macchina generatrice; e_r = costante d'inerzia della ricevitrice.

Siccome le curve in fig. 3 a 6 si riferiscono alla frequenza 60, se la frequenza del sistema è diversa bisogna moltiplicare il risultato ottenuto per la radice quadrata del rapporto fra la nuova frequenza e 60. Se il carico al momento del corto circuito non è 100 per cento, i risultati vanno divisi per la radice quadrata del carico percentuale, espresso come un numero decimale.

Altre correzioni sono da introdurre secondo le particolari caratteristiche del sistema. Naturalmente, tanto più il sistema elettrico reale differisce da quello teorico presupposto e tanto più numerosi sono i coefficienti di correzione arbitrari da introdurre, tanto maggiore riesce l'errore. Per sistemi con caratteristiche medie i risultati sono però soddisfacenti.

In quanto sopra, si è supposto tacitamente che i due o più interruttori si aprissero simultaneamente. In pratica però, quando il guasto è vicino a uno degli interruttori, l'apertura dell'uno è susseguente a quella dell'altro, e quindi il tempo d'apertura deve essere metà della durata ammissibile del guasto. Tuttavia se la reattanza totale della linea è grande, gli effetti del guasto son grandemente ridotti e si può permettere che questo abbia una durata più lunga, per es. 50 % in più del valore indicato dalle curve, con conseguente aumento del tempo d'apertura.

Per angoli normali, si può raggiungere un aumento notevole della potenzialità di un dato sistema di trasmissione, pur mantenendo la stessa stabilità, se i guasti sono rimossi più rapidamente. La potenza trasmessa è proporzionale al seno dell'angolo di esercizio; così che, se il servizio è fatto con un certo angolo e con una certa potenza trasmessa e un aumento nelle velocità degli interruttori e dei relais permette un aumento dell'angolo, la potenza trasmessa aumenta secondo il rapporto fra il seno del nuovo angolo e del vecchio. Questo naturalmente solo quando il sistema resta invariato.

Concludendo, gli AA. rilevano che l'adozione di interruttori ad alta velocità di rottura tende a ridurre i guasti a semplici operazioni di apertura dei circuiti, e offrono pertanto notevoli possibilità di miglioramento del servizio nel caso di guasti, costituendo nel tempo stesso il mezzo forse più economico a questo scopo. I recenti progressi della tecnica americana in materia hanno d'altronde messo a disposizione degli esercenti interruttori e relais con le volute caratteristiche.

m. a.

---

f)

IL BERILLIO

La Metallurgia Italiana, febbraio 1930. – M. ROSSINI.

L'A. riassume quanto è stato pubblicato fino ad oggi dall'« Istituto di ricerche del Berillio » fondato dalla Siemens a Berlino nel 1923, sulla produzione industriale e sulle applicazioni più importanti del berillio. Questo elemento che prima era ricavato in piccolissime quantità con metodi costosi da laboratorio, oggi si produce in quantità notevoli in Germania e negli Stati Uniti ed il suo costo che pochi anni fa ammontava a circa lire 1000 al grammo, oggi è sceso a lire 5 e potrà essere facilmente ribassato ancora con un aumento della richiesta e della produzione.

Il minerale più importante dal quale si ricava il berillio è un silicato doppio di alluminio e berillio, detto *berillo*, che contiene però solo il 5% di berillio; di questo minerale si hanno giacimenti in Italia in provincia di Torino, nella Val Vigezzo, nell'Isola d'Elba, nell'Alto Adige, ecc.; ve ne sono sparsi anche in diversi paesi dell'Europa, nella Russia, nella Germania, nell'Austria, nella Cecoslovacchia, nella Francia, nell'Inghilterra e nella Spagna, e non ne mancano nell'America del Nord e in quella del Sud.

Le prime estrazioni di berillio sono state fatte dal Wölher (1828) che fece agire il potassio metallico sul cloruro di *Be* in crogiuolo chiuso; altri in seguito ridussero i fluoruri doppi di *Be* e *K* o di *Be* e *Na*, ottenendo piccolissime quantità di *Be* impuro; venne poi il Grätzel che per primo applicò l'elettrolisi ad un miscuglio fuso di sali, lo seguirono Meyer, Hopkins

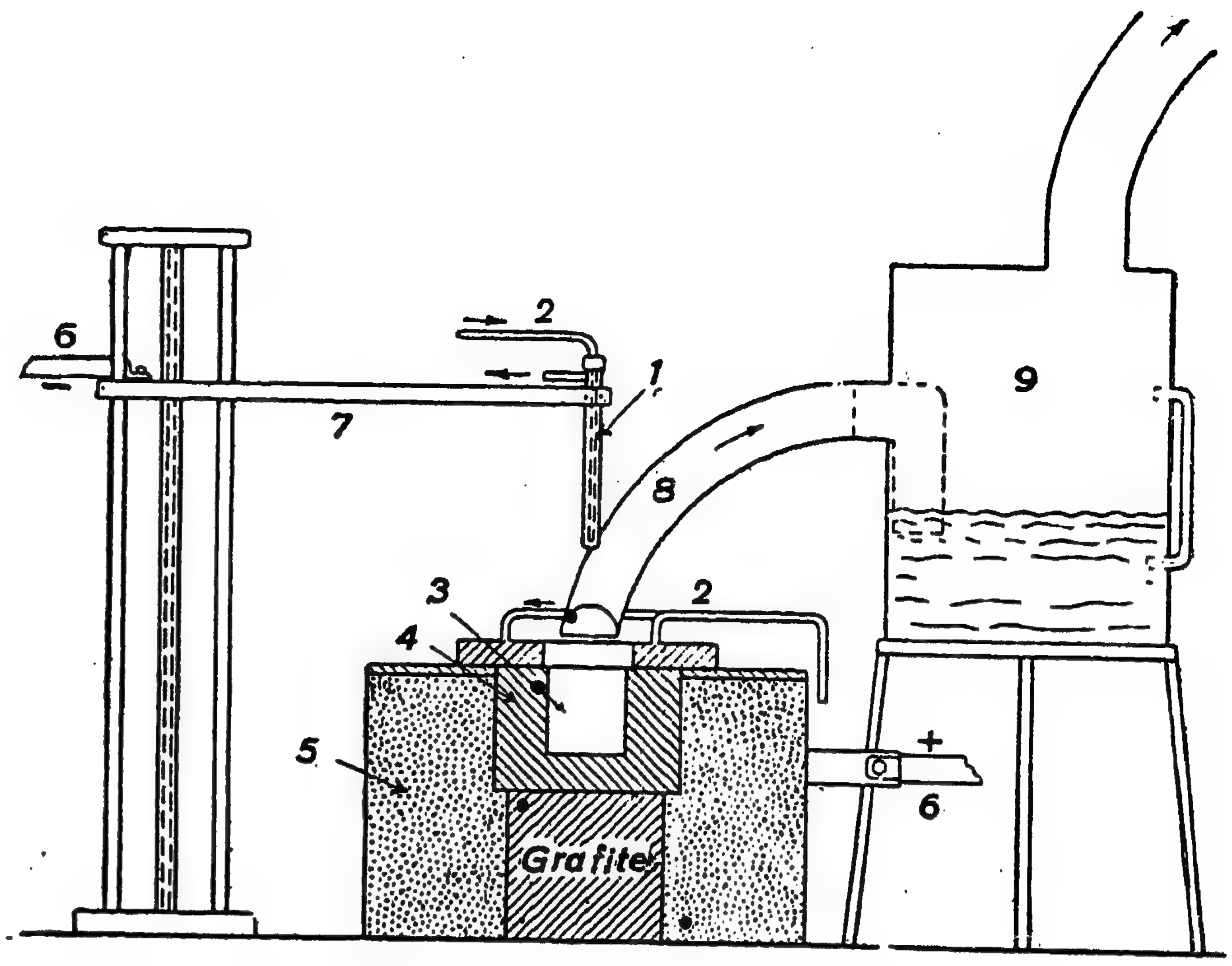


Fig. 1. - Schema di un impianto moderno per la estrazione del *berillio*.

1 = Catodo; 2 = tubazioni acqua di raffreddamento; 3 = elettrolita; 4 = crogiolo di grafite (anodo); 5 = polvere di carbone; 6 = collegamenti elettrici; 7 = sostegno mobile del catodo; 8 = tubo di aspirazione: 9 = torre di lavaggio.

e Vivian ed infine nel 1921 si ebbe il metodo Stock-Goldschmidt, che operava ad una temperatura di 1300° in presenza di un fluoruro alcalino-terroso e di uno alcalino ed otteneva del berillio puro al 99%, con una resa della corrente dell'80%. Industrialmente però neanche questo metodo andava bene, perchè i fluoruri doppi erano costosi e impedivano una estrazione completa del *Be*. Le ricerche vennero continuate dall'« Istituto di ricerche del berillio » di Berlino, che trovò il modo di utilizzare gli elementi che nell'elettrolisi si perdevano allo stato gassoso e di riutilizzare il fluoro, modificò il crogiuolo aumentandone la durata da 4 ore a 240 ore e ridusse il consumo dell'energia a 100 kWh/Kg. La fig. 1 e la fig. 2 che qui riportiamo dànno un'idea dell'ultimo tipo di impianto; per metterlo in funzione si comincia a riscaldare il crogiuolo dopo averlo riempito di coke, introducendovi un elettrodo di grafite e facendovi quindi passare corrente. Quando si è raggiunto il calor rosso si vuota il crogiuolo e lo si riempie di un miscuglio di ossifluoruro di *Be* e di fluoruro di *Na*, si introduce l'elettrodo di ferro, si fa passare corrente e si aggiunge poi un po' alla volta del fluoruro di *Ba* e dell'ossifluoruro di *Be*, fino a raggiungere la temperatura di 1400° C; a questo punto si sostituisce il catodo con uno nuovo e si inizia l'elettrolisi vera, che dura da 18 a 48 ore, fino a che si è formato un buon deposito di berillio sul catodo.



Fig. 2. - Vista di un impianto per l'estrazione del *berillio*.

Durante l'elettrolisi si ripetono le aggiunte di ossifluoruro di *Be* e di fluoruro di *Ba* in misura opportuna per compensare le perdite di fluoro o le parti di *Be* che si sono separate. Il berillio è così ottenuto in pani di Kg (1,1 ÷ 1,5), con una purezza di circa il 99%; la perdita di metallo è di circa il 10%, la resa della corrente del (75 ÷ 80) % ed il consumo di energia, come già detto, di kWh 100/Kg. Una maggiore purificazione non è necessaria per il *Be*, perchè nella maggior parte de' casi esso viene utilizzato nella formazione di leghe e in queste entra soltanto per l'(1 ÷ 2) %; anzi, talvolta, si preferisce ricavarlo direttamente in una lega ricca di altro metallo, rame, ferro, nickel, piuttosto che come metallo puro, anche perchè il punto di fusione di queste leghe è più basso e l'elettrolisi può di conseguenza svolgersi a temperatura meno elevata; ma sopratutto è vantaggioso questo procedimento perchè nella preparazione delle leghe si evita l'ossidazione del *Be*.

La preparazione dell'ossifluoruro di *Be* avviene, presso la Siemens, nel modo seguente: il *berillo* viene mescolato con fluosilicato di *Na* e riscaldato a 650° C per diverse ore in un forno a muffola; il prodotto viene quindi macinato finemente e lavato con acqua fredda; si scioglie così il fluoruro doppio di *Be* e di *Na*, mentre il fluoruro di alluminio e quello doppio di *Al* e *Na*, la silice, ecc. restano indisciolti. Separato il fluoruro doppio di *Be* e *Na*, si tratta il liquido con idrato di calcio e si ottiene idrato di *Be*, che trattato infine con acido fluoridrico dà fluoruro di *Be*; il fluoruro di *Be* impuro si scioglie successivamente in ugual peso di acqua, le impurità restano indisciolte e la soluzione filtrata si fa evaporare; il prodotto che così si ottiene è ossifluoruro bianco di *Be* puro, che viene impiegato per l'estrazione del metallo.

Delle caratteristiche fisiche e chimiche del berillio richiameremo qui le più interessanti: numero atomico 4, peso atomico 9.018, volume atomico 4,94 secondo alcuni e 5,6 secondo altri, peso specifico 1,85, punto di fusione 1280° C, calore specifico 0,4 (superiore a quello degli altri elementi), durezza 6 ÷ 7 della scala di Moos, coefficiente di dilatazione $16,8 \times 10^{-6}$, minore di quello dell'alluminio, ma vicino a quello dell'acciaio, resistenza elettrica specifica (misurata a 20° su un campione lungo 1 metro e della sezione di 1 mm^2) 0,1847 Ohm, conduttività in un sol verso per tensioni fino a 120 V. Aggiungansi poi le seguenti proprietà, grande ossidabilità, per cui viene usato come disossidante per il rame sopratutto ed anche per l'oro, l'argento, lo stagno, ecc. quando sono nello stato di cloruri; facile unione con metalli a cui conferisce particolare durezza (fa eccezione il mercurio, col quale non si scioglie); resistente agli alcali più dell'alluminio (intaccato però dagli alcali caustici); solubile in acido cloridrico e solforico con sviluppo di idrogeno e in acido nitrico a caldo e da alcuni acidi organici soltanto intaccato.

Veniamo ora alle applicazioni pratiche del berillio.

Abbiamo già detto che il berillio è disossidante e per questo viene usato sopratutto per i getti di rame. La sua azione, superiore a quella del fosforo, dell'alluminio, ecc., è rivelata da questi risultati: 0,02 % di fosforo dànno al rame una conducibilità di 44, 0,01 % di *Be* dànno una conducibilità di 53 e (0,02 ÷ 0,03) % di *Be* possono darne una di 56. Dato che il rame in lega col *Be* diventa più conducibile, si possono ridurre le sezioni de' conduttori: si sono realizzate così economie fino al 20 % nel rame, economie che hanno giustificato completamente l'uso del *Be*.

Il berillio aggiunto a' metalli conferisce loro maggiore resistenza e ne migliora le caratteristiche meccaniche: per es. il 2,5% di *Be* nel rame, dà a questo una resistenza cinque volte più elevata ed una durezza sei volte maggiore; il 2,5% di *Be* rende il bronzo paragonabile al migliore acciaio per molle (la resistenza alla trazione aumenta a ca. 135 Kg, mm^2) e ne aumenta notevolmente la *resistenza alla fatica*, cioè i fenomeni di «*stanchezza*» appaiono più tardi che negli altri bronzi e negli acciai. Una molla a spirale di bronzo al berillio ha resistito a 3 milioni di flessioni senza alterarsi, mentre le molle d'acciaio difficilmente raggiungono i 2 milioni di flessioni; una molla a balestra di bronzo al berillio ha resistito a 16 milioni di flessioni senza aver rotture, mentre una simile molla di bronzo fosforoso raggiunge eccezionalmente 1 milione di flessioni.

La fusione delle leghe *Be-Cu* si fa negli ordinari forni per bronzi e specialmente in quelli ad induzione ad alta frequenza: ricorrendo ad una lega di *Be* non molto ricca, la perdita in *Be* è elevata (5 ÷ 10) %; con l'uso di leghe ricche (80% di *Be*) si evita l'impiego dei cloruri e la fusione avviene a temperatura più bassa, con una perdita in *Be* ridotta all'(1 ÷ 2) %. Oltre a questa importante categoria di leghe *Be-Cu* se ne sono studiate altre, tra cui la *Be-Ni* che ha raggiunto una durezza di (500 ÷ 600) Kg, mm^2 col (2,5 ÷ 3) % di *Be*, le leghe ternarie *Cu-Be-Su*, *Cu-Be-Zu*, *Cu-Be-Al* che hanno migliorato tutte le loro caratteristiche meccaniche coll'aggiunta di *Be* e infine le leghe *Fe-Cr-Ni-Be* che si ritengono specialmente adatte per resistere insieme alla corrosione chimica, meccanica e termica, adatte perciò per valvole nell'industria chimica, per supporti e per altre parti di strumenti di precisione, per calibri, ecc. Di poca importanza è la lega *Be-Al*, componendosi meglio coll'alluminio tanto il *Mg* che il *Si* per formare le leghe dure di alluminio.

Concludendo il berillio introdotto in alcune leghe metalliche ne ha migliorato le caratteristiche meccaniche e queste leghe, se pure apparse sul mercato da poco tempo, hanno già dimostrato nella pratica i benefici effetti del *Be*. La Società che in Europa si è curata della estrazione del *Be* a scopo industriale, oggi se ne serve sovratutto:

1) per la disossidazione del rame nei getti;

2) per la produzione di leghe per molle (per contatti, per spazzole, per collettori di motori a grande velocità, per valvole, ecc.);

3) per la produzione di bronzo all'(1 ÷ 2) % di *Be* per cuscinetti, perchè non consuma l'albero e dura sei volte di più del cuscinetto in bronzo allo stagno.

A questi risultati hanno già rivolto la loro attenzione le ferrovie tedesche, le quali hanno da tempo applicato le nuove leghe per le molle di contatto alle spazzole de' motori delle locomotrici.

f. f.

Pubblicazioni

DI TUTTE LE PUBBLICAZIONI INVIATE ALLA RIVISTA IN DOPPIO ESEMPLARE VERRÀ FATTO UN CENNO BIBLIOGRAFICO.

OSTWALD-LUTHER: *Misure chimico-fisiche - Teoria e pratica* Prima traduzione italiana a cura del *Dott. R. Stratta* sulla IV edizione tedesca interamente rifatta da *C. Drucker*. - (Ulrico Hoepli Milano 1930 - L. 68).

La tecnica delle misure è una delle arti più delicate e difficili specialmente nel campo della chimica e della fisica, dove il più delle volte si ha da fare con grandezze estremamente piccole.

Eppure anche in questo campo l'ingegno umano ha raggiunto una precisione che ha dell'incredibile. Però ciò che è più ammirevole è che a tali risultati si sia pervenuti basandosi su poche leggi fondamentali note a tutti i tecnici: se con un punto d partenza così elementare si è arrivati a una notevole perfezione nei più svariati campi di misura, lo si deve all'eccezionale abilità degli scienziati che hanno saputo con mille ingegnosi accorgimenti e mirabili espedienti supplire alle poche risorse disponibili.

Un'accurata e organica esposizione dei principi e degli innumerevoli apparecchi che in base ad essi sono stati escogitati per le più svariate misure nel campo chimico-fisico è raccolta nel volume di Ostwald-Luther rifatto dal Drucker e che ora appare nella prima edizione italiana per opera del dott. Stratta.

L'opera non si limita però ad una semplice descrizione degli apparecchi, ma ad ogni grandezza che interessa la fisica e la chimica è stato dedicato un capitolo nel quale sono sviluppati i principî sui quali si basa la misura, sono descritti gli strumenti e i metodi e sono indicate tutte le cautele e precauzioni da seguirsi nell'esecuzione e che spesso costituiscono la vera base del successo. Il primo capitolo inoltre è opportunamente dedicato alla parte matematica, con particolare riguardo al calcolo delle medie e alla teoria degli errori.

Il volume di 676 pagine è illustrato da 564 figure, ed è corredato di utili indici alfabetici.

Da questi brevi cenni appare come possa riuscire utile il volume a quanti si avviano alla vita di laboratorio, e come abbiano fatto opera opportuna Traduttore ed Editore sobbarcandosi alla non lieve impresa, a vantaggio degli studiosi italiani.

* * *

AVV. PROF. E. NOSEDA: *Nuovo codice dell'ingegnere civile - industriale - elettrotecnico - ferroviario - navale*. - Supplemento per il quinquennio 1929 (Manuali Hoepli, Milano 1930 - L. 38 .

L'intensa attività legislativa italiana degli ultimi cinque anni ha consigliato S. E. l'avv. prof. E. Noseda di far seguire al suo noto *Codice dell'ingegnere* un supplemento nel quale sono raccolte le Leggi, i Regolamenti e le Circolari pubblicate in materia dal 1° gennaio 1925 al 31 dicembre 1929.

Non è il caso di insistere sul vantaggio che presenta, per l'ingegnere che si occupa di costruzioni e di impianti, una raccolta legislativa tecnica, di facile consultazione, che permette di evitare lunghe e fastidiose ricerche. I nostri lettori che sono anche Soci dell'«Unfiel» e ricevono pertanto la «Collezione

Legislativa », (che però ha uno scopo specifico alquanto diverso) sanno quanta sia l'utilità di una raccolta del genere. La forma a opuscoli staccati scelta dalla « Unfiel » facilita naturalmente il continuo aggiornamento, mentre invece con la pubblicazione in volume ciò non si può fare che periodicamente.

Il volume del prof. Noseda, densissimo ma nitido, è di pronta consultazione, essendo corredato di un indice analitico-alfabetico coi necessari riferimenti e di un indice cronologico. Molta della materia in esso contenuta presenta un interesse specifico per l'ingegnere elettrotecnico.

***

RAFFAELE CORMIO: *Il pulviscolo nei rapporti delle malattie professionali.* (Estratto da « La tecnica del Lavoro », Milano, Arti Grafiche Stefano Pinelli 1930).

La monografia non ha pretese scientifiche: è un opuscolo di volgarizzazione e di propaganda popolare scritto in forma piana e chiara senza per questo nulla sacrificare della precisione delle cognizioni scientifiche illustrate. Il lavoro mira a istruire il popolo delle insidie che racchiude la polvere, veicolo di tutte le più pericolose infezioni e malattie: tubercolosi in prima linea. Dimostrata l'esistenza di migliaia e migliaia di germi in ogni metro cubo dell'aria che respiriamo nelle strade, nelle officine, nelle caserme, nelle case, l'Autore passa a esaminare i mezzi più adatti per combatterli, per eliminarli: getti d'acqua, aspiratori, segatura umida, aspirapolvere per case e uffici, ecc. ma sopratutto un'opportuna scelta del personale addetto alla pulizia: questo non deve esser scelto tra le persone più rozze, più ignoranti, ma fra quelle che più denotano cura della propria persona, rispetto pei propri compagni.

L'Autore termina coll'augurio che i dirigenti di officina e di aziende industriali si occupino un po' di più dell'igiene del lavoro e della pulizia degli ambienti, problemi finora nella maggior parte dei casi trascurati o erroneamente valutati.

NOTIZIARIO

a) COMITATO AUTONOMO PER L'ESAME DELLE INVENZIONI

Il 24 marzo in Milano, nei locali dell'Associazione Nazionale per la Prevenzione degli Infortuni sul Lavoro, si è riunito in seduta plenaria il Comitato Autonomo per l'Esame delle Invenzioni, che nell'attuale sua forma svolge la sua opera d'accordo con la Confederazione Generale Fascista della Industria Italiana. Erano presenti il Presidente On. Ing. Paolo Bignami, i Vicepresidenti On. Prof. Bruni e Comand. Jarach, i Membri Comm. Luigi Brioschi, Comm. Edoardo Colli, Dott. De Ponti, Ing. Italo Locatelli, Prof. Lo Presti, Ing. Massarelli, Conte Ing. Monacelli Lattanzi, Ing. Tarlarini, Ing. Vanzetti e il Segretario Prof. Coppadoro.

Prima di iniziare i lavori il Comitato decise di inviare un telegramma di felicitazioni a Gugliemo Marconi.

Il Presidente riassunse quindi il lavoro compiuto dal Comitato nell'anno 1929, e che si estese all'esame di ben 291 proposte di invenzione, di cui 103 pervenutegli dal Consiglio Nazionale delle Ricerche.

Tali invenzioni possono così essere raggruppate per categoria: Motori termici n.° 44; Termotecnica 13; Aeronautica 17; Agraria e macchine agricole 6; Macchine tipografiche 1; Macchine tessili 3; Macchine diverse 8; Meccanica generale 18; Elettrotecnica 23; Telegrafi e telefoni 4; Ferrovie e tram 19; Automobili e cicli 30; Materiali e costruzioni navali 24; Materiale da costruzione e costruzioni civili 7; Materiale stradale 2; Idraulica 3; Miniere e minerali 1; Ottica 4; Chimica 1; Arte militare e materiale bellico 2; Utilizzazione dei moti del mare e delle maree 10; Piccoli oggetti e varie 25; Moto perpetuo 21. Totale n.° 291.

Fino al 31 dicembre 1929 le proposte esaminate dal Comitato dalla sua fondazione (settembre 1924) raggiunsero in totale il numero di 647.

Di queste invenzioni quelle giudicate favorevolmente vennero, d'accordo cogli inventori stessi, segnalate alle singole industrie interessate, e di alcune venne inviata descrizione alla stampa tecnica.

Il Comitato passò quindi alla nomina della Commissione che dovrà proporre l'assegnazione del premio di L. 10.000 offerto dalla Federazione Nazionale Fascista dell'Industria Meccanica e Metallurgica e da assegnare, a giudizio insindacabile del Comitato, a quell'inventore di nazionalità italiana che entro il 1929 abbia inviato in esame al Comitato stesso una sua invenzione interessante le industrie meccaniche o metallurgiche, rimarchevole per la novità e genialità dell'idea e per l'utilità dell'applicazione, e che sia più delle altre meritevole di particolare segnalazione.

Su relazione dell'On. Prof. Bruni, e in seguito ad approfondita discussione, il Comitato ha poi approvato ad unanimità un voto perchè presso la Società delle Nazioni venga iniziato l'esame della possibilità di arrivare alla istituzione di un brevetto internazionale, in vista dei gravissimi ostacoli creati agli inventori dalla molteplicità delle legislazioni dei diversi stati.

Il Comitato passò infine all'esame di alcune delle invenzioni presentate, deliberando anche qualche sussidio ad inventori limitatamente alle proprie modeste disponibilità.

COSTRUZIONE DELLA DIGA DEL « DIABLO » NELLO STATO DI WASHINGTON (b

Sul fiume Skagit, a 160 Km circa (verso N-E) da Seattle (Washington) sono stati iniziati i lavori di fondazione della diga ad arco del « Diablo » la quale avrà un'altezza di 130 m. Prima di cominciare gli scavi si è provveduto all' isolamento della zona interessata dalle fondazioni creando a monte e a valle della stretta di sbarramento due specie di schermi impermeabili mediante iniezioni di cemento sotto pressione attraverso il greto del fiume. Si escluse l'adozione delle palan cole di acciaio perchè la presenza di grossi blocchi di pietrame nella coltre alluvionale del greto, ne impediva in modo assoluto l'affondamento. Le predette iniezioni sono state eseguite attraverso fori del diametro di 15 cm circa, distanti l'uno dall'altro m 2,70 e spinti sino a 15 m di profondità; per formare delle pareti di sufficiente spessore si sono disposti i fori su due file per ogni diaframma, distanti l'una dall'altra m. 7,50 circa.

La tenuta di questi muri di guardia si è mostrata, all'atto pratico, abbastanza soddisfacente, non essendosi riscontrate che pochissime deficienze in corrispondenza dei più grossi massi frammisti al materiale alluvionale attraversato.

GLI IMPIANTI IDROELETTRICI ATTUALMENTE IN COSTRUZIONE IN FRANCIA (c

Nel fascicolo di marzo del « Bulletin mensuel de la Chambre syndacale des Forces hydrauliques » è riportato un elenco degli impianti idroelettrici che si trovano attualmente in costruzione nella Francia. Si tratta, in tutto, di 33 centrali, per una potenza complessiva di 427.720 kW e di tre serbatoi della capacità totale di 164 mil. di mc. Le centrali più importanti sono quelle di *Kembs*, sul Reno (80.000 kW), di *Brommat* sulla Truyère (60.000 kW), di *Laval de Cère*, sulla Cère, dipartimento di Cantal (25.000 kW) e di *Pizançon* sull'Isère (19.000 kW) Dell'impianto di Kembs si è già parlato diffusamente su questa Rivista, nel fascicolo di febbraio del corrente anno (pag. 165).

L'impianto di Pizançon, è previsto per una potenza installata definitiva di 58.000 HP da ripartirsi fra quattro gruppi da 14.500 HP ciascuno; in un primo tempo, però, verranno installati due gruppi soltanto.

Fra i serbatoi, il più notevole è quello di *Sautet* sul torrente *Drac*, il quale avrà una capacità utile di 100 mil. di mc. Pure importante è quello di *Chambon* sulla *Romanche* (Isère) che potrà invasare 54 mil. di mc.

SEN. PROF. O. M. CORBINO, *Direttore*

ARTI GRAFICHE E. CALAMANDREI & C. - MILANO
Fotoincisioni della « ZINCOGRAFICA » - MILANO

ETTORE CESARI, *Redattore-Capo Responsabile.*

MILANO
1930 - Anno VIII

Fascicolo V
Volume VII

L'Energia Elettrica

UFFICIALE PER GLI ATTI DELL'UNIONE NAZIONALE FASCISTA INDUSTRIE ELETTRICHE (UNFIEL)
E DELLA FEDERAZIONE NAZIONALE FASCISTA DEI GRUPPI REGIONALI IMPRESE ELETTRICHE (FENAGRIEL)

Direttore: SENATORE PROF. O. M. CORBINO

SOMMARIO del N. 5 del 1930

(da pag. 375 a pag. 472)

MILANO
Maggio 1930 - Anno VIII

Fascicolo V
Volume VII

L'Energia Elettrica

UFFICIALE PER GLI ATTI DELL'UNIONE NAZIONALE FASCISTA INDUSTRIE ELETTRICHE (UNFIEL)
E DELLA FEDERAZIONE NAZIONALE FASCISTA GRUPPI REGIONALI IMPRESE ELETTRICHE (FENAGRIEL)
Direttore: SENATORE PROF. O. M. CORBINO

IL SECONDO CONGRESSO dell'Unione Nazionale Fascista Industrie Elettriche (UNFIEL)

Roma, 29 Maggio-1 Giugno 1930-VIII

Questo numero della Rivista L'Energia Elettrica *è interamente dedicato al Congresso che sotto il Patronato di S. E. il Capo del Governo, si svolgerà in Roma dal 29 maggio al 1º giugno. È questa la seconda volta che l'industria elettrica italiana, e particolarmente quella di iniziativa privata, raccoglie a convegno i suoi capi, i suoi dirigenti e i suoi tecnici per discutere alcuni fra i temi che più interessano la nostra attività economica ed il Paese.*

Quest'anno fra i molti argomenti possibili la UNFIEL ha voluto proporre ai Soci l'esame e la discussione di un gruppo di fatti e di idee che, spaziando anche fuori dal campo relativamente ristretto dell'industria elettrica, può interessare ed interessa effettivamente la nazione intera.

In questo modo le relazioni che pubblichiamo acquistano tutte insieme una fisionomia unitaria, in quanto si sono proposte lo scopo di illuminare, il più intensamente possibile, il problema della quantità di energia di cui ancora può disporre il Paese e dello sviluppo futuro degli impianti possibili per utilizzarla.



Un'indagine espressamente eseguita e minuziosa è valsa, nella deficienza ancora grande di statistiche precise, a darci un'idea approssimata almeno, della quantità totale di forze idrauliche di cui disponiamo.

Parallelamente a questa si è condotta un'analoga indagine sui combustibili fossili di cui il Paese è dotato. Sono stati studiati da altri valentissimi relatori, lo stato attuale ed i progressi probabili delle grandi centrali a vapore, dei motori Diesel, degli impianti idraulici. Infine si sono esaminati i costi degli impianti di distribuzione e del servizio tanto in città quanto in campagna tanto per l'industria quanto per l'agricoltura e le famiglie; infine c'è anche uno studio di legislazione comparata.

I lettori giudicheranno se lo scopo che la UNFIEL si proponeva sia stato raggiunto. Noi siamo sicuri che il loro giudizio aggiungerà valore e conferma alla nostra persuasione, che cioè i lavori svolti dai relatori contribuiscano efficacemente a chiarire le idee ed a fissarle fuori del campo delle parole in cifre degne di meditazione.

ING. PIERO MARINONI
DELLA SOC. GEN. IT. « EDISON » DI ELETTRICITÀ

ING. ANGELO TESTA
DELLA UNIONE NAZIONALE FASCISTA INDUSTRIE ELETTRICHE (UNFIEL

Sulla probabile quantità di energia idroelettrica ritraibile dai bacini italiani

La questione delle risorse idrauliche per forza motrice disponibili o ancora utilizzabili nei bacini italiani è già stata oggetto di numerose discussioni e di varie indagini, le quali hanno portato a risultati quasi sempre diversi fra loro e via via crescenti, in progresso di tempo, con lo sviluppo delle utilizzazioni idroelettriche.

Tali divergenze sono dovute in parte a differenze sostanziali di indirizzo; ma sopratutto al fatto che, col rapido progresso degli impianti idroelettrici, sono venute man mano mutandosi anche le basi tecniche ed economiche del problema e, con queste, i criteri e le direttive fondamentali di ogni valutazione ad esso inerente.

Così, per esempio, da principio l'adozione di serbatoi stagionali, destinati alla regolazione delle portate disponibili, fu limitata a pochissimi casi, mentre le utilizzazioni d'acqua a scopo industriale venivano commisurate generalmente alle portate di magra o, nei casi più generosi, alle portate della durata di otto o nove mesi su dodici.

In seguito, le esigenze della guerra e le strettezze idroelettriche conseguenti alla eccezionale siccità del 1921-1922, che colpì proprio le regioni ove gli impianti idroelettrici avevano raggiunto il massimo sviluppo, conferirono al problema delle riserve d'acqua, in unione con quello delle riserve termiche, un interesse affatto particolare e da allora i criteri di utilizzazione delle acque, specialmente nei casi di bacini a regime molto irregolare, vennero sensibilmente modificandosi. Successivamente, poi, i collegamenti delle Centrali idroelettriche (sia delle Alpi che degli Appennini) a reti sempre più vaste ed importanti, favorirono in modo straordinario l'utilizzazione integrale di bacini anche secondari, mentre la norma della costruzione di impianti isolati a sè stanti e commisurati alle minime portate disponibili perdette ben presto di valore.

Allo stato attuale delle utilizzazioni idroelettriche non si può certo affermare, ancora, che il problema in parola abbia avuto una impostazione definitiva; si può tuttavia ritenere, con qualche fondamento, che, mentre le situazioni tecnicamente e industrialmente più convenienti sono già state sfruttate od almeno accuratamente studiate, quelle rimanenti, caratterizzate da regimi idrologici e da condizioni geomorfologiche meno favorevoli, non consentiranno in generale di utilizzare *conve-*

I° PROSPETTO RIASSUNTIVO PER COMPARTIMENTI IDROGRAFICI

N° d'ordine	Compartimenti idrografici	(1) Superficie totale dei bacini imbriferi compresi nei singoli compartimenti kmq.	(2) Energia disponibile (valori effettivi)		(3) Energia praticamente ritraibile indipendentemente dalle condizioni economiche (attuali)		Energia industrialmente utilizzabile		Coefficienti percentuali di utilizzazione	
			totale 10⁶ kWh.	unitaria kWh/mq.	totale 10⁶ kWh.	unitaria kWh/mq.	totale 10⁶ kWh.	unitaria kWh/mq.	$\frac{(2)}{(1)} \cdot 100$	$\frac{(3)}{(1)} \cdot 100$
I	Regione Veneta	37.612,3	59.163	1,570	[19.600] (*)	0,521	10.560	0,281	33,2	18,0
II	*a)* Bacino del Po (affluenti di sinistra)	44.074,5	59.400	1,350	[20.300]	0,460	11.094	0,251	34,2	18,6
	b) Bacino del Po (affluenti di destra)	23.323,7	14.981	0,643	[3.000]	0,129	1.694	0,073	20,0	11,4
III	Romagna - Marche	20.709,0	10.111	0,490	3.199 (**)	0,154	1.105	0,053	31,6	10,9
IV	Liguria - Toscana	22.333,6	10.477	0,470	[1.680]	0,075	889	0,038	16,0	8,5
V	Umbria - Lazio	25.015,2	12.589	0,503	2.981 (**)	0,118	2.110	0,084	23,7	16,8
VI	Abruzzi - Molise - Puglie	32.964,4	19.663	0,597	2.439 (**)	0,074	1.049	0,032	12,4	5,3
VII	Campania	20.588,3	16.690	0,812	[1.835]	0,089	991	0,048	11,0	5,9
VIII	Basilicata - Calabria	22.314,7	17.267	0,775	[2.070]	0,093	1.445	0,065	12,0	8,4
IX	Sicilia	25.506,4	11.220	0,440	869 (**)	0,034	423	0,0165	7,7	3,8
X	Sardegna	23.517,1	8.084	0,344	765 (**)	0,031	606	0,026	9,4	7,5
	Valori complessivi	297.959,2	239.645	0,805	58.738	0,197	31.966	0,1072	24,5	13,35

(*) I valori racchiusi fra parentesi quadre sono stati desunti per via di confronto.
(**) Valori desunti dall'indagine del Servizio Idrografico.

nientemente portate superiori a quella semipermanente (1), con impianti senza serbatoi, o a quelle che sarebbero naturalmente disponibili per tre o quattro mesi su dodici, con impianti provvisti di riserve stagionali. Anche per ciò che riguarda i rendimenti degli impianti, sebbene la tecnica delle costruzioni (meccaniche, elettriche ed idrauliche) sia in via di continuo perfezionamento, non sarà certo facile superare un rendimento complessivo del 75 %, date sopratutto le lunghezze sempre maggiori dei canali e delle condotte forzate che si richiedono per le nuove derivazioni.

S'intende, che nel fare queste affermazioni si prescinde da qualsiasi *radicale* mutamento delle condizioni tecniche ed economiche dell'industria elettrica; mutamento che sarebbe per altro assai difficile prevedere e valutare giustamente nelle sue conseguenze.

Nel present studio si sono eseguite tre valutazioni distinte, riferendole in modi diversi ai criteri tenici sopraaccennati e alla situazione economica attuale della nostra industria. I risultati dell'indagine sono riassunti, per compartimenti idrografici, nel prospetto I°.

La prima valutazione riguarda *l'energia totale disponibile* nei singoli bacini, ossia l'energia integrale corrispondente ai deflussi medi annui dei principali corsi d'acqua e relativi affluenti. Il valore (effettivo) di questa energia rappresenta, ovviamente, il *limite superiore naturale* delle risorse disponibili nel nostro paese: limite affatto teorico che non potrà essere mai raggiunto qualunque siano il grado di perfezionamento e lo sviluppo raggiungibili dalle utilizzazioni idroelettriche.

Questa prima parte dell'indagine è stata condotta in base alle caratteristiche idrologiche e morfologiche generali dei singoli bacini, seguendo un metodo analogo a quello usato dal Prof. Ganassini per la determinazione della curva idrodinamica di un bacino idrografico, completato però con l'introduzione di opportuni coefficienti di deflusso (2). Tale metodo, come è noto, cade in grave difetto nel caso di bacini prevalentemente permeabili, i deflussi dei quali sono frequentemente di origine sorgentizia e non presentano in generale alcuna relazione ben definita colle precipitazioni dirette, potendo provenire anche da zone contigue ai bacini di raccolta che si considerano.

Si è cercato ad ogni modo di ovviare il meglio possibile a questo inconveniente, tenendo presenti le reali condizioni dei singoli corsi d'acqua esaminati e facendo riferimento, ove possibile, anche a misure dirette di portata.

I dati idrologici posti a base della presente indagine sono stati desunti, in gran parte, dalle pubblicazioni del Servizio Idrografico Italiano; in qualche caso, invece, si è fatto riferimento a misure o a rilievi eseguiti da alcune imprese elettriche nei propri impianti.

I risultati ottenuti si sono espressi senz'altro in milioni di kWh (elettrici) effettivi, ammettendo che un metro cubo di acqua possa sviluppare un kWh di energia elettrica (misurata ai morsetti del generatore) sotto un salto di 500 m; ciò equivale ad ammettere, per gli impianti di utilizzazione, un rendimento complessivo del 73.5 % (certamente ottimistico).

La quantità di energia naturalmente disponibile nei nostri bacini ammonta, secondo i calcoli accennati, a circa 240 miliardi di kWh effettivi, corrispondenti a 0.8 kWh per mq di superficie. Le più cospicue risorse risiedono nelle Alpi, ove ad ogni mq. di bacino corrisponde una disponibilità media di kWh 1.45. I valori più bassi si riscontrano invece nelle isole, le cui disponibilità scendono a 0.44 kWh per mq, nella Sicilia, e a 0.344 kWh per mq nella Sardegna.

Per i bacini appenninici si trovano valori (medi) variabili fra 0.470 e 0.815 kWh per mq.

Non va dimenticato che queste cifre hanno valore semplicemente indicativo, in quanto esse permettono soltanto di individuare, in linea di massima, la situazione naturale del nostro Paese nei riguardi delle risorse idriche suscettibili di utilizzazione industriale; situazione che varia notevolmente da regione a regione ed è sfruttabile in misura assai diversa a seconda delle caratteristiche idro-morfologiche e geognostiche dei bacini che si considerano.

La seconda valutazione prima accennata ha già un valore più concreto; essa si riferisce all'energia presumibilmente ritraibile, dai nostri bacini, *indipendentemente dalle attuali condizioni di tornaconto economico* e cioè a quella quantità di energia che potrebbe essere complessivamente ricavata dai corsi d'acqua italiani se venissero attuati — secondo i più moderni criteri di utilizzazione integrale e in base ai migliori rendimenti sino ad oggi realizzati — tutti gli impianti (e relativi serbatoi) riconosciuti tecnicamente possibili (s'intende entro limiti piuttosto estesi).

Il risultato di questa valutazione dovrebbe rappresentare un *limite pratico* (superiore) della quantità di energia effettivamente ritraibile dai bacini italiani; ma anche questo limite non sarà facilmente raggiungibile, attesa, sopratutto, l'imprescindibilità delle condizioni di tornaconto economico, le quali, pur variando sensibilmente col tempo e da regione a regione, non cesseranno mai di fare sentire il loro peso.

Questa parte dell'indagine è stata condotta nel modo seguente:

1°) Per i bacini con foce al litorale Adriatico (Romagna, Marche, Abruzzi, Molise, Puglie) e per quelli delle isole e del Lazio si sono desunti direttamente i valori dell'energia praticamente ritraibile dai risultati pubblicati dal Servizio idrografico, il quale, come è noto, sta compiendo da qualche anno una interessante valutazione di questo genere, basandosi però sopra sommari, ma concreti schemi di utilizzazione, tracciati per tutti i bacini idrografici riconosciuti suscettibili di sfruttamento.

L'indagine del Servizio idrografico prescinde quasi interamente dalle condizioni di convenienza economica e fornisce i valori delle potenze teoriche, medie e massime, utilizzabili con impianti commisurati rispettivamente alle portate della durata di tre, sei e nove mesi su dodici.

Nella presente valutazione, si è fatto riferimento alle potenze medie teoriche di concessione nel caso di impianti esistenti (non modificati) e a quelle, pure teoriche, corrispondenti invece alle portate *semipermanenti* (regolate o no a seconda che si tratti di derivazioni con o senza serbatoi), nel caso di impianti in corso di istruttoria o proposti dalle sezioni del Servizio idrografico stesso. Per ottenere il valore dell'energia praticamente ritraibile, in milioni di kWh, si sono moltiplicate le suddette potenze (espresse in migliaia di HP) per il coefficiente

$$K = \frac{\eta_m \times 0.736 \times 8760}{1000} \cong 4.74$$

ove $\eta_m = 0.735$ rappresenta il coefficiente di rendimento complessivo degli impianti.

2°) Per i bacini delle altre regioni si sono desunti i valori anzidetti per via di confronto con quelli precedenti, tenendo presenti anche i migliori coefficienti di utilizzazione globale (1) sinora realizzati o previsti per i corsi d'acqua più razionalmente sfruttati.

Secondo questa valutazione, la quantità totale di energia praticamente ritraibile, nelle condizioni sopra specificate, ammonta a circa 59 miliardi di kWh, corrispondenti a poco meno di 0,20 kWh per mq di superficie. I maggiori contributi sono dovuti ancora ai bacini alpini per i quali si trova una disponibilità media di 0.49 kWh per mq, (contro 0.033 kWh per mq, ritraibili dalle isole).

Anche questi valori, come si è detto, corrispondono però ad una situazione limite molto difficilmente realizzabile; e perciò si è ritenuto necessario di completare l'indagine determinando — sia pure con larga approssimazione — anche la probabile quantità di *energia industrialmente utilizzabile*, ovvero sia quella quantità di energia che potrebbe essere effettivamente *prodotta e collocata* allorchè venissero costruiti tutti e soli gli impianti che — nel momento attuale, e in relazione alle odierne condizioni tecniche ed economiche — possono considerarsi convenienti.

Questa valutazione che, agli effetti del presente studio, presenta certamente il maggiore interesse, è stata condotta secondo i criteri seguenti:

1°) Per i bacini già studiati dal Servizio idrografico si è fatto ancora riferimento agli schemi da questo stabiliti. In un primo tempo, però, si sono scartati tutti quei serbatoi e quelle derivazioni che, per le condizioni peculiari delle relative strette di sbarramento o per la natura dei terreni interessati dalle rispettive opere di invaso e di presa — quali risultavano dalle relazioni dei singoli Uffici idrografici, oppure da notizie particolari avute da tecnici competenti o desunte da pareri espressi su progetti preesistenti — apparivano di incerta attuabilità. Naturalmente, in seguito alla soppressione di alcuni serbatoi veniva a perdere ogni ragione d'essere anche qualcuna delle derivazioni ad essi collegate.

Fatta questa prima riduzione degli schemi di utilizzazione, si è determinato il costo dell'energia industrialmente ritraibile dalle derivazioni rimanenti, in base ad una sommaria valuta-

(1) Portata disponibile per sei mesi su dodici, anche in giorni non consecutivi.

(2) Le modalità del calcolo sono esposte per esteso in Appendice.

(1) Questi coefficienti si possono determinare facendo semplicemente il rapporto fra il valore effettivo dell'energia praticamente ritraibile da ciascun bacino e quello (pure effettivo) dell'energia totale in esso disponibile.

zione delle spese occorrenti per la costruzione dei singoli impianti previsti — ma prescindendo quasi interamente dal costo dei serbatoi e tenendo conto invece del loro effetto regolatore —.

L'energia industrialmente ritraibile da ogni impianto — fatte le debite detrazioni per l'eventuale soppressione di uno o più serbatoi a monte — venne valutata ancora in base alla potenza media teorica di concessione, nel caso degli impianti già concessi o di recente costruiti e in base alla potenza media teorica *semipermanente*, nel caso di impianti in corso di istruttoria o proposti dalle Sezioni del Servizio idrografico. Per questa determinazione, oltre al coefficiente di rendimento ($\eta_m = 0.735$) già menzionato, si è applicato anche un coefficiente — cosidetto di *utilizzazione industriale* (η_u) — col quale si è inteso di tener conto, sia dell'energia che va inevitabilmente perduta nei giorni e nelle ore di minor richiesta, sia del minor valore dell'energia stagionale di *supero*, la quale, anche nel caso di buona utilizzazione, è spesso notevole negli impianti a derivazione diretta, specialmente appenninici. La valutazione di questo coefficiente non era molto facile; facendo riferimento, tuttavia, alle condizioni reali dei più recenti impianti, si è potuto stabilire, con sufficiente attendibilità, che il valore di η_u può variare da 0.70 a 0.95, rispettivamente per gli impianti senza serbatoi a regime molto irregolare e per quelli con serbatoio stagionale. L'energia industrialmente ricavabile da ciascun impianto (in milioni di kWh) si ottiene quindi moltiplicando la rispettiva potenza media teorica (espressa in migliaia di HP) per un coefficiente globale

$$K' = \frac{\eta_m \times \eta_u \times 0.736 \times 8760}{1000} = 3.3 \div 4.5$$

Come valore limite per il costo capitale unitario dell'energia industrialmente utilizzabile si è assunto, a seconda della maggiore o minore regolarità della produzione, un prezzo variabile tra L. 1.40 e L. 1.10 per kWh.

Come si è detto, nella valutazione del costo unitario dell'energia utilizzabile non si è tenuto conto che in misura minima dell'incidenza dei serbatoi, perchè, trattandosi di impianti appenninici, le riserve d'acqua stagionali possono spesso presentare un notevole interesse agricolo e trovare una ragione d'essere anche indipendentemente dall'utilizzazione industriale. Si deve notare peraltro che, specialmente nel caso degli Appennini settentrionali e meridionali, ogni possibilità di *conveniente* utilizzazione idroelettrica è assolutamente subordinata, salvo rare eccezioni, alla possibilità di creare serbatoi di adeguata capacità; ove non si potesse disporre di sufficienti riserve, la produzione idroelettrica sarebbe inesorabilmente ridotta a valori insignificanti.

2°) Per la maggior parte dei bacini rimanenti, la valutazione in oggetto è stata fatta ancora per via di confronto, tenendo sempre presenti, oltre alle caratteristiche generali dei singoli bacini, i coefficienti di utilizzazione relativi agli schemi meglio definiti e più razionali.

Per i principali corsi d'acqua alpini e degli Appennini settentrionali si è fatto particolare riferimento a progetti esistenti, già concessi o tuttora in corso di compilazione.

3°) Per i bacini della Venezia Tridentina, infine, si sono assunti i valori pubblicati dall'Ing. A. Taccani in occasione del Congresso di Trento della UNFIEL (1).

La quantità totale di energia industrialmente utilizzabile in Italia, secondo i calcoli ora illustrati, risulta uguale a poco meno di 32 miliardi di kWh, di cui 21.7 miliardi circa ritraibili dai bacini alpini, 9 miliardi da quelli appenninici e poco più di 1 miliardo da quelli insulari. Le disponibilità (medie) unitarie corrispondenti scendono da 0.265 kWh per mq nelle Alpi, a 0.054 kWh per mq negli Appennini e a 0.021 kWh per mq nelle isole.

Se si confrontano fra di loro i risultati delle tre valutazioni eseguite, si rileva che le possibilità pratiche di utilizzazione dell'energia idrica naturalmente disponibile nel nostro Paese sono, in realtà, molto limitate, sia a causa delle condizioni tecniche che presiedono alla realizzazione degli impianti di sfruttamento, sia per le condizioni di tornaconto economico, il peso delle quali andrà mano a mano aggravandosi, da un lato, con il costo ognor crescente degli impianti idroelettrici ancora possibili e, dall'altro, con la concorrenza degli impianti termoelettrici.

(1) Vedi *L'Energia Elettrica*, 1929, fasc. VII.

Stando ai valori trovati, non sembra probabile (almeno per ora) che l'energia praticamente ritraibile dai nostri bacini possa superare il 25 % circa di quella totale disponibile, mentre l'energia industrialmente utilizzabile, nelle condizioni odierne, non raggiungerebbe nemmeno il 15 % della disponibile. I bacini che si trovano nelle condizioni meno favorevoli allo sviluppo delle utilizzazioni idroelettriche (e ai quali corrispondono per conseguenza, i più bassi coefficienti di utilizzazione) sono quelli delle isole e quelli prevalentemente impermeabili degli Appennini. Tali bacini, infatti, oltre ad avere portate generalmente esigue, con regimi assai irregolari, presentano anche, nella maggior parte dei casi, caratteristiche geo-morfologiche poco favorevoli (specialmente per riguardo alla creazione di adeguati serbatoi e sono utilizzabili soltanto nelle loro parti più elevate.

Alquanto più favorevoli, per caratteristiche idrologiche, sono i principali bacini permeabili dell'Italia centrale e meridionale; ma i migliori di tutti, sotto ogni aspetto, sono i bacini alpini, i quali associano a regimi idrologici abbastanza regolari, ottime caratteristiche geo-morfologiche.

***

Se si ammette la permanenza delle attuali condizioni ambientali (in base alle quali si sono ricavati i precedenti risultati) gli Italiani possono dunque fare sicuro assegnamento sopra una dotazione, praticamente raggiungibile, di circa 32 miliardi di kWh di provenienza idrica.

A questa dotazione, prettamente idraulica, conviene però aggiungere un certo quantitativo di energia termica di integrazione, indispensabile per lo sfruttamento industriale dell'energia idroelettrica anzidetta e che, pertanto, si deve considerare come complemento necessario di questa.

Dalle statistiche della UNFIEL si rileva che negli ultimi tre anni il rapporto medio fra la produzione termica e quella idraulica è stato di $\frac{3,25}{100}$; rapporto che, se si dovesse mantenere inalterato, condurrebbe ad un fabbisogno termico di circa un miliardo di kWh come *indispensabile al godimento industriale* dei 32 miliardi di kWh idraulici, e da sommarsi a questi.

Evidentemente però questa quota termica, ottenuta per extrapolazione della situazione attuale, deve considerarsi, per ovvie ragioni, *un limite inferiore;* i numerosi impianti non regolati da serbatoio stagionale, che dovremo costruire, faranno necessariamente aumentare il suddetto rapporto in concomitanza con futuri probabili progressi della termotecnica.

***

Può interessare di porre a raffronto i risultati della presente indagine con le notizie riguardanti le disponibilità idriche dei principali Paesi europei. È però necessario premettere che i dati che si posseggono, al riguardo, sono generalmente molto incerti e non sempre paragonabili fra loro, perchè desunti in base a criterî di valutazione molto diversi da caso a caso.

Nel prospetto II° sono raccolti i valori dell'energia praticamente utilizzabile nei principali Paesi dell'Europa, quali risultano, in parte, dai dati pubblicati dal « Geological Survey » ed in parte da notizie riportate in pubblicazioni speciali. Le cifre fornite dal « G. S.» sono certamente in difetto, poichè si riferiscono, nella maggior parte dei casi, alle portate minime disponibili.

Le notizie relative alla Svizzera, all'Austria, alla Francia, alla Svezia-Norvegia e alla Spagna sono state attinte, rispettivamente, alle fonti citate in calce al suddetto prospetto. I dati relativi alla Francia si riferiscono soltanto agli impianti sinora costruiti o progettati e perciò è assai probabile che non comprendano tutte le possibili utilizzazioni.

Le sole cifre che, a rigore, possono venire confrontate con i risultati del presente studio sono quelle riguardanti le disponibilità della Svizzera e dell'Austria, perchè calcolate in base a criterî non molto diversi dai nostri.

Tale confronto acquista peraltro un particolare interesse, in quanto le risorse naturali di questi paesi sono pure di natura prevalentemente idrica ed hanno numerose caratteristiche in comune con le nostre.

Come si rileva dal prospetto II°, la Svizzera e l'Austria possono contare sopra una disponibilità idroelettrica, per unità di superficie, circa doppia della nostra e sopra una dotazione media, per abitante, tripla di quella spettante ad ogn iitaliano.

Il Paese d'Europa più ricco per forze idriche è però la Norvegia, la quale, come è noto, è caratterizzata da condizioni oro-idrografiche eccezionalmente favorevoli.

Secondo i dati riassunti nel prospetto II°, l'Italia sarebbe (fra i Paesi europei) al 5° posto (in ordine di grandezza decrescente)

IIº – ENERGIA PRODUCIBILE NEI DIVERSI PAESI EUROPEI

PAESE	Popolazione (milioni di abitanti)	Superficie kmq.	Energia annualmente producibile totale (milioni di kWh)	per abitante (kWh per abitante)	per unità di superficie (kWh/mq)
Svezia (1)	6,054	448.460	32.500	5.400	0,073
Norvegia (2)	2,650	323.795	79.000	29.811	0,244
(*) Finlandia	3,435	387.565	11.600	3.377	0,030
(*) Estonia	1,110	47.550	805	725	0,016
(*) Lettonia / (*) Lituania	3,944	119.034	645	163	0,005
(*) Polonia	27,186	388.279	9.020	332	0,023
(*) Ukraina	28,407	447.300	2.740	96	0,006
(*) Reg. del Caucaso	13,948	537.000	32.225	2.310	0,060
(*) Ungheria	7,985	92.951	1.130	141	0,012
(*) Cecoslovacchia	13,611	140.352	6.450	474	0,046
(*) Jugoslavia	12,017	248.987	19.300	1.606	0,077
Austria (3)	6,563	83.904	16.000	2.437	0,191
(*) Romania	17,500	294.967	10.300	588	0,035
(*) Bulgaria	4,867	103.146	7.740	1.590	0,075
(*) Grecia	5,810	127.337	1.600	275	0,012
Italia	*38,711*	*~ 300.000*	*31.966*	*825*	*0,107*
(*) Albania	0,817	30.000	3.225	3.947	0,107
Svizzera (4)	3,880	41.295	10.000	2.577	0,242
(*) Germania	62,500	472.034	13.000	208	0,027
Francia (5)	39,596	550.986	45.000	1.136	0,082
(*) Gran Bretagna e Irlanda	47,286	312.914	5.500	116	0,017
Spagna (6)	21,339	505.177	15.000	702	0,030
(*) Portogallo	6,033	91.948	1.935	320	0,021
Valori complessivi	375.249	6.094.981	356.681	952	0,059

(*) Valori desunti dal *Geological Survey*, moltiplicando le potenze disponibili (in migliaia di HP effettivi) per il coefficiente:

$$K'' = \frac{8760 \times 0{,}736}{1000} \cong 6{,}450$$

(1) *Sweden* - International Exhibition of Waterpower e Tourisme - Grenoble, 1925.
(2) *Electrical World* - 23 Giugno 1928.
(3) Da una comunicazione presentata alla « World Power Conference » del 1924.
(4) Ghezzi: « Les forces hydrauliques de la Suisse » (Vol. Vº del Servizio Idrografico Svizzero).
(5) Statistique de la production et de la distribution de l'énergie électrique au 1er Juillet 1928 – Ministère des Travaux Publics.
(6) Boletin de la Asociacion de productores y distribuidores de Electricidad – Ottobre 1929.

per le disponibilità idroelettriche riferite all'unità di superficie e all'11º posto per le stesse disponibilità riferite invece alla popolazione.

Appare tuttavia evidente, in seguito a quanto si è premesso sui criteri di valutazione seguiti nei diversi Paesi, che la situazione reale dell'Italia deve essere certamente ancor meno favorevole. In grosso modo, si può ritenere che le risorse idroelettriche italiane occupino, rispettivamente, il 9º o il 15º posto, a seconda che si intendano riferite alla superficie o alla popolazione. Se si pone tale situazione in rapporto con il fatto che i maggiori Paesi europei, come la Francia e la Germania, oltre a risorse idriche relativamente notevoli, dispongono anche di immense riserve naturali di combustibili, si può, a giusta ragione, concludere che la Natura, anche nella nostra dotazione di energia, non ci è stata prodiga, almeno in confronto con i principali Paesi dell'Europa. Dovremo dunque cercare, da una parte, di spingere al massimo limite l'utilizzazione delle nostre disponibilità idriche, anche a costo di gravi sacrifici; e dall'altra, di impiegare l'energia ottenuta solamente in quelle applicazioni che più sono atte a sviluppare il progresso civile ed economico della Nazione.

Ing. Piero Marinoni.

Ing. Angelo Testa.

Milano, 17 aprile 1930. A. VIIIº.

Appendice

CENNI SUL METODO SEGUITO PER LA VALUTAZIONE DELL'ENERGIA TOTALE DISPONIBILE.

L' energia annualmente disponibile in un determinato bacino dipende, come è noto, dalla morfologia del bacino stesso e dal volume d'acqua che da esso annualmente defluisce al mare.

La conformazione geometrica del bacino si rileva facilmente dalla Carta d'Italia in scala 1:100.000 dell'Istituto Geografico Militare.

Il volume d'acqua fluente varia di anno in anno entro limiti piuttosto estesi; è però lecito riferirsi a dati medi di portata desunti o dalle precipitazioni medie di un lungo periodo di anni, o dalle misure dirette di portata relative pure a periodi non troppo brevi, quando se ne possa disporre.

Se si indica con V il volume d'acqua (o deflusso) che annualmente defluisce attraverso una data sezione di un corso d'acqua, posta alla quota generica H, è noto che il prodotto $dE = n \cdot V \cdot dH$ rappresenta l'elemento differenziale dell'energia disponibile in quel corso d'acqua, alla sezione considerata. Il coefficiente n tiene conto delle unità di misura prescelte ed eventualmente del rendimento medio dell'utilizzazione; nel caso che si consideri l'energia *teorica* disponibile, il predetto rendimento va posto uguale ad 1 ed allora, esprimendo V in milioni di mc, H in m ed E in milioni di kWh, risulta

$n = \frac{1}{367}$, il che significa ammettere che 1 mc d'acqua, cadendo da un'altezza di 367 m possa sviluppare l'energia di 1 kWh.

Praticamente è però preferibile riferirsi al valore effettivo dell'energia elettrica (misurata ai morsetti degli alternatori) e perciò, nella

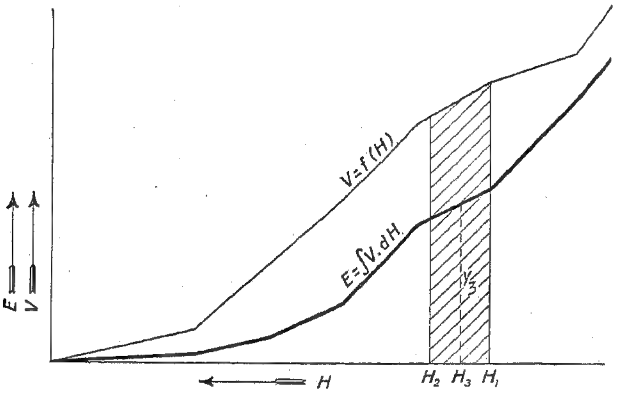


Fig. 1.

presente indagine, si è assunto $n = \frac{1}{500}$, ammettendo un rendimento complessivo degli impianti uguale a 0.735.

Ora, se in un sistema di assi coordinati avente per ascisse le altitudini e per ordinate i deflussi (V) si traccia, per ogni corso d'acqua, la curva $V = f(H)$ (v. fig. 1), la superficie tratteggiata compresa fra la curva stessa, l'asse delle ascisse e due ordinate H_1, H_2 (vale a dire la superficie $\int_{H_1}^{H_2} V\,d\,h$) rappresenta, nella dovuta scala, l'energia disponibile nel bacino fra le due quote anzidette, durante un anno di condizioni medie.

Per ciascuno dei bacini presi in esame venne disegnata anche la curva integrale dell'energia, ossia la curva $y = \int V\,d\,h$, di cui l'ordinata generica y_3— corrispondente alla quota H_3 — rappresenta senz'altro, in opportuna scala, l'energia teorica annualmente disponibile tra la quota H_3 e l'origine del corso d'acqua considerato.

Per la determinazione pratica dei valori $V = f\,(h)$ si sono delimitati, anzitutto, sulle carte dello Stato Maggiore (in scala 1:100.000) i bacini imbriferi di ogni corso d'acqua: le aree risultanti sono state poi divise in zone comprese fra curve di livello ad equidistanza decrescente dai 3000 m sul m. alla quota di sbocco e precisamente:

da oltre	3000	a	3000	m. s. m.
da	3000	»	2500	» » »
»	2500	»	2000	» » »
»	2000	»	1500	» » »
»	1500	»	1000	» » »
»	1000	»	700	» » »
»	700	»	400	» » »
»	400	»	200	» » »
»	200	»	100	» » »
»	100	»	50	» » »
»	50	»	0	» » »

Sulle stesse carte sono state tracciate le curve isoiete, per periodi non minori di un quinquennio, e da queste si sono desunti i dati medi di precipitazione relativi alle diverse zone. Per la scelta successiva dei coefficienti di deflusso, da applicare alle precipitazioni suddette, si è fatto riferimento, ove possibile, alle misure di portata esistenti e, nel caso di bacini sprovvisti di tali misure, si è proceduto per via di confronti riportando in appositi diagrammi i coefficienti di deflusso in funzione dell'altitudine e della natura del terreno. I deflussi disponibili si sono poi ottenuti, ovviamente, moltiplicando le aree delle singole zone, per le precipitazioni medie annue e per i coefficienti di deflusso ad esse relative.

La curva integrale delle pioggie e le curve segnalatrici delle possibilità climatiche

RIASSUNTO DELLA RELAZIONE

DELL'ING.-PROF. GAETANO GANASSINI DEL R. POLITECNICO DI MILANO

Le linee integrali delle precipitazioni o delle portate trovano, come è noto, nel campo dell'idrologia, numerose ed importanti applicazioni pratiche, sopratutto nello studio dei serbatoi artificiali e dei laghi naturali. Una nuova ed interessante applicazione che sembra utile segnalare è quella che permette di dedurre le curve segnalatrici delle possibilità clima-

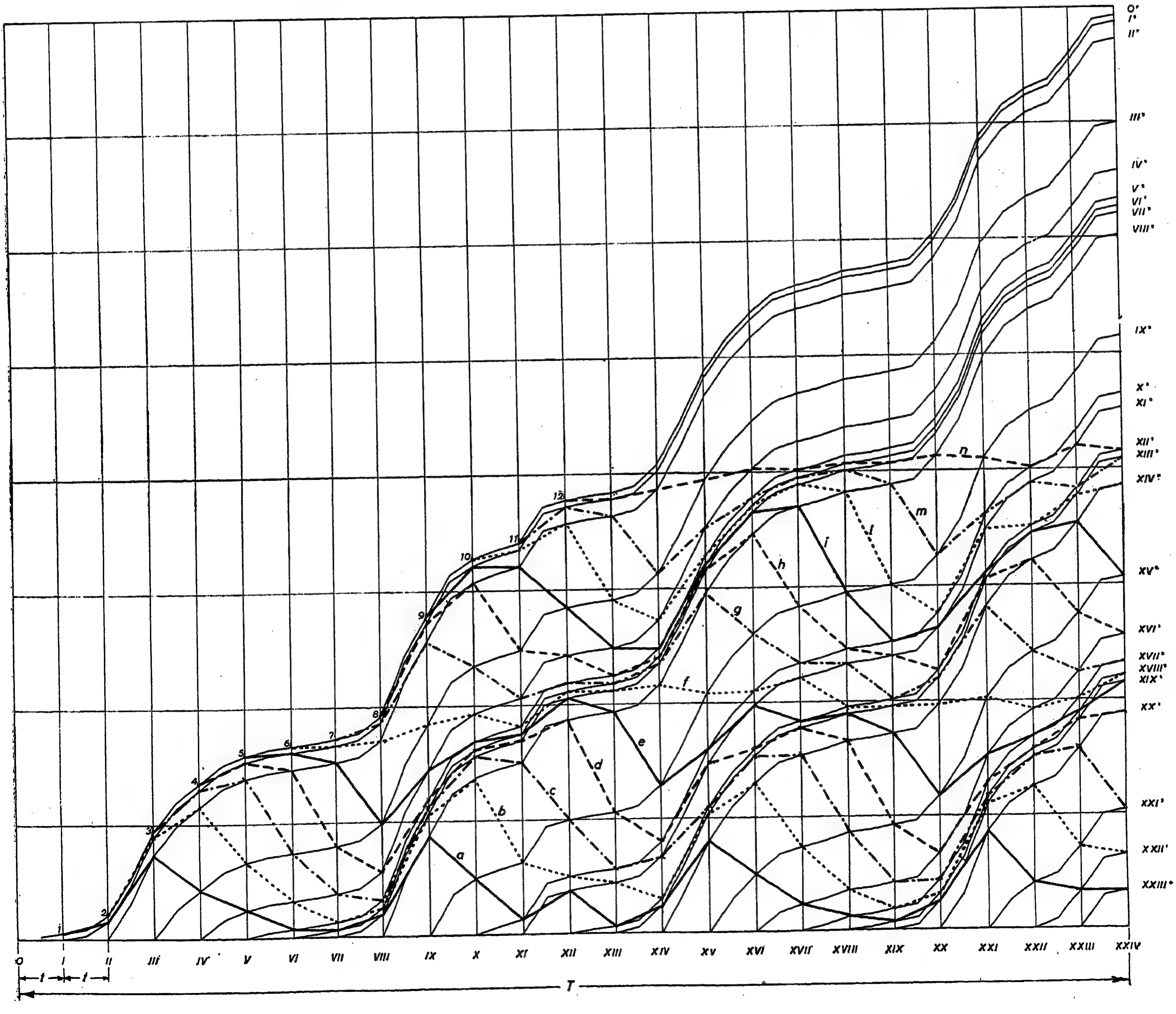


Fig. 1.

tiche (1) — relative ad una località per la quale sia nota una lunga serie di dati pluviometrici — dalla corrispondente curva integrale delle pioggie.

Sia OO' (v. fig. 1) una generica linea integrale delle precipitazioni, relativa ad un periodo di tempo $T = \sum_{0}^{24} t$, ove t rappresenta l'intervallo unitario prescelto.

Le ordinate dei punti 1, 2, 3, 4..... rappresentano, notoriamente, le precipitazioni verificatesi rispettivamente negli intervalli $t = 0 \div I$, $2t = 0 \div II$, $3t = 0 \div III$, $4t = 0 \div IV$ ecc. contati dall'origine dei tempi. Se si sposta la curva o o' parallelamente a sè stessa (nel senso delle ordinate) sino a tagliare l'asse delle ascisse nel punto I si ottiene la curva I — I' le cui ordinate (corrispondenti alle ascisse II, III ecc.) rappresentano invece le precipitazioni verificatesi negli intervalli $t = I \div II$, $2t = I \div III$, $3t = I \div IV$ ecc. successivi al primo ($0 \div I$); analogamente, le successive ordinate omologhe delle curve II — II', III — III' ecc. ottenute spostando parallelamente a sè stessa la curva I — I' sino a tagliare l'asse delle ascisse, rispettivamente, nei punti II, III, ecc. rappresenteranno le precipitazioni avvenute negli intervalli t, $2t$, $3t$ ecc. contati successivamente dalla fine del 2°, del 3° ecc. intervallo.

Se ora si congiungono fra loro gli estremi delle ordinate prime di ciascuna delle curve così tracciate si otterrà la curva *a*), la quale rappresenta il diagramma delle precipitazione relative ai singoli intervalli unitari 0 — I, I — II, II — III, ecc.

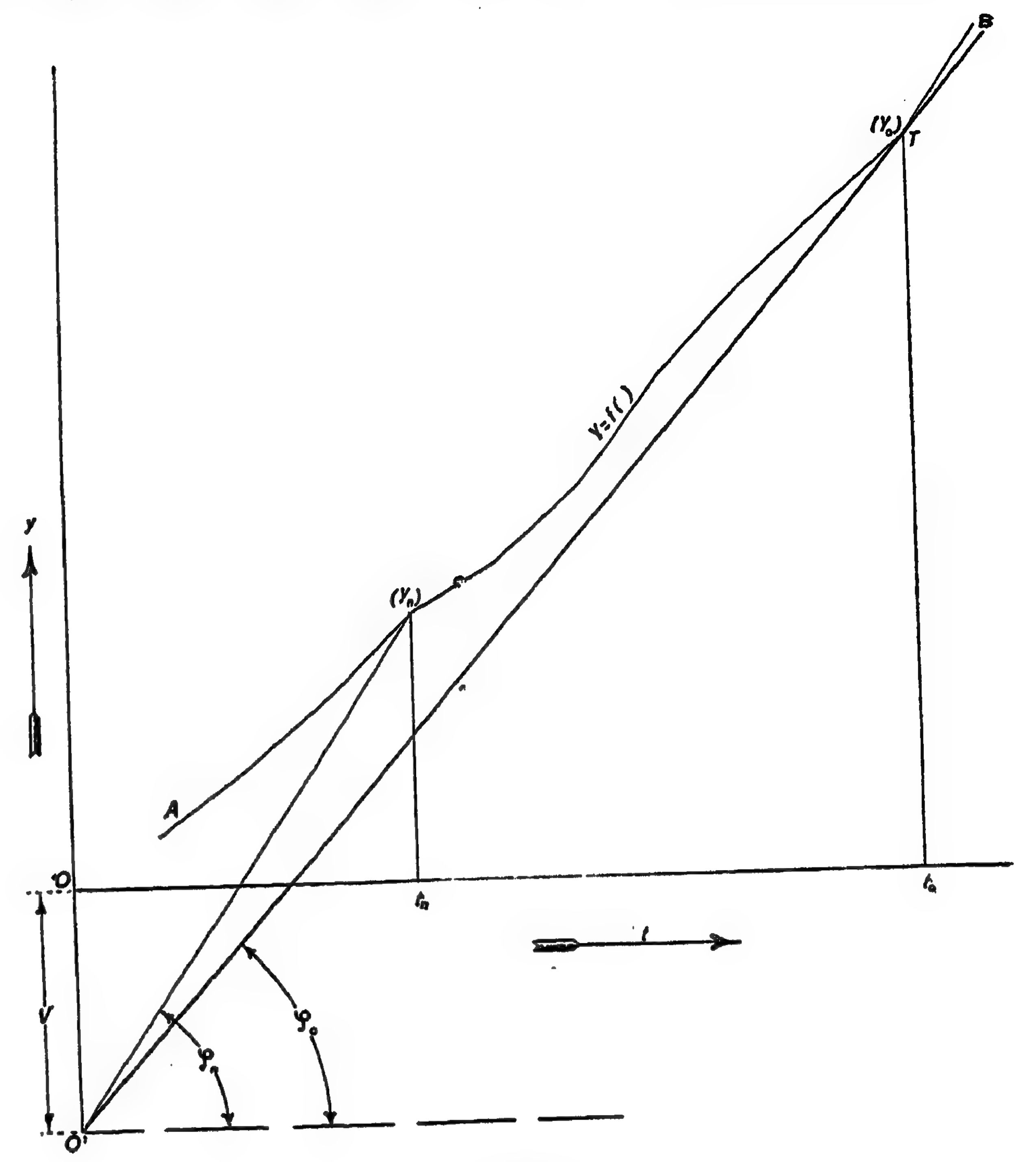


Fig. 2.

In modo perfettamente analogo si possono ottenere i diagrammi *b*), *c*), *d*)....) delle precipitazioni relative ad intervalli di durata $2t$, $3t$, $4t$, ecc. congiungendo rispettivamente le ordinate seconde, terze, quarte, ecc. delle curve I — I', II — II', III — III' ecc.

Le ordinate minime di tali curve corrispondono, manifestamente, agli eventi più critici verificatisi durante il periodo considerato (T), negli intervalli di durata t, $2t$, $3t$, ecc. Se si riportano i valori di queste ordinate minime in funzione di t si otterrà quindi la curva segnalatrice delle possibilità climatiche relativa al caso più critico del periodo preso in esame.

Analogamente si possono riportare, sempre in funzione di t, le ordinate delle medesime curve (*a*), *b*), *c*).....), di valore appena superiore a quelle minime, poi quelle immediatamente superiori a queste ultime e così via di seguito, ottenendo in tal modo le curve segnalatrici corrispondenti a diversi casi critici.

È facile rilevare che la deduzione delle curve segnalatrici delle possibilità climatiche, per questa via, risulta assai più semplice e rapida che attraverso le laboriose valutazione numeriche richieste dall'ordinario metodo richiamato nella nota (1).

Accanto al metodo ora illustrato, merita di essere messa in evidenza anche una interessante e semplice interpretazione grafica della portata minima che si può erogare, con un certo grado di rischio, da un serbatoio di data capacità, e della durata del periodo critico per il quale tale portata è assicurata.

Sia AB (v. fig. 2) una generica curva segnalatrice corrispondente ad un determinato caso critico e riferita agli afflussi effettivi (anzichè alle precipitazioni) mediante l'introduzione di opportuni coefficienti di deflusso (variabili in generale con la durata dei singoli intervalli di tempo: t_1, t_2, t_3, ecc.). Essa soddisferà ad una certa equazione:

$$y = f(t)$$

Ora, come è noto, la portata costante regolata, durante un periodo critico generico t_n, da un serbatoio di capacità V che si suppone pieno all'inizio dell'erogazione, è data dalla relazione

$$(1) \qquad Q_n = \frac{f(t_n) + V}{t_n} + A \cdot p$$

---

(1) Rammentiamo succintamente il significato e le proprietà delle curve segnalatrici delle possibilità climatiche, la concezione delle quali risale al 1913 ed è dovuta all'Ill.mo Prof. Ing. G. Fantoli. Lo scopo precipuo di tali curve è quello di indicare in modo sintetico e preciso gli eventi *critici* che si possono verificare durante un *lungo* periodo di anni (almeno 50) in intervalli di diversa durata (ad esempio: in uno, in due, in tre, in quattro mesi ecc. successivi). Naturalmente, i casi critici verificabili potranno essere *assoluti* o *relativi* (di grado diverso da quelli assoluti). Per la costruzione delle curve segnalatrici, il metodo sinora usato è quello indicato a suo tempo dal Prof. Fantoli. Fra tutte le precipitazioni mensili di cui si dispone, si scelgono, successivamente, le più scarse verificatesi in uno, in due, in tre, in quattro ecc. mesi consecutivi. Per ogni durata di tempo (un mese, due mesi, tre mesi, ecc.) si ricercano poi, non solo le precipitazioni minime assolute, ma anche le precipitazioni appena superiori a queste e poi quelle appena maggiori di queste ultime e così via di seguito. Riportando tutti i valori così prescelti in funzione delle durate corrispondenti e congiungendo fra loro i punti che appartengono a casi critici dello stesso grado si ottengono delle linee che rispondono con sufficiente approssimazione pratica ad un'equazione del tipo:

$$h = a\, T^n$$

dove h rappresenta l'altezza di precipitazione nel periodo critico di durata T; a, n sono parametri che assumono valori diversi da caso a caso (dipendendo dal grado del caso critico che si considera). Le curve segnalatrici trovano un'applicazione immediata nel problema dei serbatoi; e, precisamente, servono a stabilire quale capacità si deve assegnare ad un serbatoio per poter assicurare, durante un dato periodo critico, l'erogazione continua di una portata di valore assegnato o, viceversa, quale portata minima (costante) si può ritrarre da un serbatoio di data capacità.

Per la risoluzione di questo quesito, si indichi con:

- V il volume di invaso nel serbatoio;
- A l'area del bacino imbrifero sotteso dallo sbarramento;
- $h = a . T^n$ l'equazione della curva segnalatrice corrispondente al *grado* di rischio che si ammette;
- p l'afflusso unitario (per unità di tempo e di superficie) che si avrebbe durante il periodo T per effetto dell'esaurimento delle riserve accumulate nel bacino imbrifero, indipendentemente cioè dalle precipitazioni che cadono durante il tempo T;
- C il coefficiente di deflusso relativo al periodo T, ovvero sia il rapporto fra gli afflussi che in tale periodo pervengono al serbatoio e le precipitazioni verificatesi nel periodo stesso.

In generale questo coefficiente può considerarsi come una funzione di T. Nelle più note applicazioni delle curve segnalatrici sino ad oggi effettuate è stato assunto $C = c\,T$ (con c costante per un dato bacino), il che equivale ad ammettere che C sia proporzionale alla durata del periodo considerato. Ma tale ipotesi, in qualche caso, conduce a risultati poco attendibili.

In linea generale si può porre semplicemente: $C = \varphi\,(T)$.

L'erogazione *costante* dal serbatoio, per un periodo generico T, è data allora dalla relazione:

$$Q = \frac{V}{T} + A . \varphi\,(T) . a\,T^n + A . p$$

Il periodo che si deve prendere in considerazione è quello per il quale Q risulta minima, ossia quello il cui valore soddisfa all'equazione

$$\frac{d\,Q}{d\,T} = 0.$$

Tale valore è facilmente determinabile per via analitica quando sia nota la caratteristica funzionale φ; esso però può venire più semplicemente determinato per via grafica, col metodo che si indicherà nel corso del presente studio.

ove $A.p$ è il contributo (approssimativamente costante) dovuto all'esaurimento del bacino e alle eventuali portate sorgentizie.

La (1) ci dice senz'altro che la portata Q_n corrisponde alla tangente trigonometrica dell'angolo formato, con l'orizzontale, dalla congiungente il punto (O'), di ascissa zero e di ordinata $-V$, con il punto Y_n (di ascissa t_n) della curva $A\ B$.

Consegue da ciò che fra tutti i possibili valori di Q, desumibili dalla curva segnalatrice $A\ B$, il minimo è quello corrispondente alla tangente $O'\ T$ condotta a detta curva dal punto O' ovvero sia è quello che, a meno del termine $A.p$, uguaglia la derivata prima della $y = f\ (t)$ nel punto T. Ma tale valore minimo di Q e la corrispondente durata t_0 (ascissa del punto di tangenza T) sono appunto gli elementi che si debbono prendere in considerazione agli effetti del problema dianzi accennato.

Infatti, il periodo critico al quale corrisponde la portata minima derivabile (con un determinato grado di rischio) dal serbatoio di capacità V è quello che soddisfa all'equazione

$$\frac{dQ}{dt} = -V.t^{-2} + t^{-2} \times \left\{ t.f'(t) - f(t) \right\} =$$

$$= t^{-2}\ (t.f'(t) - f(t) - V) = 0$$

e quindi all'altra:

$$\frac{f(t) + V}{t} = f'(t) = (Q_0 - A.p)$$

c. v. d.

La deduzione grafica accennata ha sopratutto il vantaggio di consentire di adottare, caso per caso, i coefficienti di deflusso meglio rispondenti alle condizioni reali del bacino che si considera, senza preoccuparsi punto della legge analitica che lega la variabilità di questi alle durate dei periodi ai quali si riferiscono.

ING. IGNAZIO PRINETTI
(AMMINISTRATORE DELEGATO DELLA SOCIETÀ ELETTRICA DEL VALDARNO

La disponibilità dei combustibili italiani

Possibilità e convenienza della loro utilizzazione per produzione di energia elettrica

Gli Ingegneri elettrotecnici italiani sono tutti o quasi tutti degli idroelettrici e lo sono essenzialmente perchè utilizzano una delle poche ricchezze naturali del nostro Paese, verso il quale Madre Natura è stata tutt'altro che generosa.

Ma pur essendo tutti o quasi tutti degli idroelettrici, gli Ingegneri elettrotecnici sono convinti della necessità che, accanto ai diversi complessi di impianti idraulici, sorgano centrali termiche atte ad integrarli.

Il nostro Presidente On. MOTTA, in un mirabile e sintetico articolo di qualche anno fa, ha riassunto le ragioni principali della necessità della costruzione delle centrali termiche, ragioni che qui non staremo a ripetere perchè scolpite nella mente di noi tutti.

Ricorderemo solo la principale e cioè che le centrali termiche sono necessarie per aumentare il coefficiente di utilizzazione degli impianti idraulici, sia provvedendo alle deficienze annuali e stagionali delle capricciose precipitazioni atmosferiche, sia provvedendo alle variabili richieste dell'utenza, mediante una produzione di energia controllabile e dipendente dalla volontà umana.

Con l'ausilio di centrali termiche è possibile lo sfruttamento non delle sole portate di magra dei fiumi, come si pensava e si progettava nei primi tempi, ma delle portate, se non di morbida, almeno di quelle medie; le centrali termiche sono dunque necessarie nell'interesse stesso dell'economia nazionale. Il loro esercizio peró richiede il consumo di combustibile che disgraziatamente siamo costretti ad importare.

Ecco il punto doloroso della questione! E molti di noi si saranno certamente domandati perchè, per evitare di mandare dell'oro all'estero e per tenere in vita l'industria lignitifera nazionale e quindi occupare una non indifferente quantità di mano d'opera, non sia possibile trovare una soluzione completamente nazionale bruciando i nostri combustibili.

A questa prima domanda una seconda se ne aggiunge altrettanto spontanea e naturale: quando le nostre risorse idrauliche saranno completamente utilizzate, potranno i combustibili nazionali sopperire a tuttal 'energia elettrica che l'incremento annuo del consumo richiederà in un prossimo avvenire?

Il nostro patrimonio idrico economicamente utilizzabile è tutt'altro che ingente: occorrerà studiare, trovare tutti i mezzi per utilizzarlo fino all'ultima goccia di acqua, sia intensificando le accumulazioni, sia facilitando gli scambi di energia fra regioni e regioni, ecc. ma malgrado tutti gli accorgimenti immaginati ed immaginabili, le nostre risorse idrauliche non potranno superare i 32 miliardi di kWh annuali.

D'altra parte il nostro fabbisogno di energia è stato, nello scorso anno, di circa undici miliardi di kWh; se si progredirà con un incremento del 10% all'anno (incremento inferiore a quello che si è verificato in questi ultimi tempi non solo da noi in Italia, ma nei principali paesi di Europa e di America) nel 1940 avremo già raggiunti i 30 miliardi di kWh, producibili idraulicamente.

Dal 1940 in poi, l'incremento del nostro fabbisogno di energia, prevedendolo pure limitato a tre miliardi di kWh all'anno, dovrà essere coperto da energia di origine termica.

Ma quanta energia termica si potrà produrre con i combustibili nazionali?

La risposta a queste due domande non è facile, trattandosi di un problema molto complesso, e noi cercheremo, mediante un sommario esame di esso, di esporne le difficoltà e di trarne delle conclusioni.

DISPONIBILITÀ DEI COMBUSTIBILI NAZIONALI.

L'Italia non è priva di combustibili nel senso assoluto della parola; essa possiede infatti schisti bituminosi, petroli, gas idrocarburi, antraciti, ligniti e torbe, ma distribuiti in molte miniere di cui la maggior parte di limitata potenzialità. *L'Italia*, è stato detto, *è ricca di miniere povere*.

Per gli schisti buone speranze si nutrono e tecnicamente il problema è stato risolto, ottenendo olii minerali di distillazione, ma i quantitativi finora ricavati sono assai piccoli; per i petroli le ricerche continuano, ma le attuali produzioni (da 5000 a 7000 tonnellate all'anno) sono ancora irrisorie rispetto al fabbisogno nazionale che nel 1929 ha superato il milione di tonnellate fra petroli, benzina ed altri olii minerali.

I gas naturali generalmente emanano in corrispondenza dei terreni petroliferi, e quando tali emanazioni sono abbondanti e sopratutto continue, come quelle degli Stati Uniti d'America, possono essere raccolte e convogliate alle città vicine e costituiscono allora un ottimo e pratico combustibile. In Italia vi sono in più parti della zona appenninica Tosco-Emiliana delle emanazioni di idrocarburi (in gran parte metano) delle quali non si conosce l'importanza, ma che fin d'ora sono oggetto di attentissimi studi per la loro probabile utilizzazione industriale.

Parlando di emanazioni naturali, sebbene non si tratti di gas combustibili, non vogliamo dimenticare i «soffioni» di Larderello, ormai troppo noti ai tecnici per parlarne a lungo. Con il vapore dei soffioni è oggi in servizio un'importante centrale termica e la potenza e la continuità riscontrata in getti scaturiti da nuove trivellazioni, fa sperare di poterla ancora notevolmente ampliare.

Abbiamo anche delle antraciti nella Val d'Aosta, nella Liguria e nella Sardegna, ma trattasi di qualità scadenti e di giacimenti di limitatissima potenzialità.

***

Chi parla però di combustibili nazionali, intende oggi indicare ligniti e torbe: anzi si può dire solo ligniti, in quanto le torbe sfortunatamente hanno dato, negli esperimenti fatti, un cattivo risultato, sopratutto perchè il loro alto tenore di umidità, che può arrivare anche al 90 %, richiede una spesa eccessiva per l'essiccazione.

Tale umidità si deve in parte eliminare con una lunga essiccazione all'aria ed al sole, per la quale è necessario avere nelle vicinanze delle torbiere delle vaste superfici libere, nelle quali distendere (con grave spesa di mano d'opera e d'impianto) il materiale estratto.

Si sono esperimentati anche dei mezzi meccanici (presse) per essiccare le torbe, ma essi non hanno dato buon risultato, perchè l'acqua è contenuta in massima parte in una idrocellulosa formata dalla decomposizione dei vegetali e costituita di cellule gonfie di acqua, dalle quali l'acqua stessa non si estrae, se non distruggendo dette cellule. Pare che soltanto la lunga essiccazione all'aria, abbia proprio l'effetto di scomporre l'idrocellulosa delle torbe: per questo la necessità di impiegare una forte mano d'opera è inevitabile, e quindi è eccessivo il peso di essa nel costo di questo combustibile.

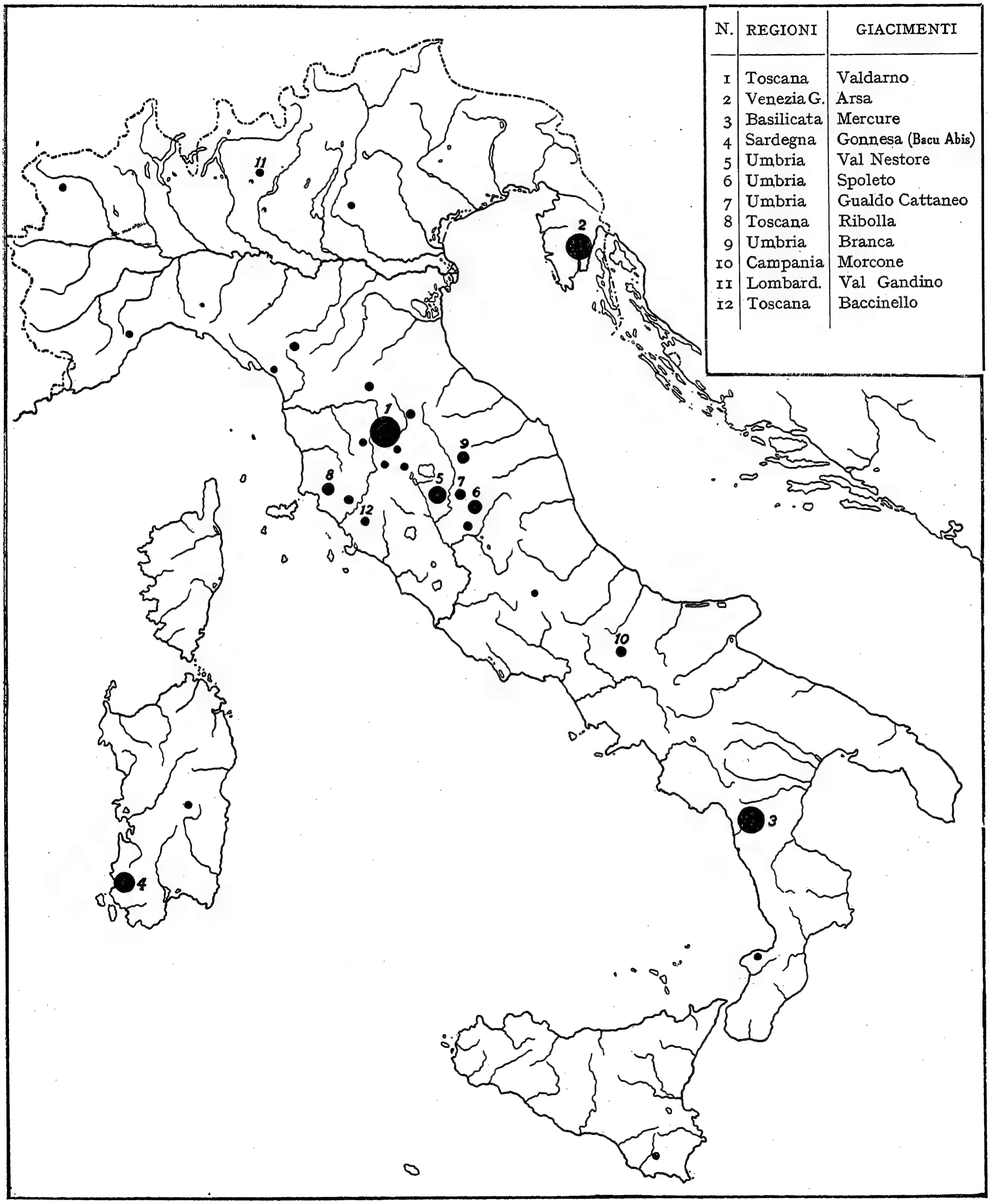
Nelle ligniti, il tenore di umidità, benchè talvolta elevato, è sempre assai inferiore a quello delle torbe; mentre il loro potere calorifico è sempre superiore, oscillando però fra ampi

limiti (da 1300 a 1600 calorie) a seconda delle qualità delle ligniti e della loro formazione geologica, che è sempre più recente di quelle delle antraciti e dei litantraci.

I giacimenti italiani di lignite superano il numero di 150, ma quelli che hanno una certa importanza, si possono considerare una trentina: alcuni modesti, altri invece di notevole estensione, nessuno però grandissimo, paragonabile a quelli che si trovano all'estero, come per esempio in Germania.

L'importanza complessiva dei nostri giacimenti di lignite non è ancora bene accertata, benchè studi e ricerche da anni si siano fatti per conoscere il più esaurientemente possibile la loro consistenza; studi e ricerche che si moltiplicarono durante la guerra quando, per la deficienza di carbone, era indispensabile intensificare l'escavazione dei combustibili nazionali.

Le statistiche ufficiali minerarie davano nell'anno 1880 un patrimonio di lignite di 50.000.000 di tonnellate; nel 1919, epoca in cui le ricerche avevano avuto un largo sviluppo ed in cui ogni specie di combustibile era studiata ed analizzata, la dispo-



N.	REGIONI	GIACIMENTI
1	Toscana	Valdarno
2	Venezia G.	Arsa
3	Basilicata	Mercure
4	Sardegna	Gonnesa (Bacu Abis)
5	Umbria	Val Nestore
6	Umbria	Spoleto
7	Umbria	Gualdo Cattaneo
8	Toscana	Ribolla
9	Umbria	Branca
10	Campania	Morcone
11	Lombard.	Val Gandino
12	Toscana	Baccinello

Fig. 1. - I più importanti giacimenti lignitiferi d' Italia.

nibilità veniva indicata in 264 milioni di tonnellate; nel 1923 questo quantitativo fu rettificato dalla Commissione Reale per i combustibili nazionali, in seguito a più diligenti accertamenti, e portato a 295 milioni di tonnellate.

Peraltro nella relazione annessa al disegno Legge N° 681 del 1° maggio 1926, vi sono tabelle che dettagliano i giacimenti nelle varie regioni e che farebbero ascendere il nostro patrimonio lignitifero a circa 360 milioni di tonnellate.

Tale cifra sembra esagerata, e da un rapido esame delle tabelle sopradette risulta che sono stati in esse compresi dei giacimenti che si presentano in condizioni di coltivabilità tali, da non giustificare neppure una utilizzazione della lignite sul posto.

I migliori giacimenti che possono essere presi in considerazione si riassumono nel seguente prospetto diviso per regioni, nel quale i dati sono approssimativi perchè la massima parte degli accertamenti è incompleta:

Italia Centrale	Toscana	Tonn.	130.000.000
	Umbria	»	50.000.000
Italia Meridionale	Basilicata	»	75.000.000
	Campania	»	8.000.000
Italia Settentrionale	Lombardia	»	6.000.000
Isole	Sardegna	»	20.000.000
	Totale	»	289.000.000

Però, per uno sfruttamento industriale, dobbiamo anche fra questi giacimenti tener conto soltanto di quelli di maggiore potenzialità.

E così si ha (v. anche fig. 1):

In Toscana il più importante giacimento lignitifero d'Italia, quello del Valdarno la cui potenzialità accertata supera i 100 milioni di tonnellate di lignite xiloide, con banchi il cui spessore raggiunge anche i 30 metri.

A questo importante giacimento seguono in Toscana i giacimenti di lignite picea, coltivati nelle due miniere di Ribolla e Baccinello, con una potenzialità accertata complessiva non inferiore a 12 milioni di tonnellate, e con banchi la cui potenza è da 4 a 6 metri. In Umbria, i giacimenti di Val Nestore (18 milioni di tonnellate), di Branca (8 milioni di tonnellate), di Gualdo Cattaneo (10 milioni di tonnellate), di Spoleto (12 milioni di tonnellate; tutti costituiti di lignite xiloide torbosa.

In Basilicata nel solo bacino di Mercure, sono stati accertati finora 75 milioni di tonnellate di ligniti xiloidi; in Campania la sola miniera del Morcone riunisce 8 milioni di tonnellate, pure di lignite torbosa.

In Lombardia, in provincia di Bergamo, vi è il giacimento di Val Gandino, di lignite xiloide, con una potenzialità di circa 6 milioni di tonnellate: ed in Sardegna il noto giacimento di Bacu-Abis con almeno 12 milioni di tonnellate di lignite picea, in vari strati sovrapposti, della potenza da uno a tre metri.

Questi giacimenti che possono essere razionalmente sfruttati, costituiscono dunque, un complessivo di circa 260 milioni di tonnellate di lignite.

A questi dobbiamo aggiungere il bacino dell'Arsa (Istria) che ci è pervenuto dopo la guerra. Il combustibile di questa formazione, che termicamente può essere considerato come un litantrace mediocre, per le sue caratteristiche chimiche e per la formazione geologica a cui appartiene, è stato invece classificato fra le ligniti picee. La potenzialità di questo giacimento è stata valutata da alcuni in 100 milioni di tonnellate, da altri, meno ottimisti, soltanto in 50 milioni di tonnellate.

***

Possiamo pertanto concludere che la nostra disponibilità totale di lignite, calcolando l'Arsa in 75 milioni di tonnellate, si aggira sui 335 milioni di tonnellate; ma tenuto conto che non tutta la lignite disponibile delle miniere citate è utilizzabile al 100% perchè una parte viene perduta inevitabilmente nella escavazione e nelle successive manipolazioni, il nostro patrimonio di combustibili solidi nazionali industrialmente utilizzabile, deve ridursi a 270 od al massimo a 300 milioni di tonnellate.

Se noi pensiamo che in Germania le stime più recenti delle riserve sicure di ligniti, superano i 22 miliardi di tonnellate, e che questo enorme quantitativo è piccola cosa rispetto alle riserve di America, valutate ad oltre 2000 miliardi di tonnellate, abbiamo un'idea del valore insignificante del nostro patrimonio di combustibili rispetto alle riserve mondiali.

I PIÙ IMPORTANTI GIACIMENTI LIGNITIFERI D'ITALIA

REGIONE	Miniere o gruppi di miniere	Quantità presunta in tonn.	Potere calorifico medio sul naturale
	Ligniti picee e semipicee ad alto potere calorifico		
LIGURIA	Luni, Cadibona	500.000	
VENETO	Pulline	500.000	
VENEZIA GIULIA	Arsa	75.000.000	da 6000 a 3500 Calorie.
TOSCANA	Ribolla	8.000.000	
	Cornia	1.000.000	
	Baccinello	4.000.000	
	Paganico	2.000.000	
SARDEGNA	Gonnesa (Bacu Abis, ecc.)	20.000.000	
	Ligniti xiloidi e torbose a medio potere calorifico		
LOMBARDIA	Valgandino	6.000.000	
TOSCANA	Valdarno	100.000.000	
	Gruppo della Garfagnana	1.000.000	
	» Quarata	2.000.000	da 3500 a 2000 Calorie
	» Capaccio	3.000.000	
	» Compalli	2.000.000	
UMBRIA	Branca	8.000.000	
	Gualdo Cattaneo	10.000.000	
	Spoleto	12.000.000	
	Gruppo di Briatico e Zugni	3.000.000	
	Ligniti xiloidi e torbose a basso potere calorifico		
TOSCANA	Gruppo del Casentino	3.000.000	
	» del Mugello	4.000.000	da 2000 a 1300 Calorie
UMBRIA	Val Nestore (Pietrafitta)	18.000.000	
	Terni	2.000.000	
CAMPANIA	Morcone	8.000.000	
BASILICATA	Mercure	75.000.000	

***

Alla deficienza di quantità, noi dobbiamo purtroppo aggiungere quella altrettanto grave della qualità. Le ligniti presentano una vastissima scala di variazioni, dovute allo stato più o meno recente di fossilizzazione ed alla loro origine geologica. Generalmente esse si classificano in: picee, xiloidi e torbose.

Le ligniti picee, sono di formazione più antica e somigliano alquanto al litantrace; sono nere, bituminose, con potere calorifico elevato, generalmente con forte tenore di zolfo e sono quasi tutte sottoposte a fenomeni di combustione spontanea.

Le ligniti xiloidi hanno più affinità con la legna, di cui conservano la struttura fibrosa e sono esenti o quasi di zolfo, hanno un potere calorifico non molto elevato e contengono elevata percentuale di acqua e di ceneri.

Le ligniti torbose, provenienti non da piante di alto fusto, ma da ramoscelli, foglie, erbe, ecc. hanno un potere calorifico inferiore a quello delle ligniti xiloidi, abbondano pure di acqua e di cenere, ma dànno in generale la possibilità di poter da esse ricavare una maggiore percentuale di sotto prodotti utili, come ad esempio il solfato ammonico.

Nella tabella della pagina precedente è specificata la distribuzione delle diverse qualità di ligniti in Italia.

Dei 300 milioni di tonnellate di ligniti utilizzabili, 210 milioni si possono attribuire alle ligniti xiloidi e torbose il cui potere calorifico medio è di circa 2000 calorie, ed i rimanenti 90 milioni alle ligniti picee, che hanno un potere calorifico non molto inferiore a quello del litantrace. Nelle statistiche ufficiali germaniche, le ligniti tedesche vengono raffrontate col carbone in base al rapporto 4,5 a 1; nel nostro caso, considerato che il potere calorifico medio delle nostre ligniti xiloidi allo stato naturale è un po' superiore a quello medio tedesco, possiamo fissare questo rapporto in 4:1, per le ligniti picee in 1,8:1; da cui si ricava che il nostro patrimonio lignitifero, industrialmente sfruttabile (Arsa compresa), equivale a circa 100 milioni di tonnellate di carbone fossile, il nostro consumo per 6 od al più per 7 anni.

***

La produzione annua di ligniti in Italia (fig. 2) raggiunse un massimo nel 1918, al termine della guerra, di 2.200.000 tonnellate; la produzione di anteguerra si aggirava sulle 750.000 tonnellate ed attualmente è ritornata presso a poco a tale livello, che tenuto conto delle condizioni del mercato normale del carbone estero, rappresenta il quantitativo di lignite che la convenienza ha indicato come limite economico di produzione.

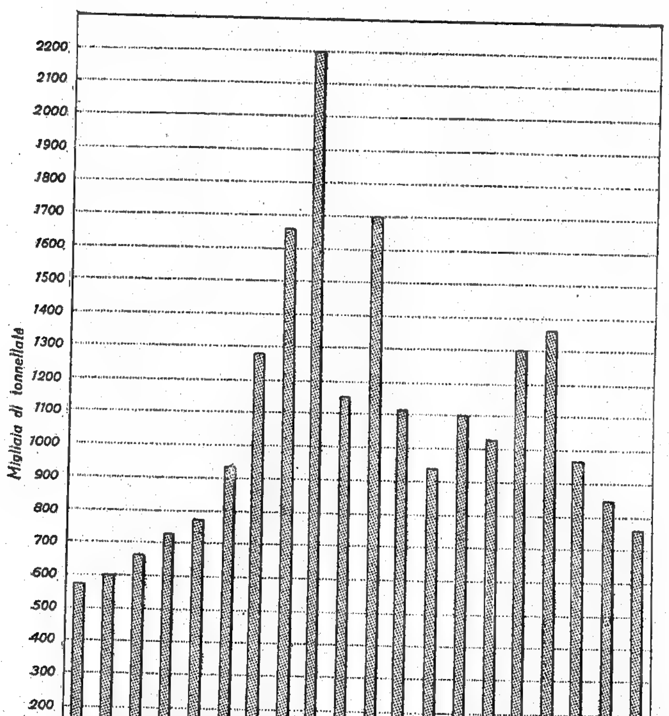


Fig. 2. - La produzione lignitifera in Italia prima, durante e dopo la guerra.

Il rapido incremento di produzione dal 1914 al 1918 si verificò per la necessità di sopperire in quel periodo alla deficienza di carbone estero, per cui molte industrie dovettero utilizzare, in mancanza di meglio, i nostri combustibili.

La produzione di 2.200.000 tonnellate di lignite fu ottenuta con lavoro febbrile per le nostre miniere, e fu possibile, perchè in quel momento tutti gli aiuti venivano dati a tale industria.

Però con i mezzi moderni e con una lavorazione metodica e bene organizzata, la produzione massima ottenibile potrebbe essere portata a 2.500.000 e forse anche a 3 milioni di tonnellate annue, ma non già ai 10, ai 20, ai 25 milioni di tonnellate, sognati qualche anno fa.

Volere ottenere una produzione maggiore, tenuto conto del limitato quantitativo di combustibile in nostro possesso, dell'ubicazione dei giacimenti e della possibilità di estrazione, sarebbe voler superare ogni equilibrio di convenienza.

Questo massimo di 3 milioni di tonnellate annue di escavazione, è però sempre una piccola cosa in confronto al nostro fabbisogno di carbone. Basta ricordare infatti che, nell'anno 1929, si consumarono in Italia circa 14.500.000 tonnellate di carbone e 750.000 tonnellate di lignite, equivalente, a parità calorifica, a tonnellate 250.000 di carbone; dunque in complesso tonnellate 14.750.000 di carbone fossile, in confronto del quale, il quantitativo di 3 milioni massimi di escavazione di lignite che sarebbe possibile effettuare, pari a circa 1.000.000 di tonn. di carbone, non rappresenta che il 6.7% circa dell'odierno consumo di carbone.

Possibilità dell'utilizzazione dei combustibili nazionali.

In Italia, come abbiamo detto, si bruciano attualmente, circa 14 milioni e mezzo di tonnellate di carbone estero per un valore di un miliardo e novecento milioni di lire circa, il che rappresenta presso a poco il 7 % del valore totale delle nostre importazioni (comprese quelle in conto riparazioni).

Di questi 14 milioni e mezzo di tonnellate, più di un quarto è bruciato dalle ferrovie, otto milioni e mezzo circa in industrie, dove il calore è utilizzato direttamente (industrie siderurgiche, metallurgiche, vetrarie, ceramiche, riscaldamento domestico, officine a gas), un milione per rifornimento piroscafi; il rimanente cioè un milione e mezzo circa per metà in industrie varie e meccaniche e per metà nelle officine termo-elettriche.

Per cui, salvo per le ferrovie (dove entro il limite della convenienza, si tende a sostituire l'elettricità al carbone), la riduzione dell'attuale consumo del combustibile fossile, per effetto della sua sostituzione con energia elettrica, non può essere che una piccola cosa, non solo, ma tale riduzione potrà essere facilmente annullata dal maggior fabbisogno di carbone, quando si pensi che in Italia si consumano soli 350 Kg di carbone all'anno per abitante, mentre per esempio in Inghilterra tale consumo è 12 volte superiore.

Il massimo consumo di carbone è dunque per produrre calore per utilizzazione diretta; è naturale quindi che la prima idea di impiego dei nostri combustibili, e particolarmente della lignite, sia quella di pensare di utilizzarla in sostituzione del carbone in queste industrie che hanno bisogno di solo calore.

Purtroppo ciò non è praticamente effettuabile, per l'impossibilità economica di estendere l'impiego della lignite oltre un certo raggio dalle miniere, perchè si tratta di combustibile povero e quindi, a parità di calorie, di peso e di volume notevolmente superiore a quello del carbone.

Applicando la tariffa ferroviaria oggi in vigore per il trasporto della lignite, è facile ricavare che il raggio medio entro il quale la lignite risulta ancora convenientemente utilizzabile in confronto al carbone, non deve superare i 100 Km dalle miniere, e poichè disgraziatamente l'ubicazione di queste si trova in generale lontana dai maggiori centri industriali di forte consumo, ne risulta che in un raggio così piccolo, la vendita della lignite non può essere che limitata.

Smercio notevole non può essere dato dal consumo fatto dalle piccole industrie delle zone prossime alle miniere stesse, nè tanto meno è da pensare oggi di crearvi industrie nuove (come ad esempio quella dei laterizi) perchè esse vedrebbero aggravata la difficoltà di vendita dei loro prodotti, per la grande distanza dai centri di consumo.

Un migliore contributo allo smercio dei combustibili può essere dato dalla bricchettazione delle ligniti, industria che ha all'estero, specie in Germania, un forte sviluppo: con tale processo si ottiene un combustibile più ricco di calorie per unità di peso (4500 calorie in media per bricchette fatte di ligniti xiloidi), e più conveniente per il trasporto, anche per la forma geometrica del prodotto.

La bricchettazione è già praticata in Italia, specie a S. Giovanni Valdarno, con promettenti risultati, malgrado che le spese di fabbricazione aumentino di assai il prezzo, sopratutto per-

chè le nostre ligniti xiloidi sono molto umide e cariche di ceneri. Ma in ogni modo la bricchettazione non basta per risolvere il problema di un consumo notevole di lignite; per raggiungere questo bisogna ricorrere ad altre forme di impiego e, tenendo presente che la lignite non può sopportare troppe spese di trasporto e di mano d'opera, appare logica l'opportunità, del resto già riconosciuta, di creare nelle stesse zone minerarie, delle centrali termiche per una cospicua utilizzazione della lignite sul posto, *sempre che sia possibile avere sul luogo l'acqua in quantità sufficiente per il loro funzionamento*.

Diversi sono i processi studiati ed anche applicati per l'utilizzazione dei combustibili poveri quali sono i nostri, dato che ogni qualità di lignite richiede la soluzione di un problema differente. I principali processi si riducono però all'utilizzazione della lignite mediante:

a) distillazione
b) gassificazione
c) combustione diretta su griglie
d) combustione con il sistema a polvere.

Di questi processi, quelli che appaiono più razionali nell'interesse della Nazione ed anche nell'interesse industriale, sono quelli di trasformare la lignite in combustibile gassoso: e quindi di distillarla e gassificarla.

Nella distillazione fatta a bassa temperatura, cioè sotto i 500°, si ottengono una serie di prodotti gassosi combustibili (ossido di carbonio, metano ed altri idrocarburi più pesanti) ed una serie di prodotti liquidi catramosi, dai quali si possono ricavare sostanze di alto valore commerciale; ed infine un residuo solido chiamato semikoke (perchè contiene ancora dal 5 al 10% di sostanze volatili) che rappresenta pure un ottimo prodotto commerciale.

La gassificazione invece è (come è noto) un processo di trasformazione completa del combustibile che, teoricamente, non dovrebbe lasciare altro residuo solido all'infuori delle ceneri; con la refrigerazione dei gas provenienti dai gassogeni si ottiene il catrame, e con il lavaggio successivo dei medesimi, con una soluzione di acido solforico, si ricava il solfato ammonico. Così insieme al gas combustibile, si ottengono altri importanti sottoprodotti.

Ma gli impianti di distillazione e di gassificazione hanno però lo svantaggio di essere assai più costosi di quelli a combustione diretta: in media si può ritenere che aumentino il costo della centrale termica di 600 ÷ 700 lire per kW installato, mentre la quantità producibile di energia elettrica è molto minore.

La convenienza di usare la distillazione oppure la gassificazione dipende quindi dalla composizione chimica del combustibile e dal prezzo dei sottoprodotti; e nelle condizioni odierne del mercato di questi, la nostra lignite, nella massima parte dei casi, non si presta con sufficiente larghezza ad essere usata con procedimenti di distillazione e di gassificazione, causa la povertà della sua composizione chimica, che fa sì che i sottoprodotti ottenibili non sono tali, come qualità e quantità, da rendere sicuramente rimunerativo un qualunque esercizio industriale, come avviene invece per le ligniti germaniche.

Il nostro semi-coke, ad esempio, è troppo ricco di ceneri e non si presta ad essere trasformato in bricchette da mettere in commercio per uso domestico; potrebbe invece essere più adatto per caldaie e forni industriali, ma per quest'uso sarebbe conveniente soltanto se costasse la metà del prezzo attuale.

Per quanto riguarda il solfato ammonico, non va dimenticato che i processi industriali per ottenere l'ammoniaca sintetica e prodotti azotati a migliori condizioni economiche, sono in continuo studio, ed una volta risolto il problema di ottenere l'idrogeno a basso costo, i prezzi di vendita dei prodotti azotati, dovranno necessariamente subire una notevole riduzione.

L'utilizzazione delle ligniti con la combustione diretta, su griglie od a polvere, è quella che si può ritenere più semplice e meno costosa: ma però anch'essa non è esente da inconvenienti.

Si sa per pratica che nella combustione su griglie, le ceneri, fusibili a bassa temperatura, rendono difficile il governo dei forni e necessario l'arresto di essi dopo un dato numero di ore di funzionamento per effettuare la totale pulizia: da ciò un cattivo rendimento per il tempo così perduto e per il raffreddamento dei forni, a cui si aggiungono le perdite dovute alle sottrazioni di calorie per la vaporizzazione delle acque igroscopiche. Il rendimento si può migliorare applicando ai focolari i preriscaldatori ad aria, ma fino ad un certo limite, perchè diversamente essi fanno aumentare la temperatura della fiamma e quindi il quantitativo di scorie fuse.

Forse il sistema più adatto è quello a *polvere* malgrado le maggiori spese di installazione necessarie per gli impianti di essiccazione di combustibili molto umidi, per i quali, nella maggior parte dei casi, occorre ridurre il tenore d'acqua dal 50 al 10%.

Il sistema a polvere ha poi il vantaggio notevole (che potrebbe divenire importantissimo in caso di mancanza di combustibile estero) di dare la possibilità, sia pure entro limiti ridotti di potenza, di bruciare senza modifiche di impianto, i nostri combustibili nelle centrali attrezzate per carbone polverizzato.

Per chi desidera fare dei confronti, ecco i dati medi di produzione di vapore di alcune centrali utilizzanti ligniti xiloidi, di potere medio calorifico di 2000 calorie, con caldaie a 13 atmosfere:

sistema a gassificazione:

0.7 ÷ 0.8 Kg di vapore per Kg di lignite

sistema a griglie:

1.1 ÷ 1.2 » » » » » » »

sistema a polvere:

1.4 ÷ 1.5 » » » » » » »

Queste produzioni sono al netto dai consumi richiesti per i servizi ausiliari necessari alle produzioni stesse.

Da quanto sopra si può ricavare che in un impianto normale a 13 atmosfere con turbine a consumo medio di 6 Kg di vapore per kWh prodotto, per ottenere un kWh occorreranno circa Kg 8.5 di lignite con il sistema a gas, Kg 5.5 con il sistema a griglia, Kg 4.3 con il sistema a polvere.

Abbiamo già visto che la massima produzione annua delle nostre miniere potrebbe raggiungere circa 3 milioni di tonnellate; supponendo che le industrie locali assorbano un quantitativo di 500.000 tonnellate all'anno (cifra ormai stabilizzata da molto tempo) ed altrettanto in futuro la fabbricazione di mattonelle, rimarrebbero disponibili per la produzione di energia elettrica circa 2 milioni di tonnellate all'anno, da bruciare in centrali elettriche.

Applicando mediamente i consumi sopra esposti, e tenuto conto del maggior potere calorifico delle ligniti picee, si otterrà che con i combustibili nazionali, si potrebbero produrre in Italia circa 400 milioni di kWh all'anno, cifra che potrà salire a kWh 500 milioni con centrali ad alta pressione, più moderne, ma più costose. È questa dunque la massima produzione di energia raggiungibile, utilizzando tutto il quantitativo di lignite, che abbiamo dimostrato rappresentare la nostra massima escavazione annuale.

Convenienza dell'utilizzazione dei combustibili nazionali.

L'utilizzazione dei nostri combustibili è un alto dovere nazionale, onde diminuire la nostra dipendenza dall'estero, politicamente pericolosa, economicamente pesante; ma industrialmente deve rimanere nei limiti della convenienza economica.

Gli impianti adatti a bruciare i combustibili poveri risultano assai più costosi per l'esercizio e per l'impianto in confronto di quelli alimentati con combustibili ricchi di calorie, mentre d'altra parte il costo della lignite non risulta sempre, in confronto al costo del carbone, così vantaggioso da compensare i maggiori oneri incontrati per la sua utilizzazione.

Il costo delle nostre ligniti finisce coll'essere elevato, perchè l'estrazione di esse deve avvenire quasi sempre in galleria, e perchè molte miniere sono troppo piccole e quindi non possono dare una produzione che compensi tutte le spese di preparazione degli impianti necessari alla loro coltivazione.

Nelle centrali si hanno maggiori spese di esercizio per il maggiore movimento di materiali (ligniti e ceneri) e per il maggior numero di caldaie in funzione e quindi del personale ad esse addetto: a ciò aggiungasi il minore rendimento dovuto al forte tenore di umidità e di ceneri, che fa sì che il consumo di combustibile è assai maggiore di quello che risulterebbe dal rapporto dei poteri calorifici fra carbone e lignite; si hanno maggiori spese d'impianto perchè, a parità di produzione, occorre maggiore superficie di caldaie con la combustione a polvere e più ancora con quella su griglia; ed infine i mezzi di trasporto, caricamento ecc. devono essere quadruplicati. È evidente poi che gli oneri predetti sono tanto più sentiti, quanto minori sono le ore di utilizzazione delle centrali.

Per rendersi conto dell'importanza della questione, basta tener presente che il costo di una centrale a lignite (tipo a griglie ed a 13 atmosfere) risulta superiore di almeno 600 lire per kW installato, a quello di una centrale a carbone.

Supponendo che una centrale di integrazione abbia un'utilizzazione di 1000 ore all'anno, cifra certamente superiore alla realtà, si avrà che per produrre con la lignite i 400 milioni di kWh annui, dianzi citati, sarà necessario un macchinario per una potenza di almeno 400.000 kW e quindi con una maggiore spesa, rispetto alle centrali a carbone, di 240 milioni di lire; somma che solo a titolo di interessi, tasse, assicurazione, am-

mortamento (limitato pure al solo 14%), dà una maggiore spesa di circa 33,6 milioni di lire, e cioè di cent. 8,4 per kWh prodotto.

D'altra parte il maggior costo di esercizio (manutenzione di maggior macchinario in funzione e maggiore spesa di mano d'opera) si può con molta approssimazione calcolare in circa ct. 1,5 per kWh; risulta quindi che complessivamente il costo dell'energia prodotta con ligniti, per un'utilizzazione di 1000 ore, sarà di ct. 10 per kWh superiore a quella prodotta con carbone.

Questa maggiore spesa sarebbe però in parte compensata dal minor costo della lignite, nell'ipotesi di poterla avere nelle centrali, costruite in vicinanza delle miniere e capaci di assorbire la quasi totalità della produzione, a non più di 15 lire la tonnellata. Tale prezzo porterebbe un beneficio di circa 3 ct. per kWh, e quindi l'onere precedentemente indicato in 10 ct. potrebbe ridursi a circa 7 ct. per kWh.

E questo, ripetiamo, per un'utilizzazione di 1000 ore annuali. Per utilizzazioni minori, l'onere sarebbe ancora superiore (per esempio per 500 ore sarebbe di 15 ct. circa); invece per utilizzazioni maggiori, l'onere predetto diminuirebbe proporzionalmente fino ad annullarsi per 4500 ore circa. Oltre questo limite, l'uso della lignite appare vantaggioso ma, in tal caso, il confronto del costo dell'energia non va più fatto attualmente con centrali di integrazione a carbone, ma bensì con centrali idroelettriche.

***

Prima di ultimare queste nostre note sui combustibili nazionali, due parole sulla situazione lignitifera tedesca.

Si sa che la Germania, privata dalla guerra di gran parte delle miniere di carbone che possedeva, ha compensato rapidamente la mancanza del medesimo, sviluppando altre riserve naturali di energia e particolarmente la coltivazione delle sue miniere di ligniti: la produzione tedesca di questo combustibile, sommata a quella della Cecoslovacchia, è stata negli ultimi anni quasi il 90% della produzione mondiale. La lignite è ormai il combustibile normale dell'Europa Centrale. Le più grandiose centrali termiche della Germania funzionano a lignite.

Per dare un'idea della grande importanza che ha oggi questo combustibile per la Nazione Tedesca, ricorderemo che nel 1913 l'estrazione della lignite è stata di 87 milioni di tonnellate, nel 1920 è salita a 112 milioni, ed ha progredito fino a raggiungere nel 1929 la cifra di 175.177.932 tonnellate.

L'aumento dell'impiego delle ligniti per la produzione dell'energia elettrica in Germania, appare da questo confronto: nel 1913 il 23% della produzione è stata ottenuta con lignite, nel 1928 detta percentuale è salita al 43,5%.

La produzione di energia elettrica è stata nel 1928 di 32 miliardi di kWh.

Ciò posto è spontanea la domanda: perchè non è possibile anche da noi in Italia imitare l'esempio germanico?

Per queste principali ragioni:

In primo luogo le estensioni dei singoli giacimenti germanici sono enormi: da 20 a 40 volte i nostri maggiori; in secondo luogo gli spessori di sterili, sovrastanti alle ligniti, sono relativamente leggeri ed uniformi, e quindi tali da consentire la coltivazione all'aperto, dove si possono impiegare escavatori meccanici, anche per la natura friabile delle ligniti, e di conseguenza mano d'opera meno specializzata e quindi meno costosa di quella necessaria nelle coltivazioni in galleria; per cui il costo delle ligniti alle miniere risulta basso e si aggira, e talvolta è inferiore, ad un marco oro, ossia è circa un terzo del costo medio della nostra lignite in miniera.

La maggior parte delle ligniti tedesche sono più bituminose e più paraffinose delle nostre, qualità che ne facilitano la trasformazione in bricchette ed anche, specie per alcuni tipi, la utilizzazione in prodotti chimici di notevole valore; infine esse contengono meno ceneri, le quali essendo anche molto meno fusibili delle nostre, permettono una più facile applicazione di griglie meccaniche.

La vicinanza dei grandi centri industriali alle miniere, permette di consumare economicamente rilevante quantitativo di combustibile allo stato naturale; ed infine le centrali termiche di centinaia di migliaia di kW, sopperiscono alla maggiore quantità del fabbisogno di energia elettrica del Paese; esse lavorano con utilizzazioni molto alte e perciò nelle condizioni economiche più favorevoli per l'uso della lignite.

Nessun confronto è quindi possibile con la Germania; il nostro è un problema diverso, e da risolversi con altre visioni e con altri mezzi.

Conclusione.

Da questo sommario esame del complesso problema dei combustibili nazionali risulta che:

1°) Il nostro patrimonio utile di combustibile a tutto oggi identificato è equivalente a circa 100 milioni di tonnellate di carbone: il nostro consumo di soli sette anni.

2°) Dalle nostre miniere sarà possibile ottenere a condizioni industrialmente convenienti una massima produzione annuale di 3 milioni di tonnellate di lignite, pari ad un massimo di un milione di tonnellate di carbone.

Non si può quindi neanche lontanamente pensare che sia possibile sostituire completamente il carbone estero con le nostre ligniti e neppure sostituirlo in misura notevole.

3°) In confronto alle nostre disponibilità di combustibile, il problema del fabbisogno di energia elettrica è di ben altre proporzioni; i 500 milioni di kWh di massima produzione annuale che sarà possibile ottenere mediante combustibile nazionale, non rappresentano che un ventesimo del fabbisogno attuale, un sessantesimo di quello previsto per il 1940 in 30 miliardi di kWh.

4°) D'altra parte l'utilizzazione dei nostri combustibili non deve essere trascurata, perchè per un paese di poche risorse come il nostro, il patrimonio equivalente a 100 milioni di tonnellate di carbone, rappresenta una ricchezza commerciale di una dozzina di miliardi.

I nostri combustibili potranno dunque dare un contributo alla soluzione del problema della produzione dell'energia, ma limitato; tutto sta quindi nel contenerlo nelle sue giuste proporzioni non dimenticando che il nostro è un combustibile povero di calorie e di sottoprodotti e che quindi non è prudente spender troppo in complicati impianti: *la diagnosi della malattia dei combustibili nazionali*, diceva uno specialista in materia, *è la miseria; e la cura, la semplicità di regime.*

Lo Stato che ha già fatto assai per questi combustibili, deve, sia pure con giusta precauzione, aiutarli ancora; egli ha questo obbligo, per ragioni politiche, economiche e sociali. Gli industriali da parte loro devono cooperare con lo Stato, studiando i mezzi per utilizzare i combustibili nel modo più utile e con la minore spesa possibile.

L'insieme degli sforzi dovrà però essere diretto verso quei giacimenti già noti e studiati da tempo, per i quali i costi di scavo e le difficoltà tecniche non rappresentano più una sorpresa, invece di disperderli in sussidi e ricerche, come purtroppo si è fatto in passato, per tentativi di sfruttamento di miniere nuove, di incerto valore e di non sicura produttività.

Si continui la costruzione di impianti idraulici, ciascuno dei quali rappresenta sempre una miniera inesauribile di energia ed una ricchezza nazionale e nel frattempo si studino meglio i nostri giacimenti ed il modo più utile di adoperare i nostri combustibili. E così, quando le nostre risorse idrauliche saranno alla fine, potremo dedicarci alla costruzione di grandi centrali a lignite, che allora potranno essere anche economicamente convenienti, per la forte utilizzazione che di esse se ne potrà fare, contribuendo così parzialmente, ma in modo conveniente, alla soluzione del problema del nostro fabbisogno di energia.

Ing. Ignazio Prinetti.

ING. PIERO FERRERIO
DIRETTORE GENERALE DELLA SOCIETÀ « EDISON

Stato attuale e progressi probabili delle grandi centrali a vapore in Italia

Le condizioni del mercato dei combustibili nel periodo bellico e nell'immediato dopoguerra, cioè le difficoltà e irregolarità di provvista e l'esasperazione dei prezzi, indussero tutti quanti per qualche tempo nella convinzione che la produzione termica dell'energia con impianti fissi avesse oramai fatto il suo tempo in Italia e che l'energia idroelettrica, la quale a prezzo di una lotta dura e paziente era riuscita a far tacere a poco a poco quasi dovunque il motore termico, si fosse finalmente e definitivamente sbarazzata del pericoloso concorrente.

Ciò anzi valse forse a suscitare nel vasto campo dell'utenza, ed anche nelle Autorità, la preoccupazione che si venisse a questo modo a determinare uno stato di cose che rendesse arbitri del prezzo i produttori dell'energia idraulica, con la possibilità quindi per i medesimi di assicurarsi profitti eccessivi a spese della massa dei consumatori.

Da qui agitazioni, interventi e limitazioni che se poterono essere contenuti in limiti ragionevoli per la vigile e valida difesa di alcuni capi della nostra industria e per l'illuminata coscienza dei supremi reggitori della pubblica cosa, contribuirono tuttavia ad ostacolare il raggiungimento da parte dell'industria elettrica di quel consolidamento e di quella larghezza di respiro che le potrebbero consentire oggi e ancor più in avvenire maggiore sicurezza di proseguire il cammino verso l'integrale utilizzazione delle nostre forze idriche.

Il progressivo ritorno dei prezzi dei combustibili ai valori oro prebellici, talvolta anche a valori più bassi; la riduzione dei consumi ottenuti con gli impianti moderni in confronto di quelli prebellici; per contro il costo di costruzione degli impianti idroelettrici sempre crescente e comunque oggi, a parità di condizioni, almeno sestuplo di quello di anteguerra; tutto ciò valse a ridare a poco a poco, anche da noi, importanza alla funzione della centrale termica per la produzione di energia, fino a riconoscerla una concorrente temibilissima dell'impianto idroelettrico, come è stato chiaramente esposto dall'On. Motta nel discorso di Trento.

Cominciò dapprima a presentarsi la sua convenienza in confronto dei serbatoi stagionali, convenienza resa più sensibile grazie all'avvenuta costruzione di importanti linee di interconnessione che permettono di ubicare le centrali termiche in luoghi adatti ad evitare inutili trasporti così di energia che di combustibili.

Effettivamente la capacità di regolazione dei deflussi annui, che può economicamente ottenersi mediante la costruzione di serbatoi per trattenere le acque nei periodi di abbondanza, è assai piccola confrontata così con la produzione idrica complessiva ottenibile come con le variazioni che tale produzione subisce nei varî periodi dell'anno.

Questa deficienza appare poi più grave se si tiene conto delle differenze che si possono avere nelle precipitazioni da un anno all'altro, differenze che raggiungono valori perfino uguali a due volte le precipitazioni degli anni più magri. A Milano, per esempio, di fronte ad una precipitazione media annuale di circa 1.010 mm. si riscontrano precipitazioni nell'alto della scala di 1.578 mm. e nell'altro senso di 639,4 mm. con punta fino a 426 mm. nel 1921.

È vero che i deflussi non ricalcano esattamente l'andamento delle precipitazioni, sopratutto dove sia notevole l'influenza dei ghiacciai e nevai, ma è manifesto che il divario non può essere tale da modificare notevolmente le cose.

D'altra parte la costruzione dei serbatoi non può ottenersi che là dove madre natura provvide a crearne le condizioni favorevoli, e quindi la loro importanza è assai limitata; inoltre, anche dove ricorrono tali condizioni, il loro costo è sempre notevole anche se non si incontrano gravi sorprese, come sovente avviene, passando dalla carta alla pratica attuazione.

La convenienza integratrice della centrale termica non tardò quindi a rendersi evidente, anche perchè essa consente di fronteggiare l'incremento del consumo dopo esaurite le disponibilità idroelettriche, differendo la costruzione di nuovi impianti idroelettrici, col vantaggio di alleggerire il mercato finanziario e di ridurre l'aggravio per l'anticipato immobilizzo.

Di conseguenza i principali Gruppi elettrici provvidero in questi ultimi anni a costruire alcune moderne e potenti centrali termiche, le quali, se non hanno fino ad oggi avuto occasione di funzionare in misura notevole, ci permettono tuttavia di renderci conto con sufficiente approssimazione del probabile costo di produzione del kWh termico.

Sorsero così le seguenti centrali:

1°) *Centrale di Genova* del Concenter (Gruppo Edison);

2°) *Centrale di Turbigo* della Società Lombarda per Distribuzione di Energia Elettrica (Gruppo Sip);

3°) *Centrale di Marghera* (Venezia) della Società Adriatica di Elettricità;

4°) *Centrale di Piacenza* della Società Generale Elettrica dell'Adamello;

5°) *Centrale del Marzocco* (Livorno) della Società Ligure Toscana di Elettricità;

6°) *Centrale Capuano* (Napoli) della Società Meridionale di Elettricità.

Nelle tabelle allegate sono riassunti i dati principali di queste centrali, ai quali conviene aggiungere qui alcune considerazioni.

1°) *Centrale di Genova.* – Serve ad integrare il fabbisogno di energia del Gruppo Edison. Il criterio che è stato seguito per la scelta della località è stato quello di evitare contemporaneamente il trasporto dell'energia ed il trasporto del combustibile.

Il Gruppo Edison trasmette infatti ingentissimi quantitativi di energia idraulica, proveniente dagli impianti delle Alpi Centrali (Toce e Liro-Mera) in Liguria che è un centro consumatore di primissima importanza. La costruzione di una centrale a Genova consente di generare in posto, nei periodi di scarsità idroelettrica, l'energia occorrente, evitando così tanto il trasporto di energia dalle Alpi, quanto il costoso trasporto ferroviario del carbone verso la Lombardia. L'avere poi installato la centrale proprio sulla banchina consente un'ulteriore economia, permettendo di scaricare il combustibile direttamente dal piroscafo al deposito della centrale.

Nella centrale sono attualmente installati due gruppi da 25.000 kW ed uno da 3.125 kW, cioè 53.125 kW. Il fabbricato e tutte le altre opere, compresa la provvista d'acqua e il carbonile, sono però sufficienti per altri tre gruppi da 40.000 kW ed un secondo da 3.125, e cioè per una potenza finale di 176.250 kW installati.

TABELLA I.

CENTRALE DI	GENOVA	TURBIGO	VENEZIA	PIACENZA	LIVORNO	NAPOLI
A) *Generalità*						
1) Breve descrizione dell'impianto	*Località:* Sorge su un'area di circa 20.000 m² nel porto di Genova, sotto la Lanterna, in fregio al molo che limita ad ovest il bacino Vittorio Emanuele III. Il fabbricato è costituito da una struttura di ferro, fornita dalle Officine di Savigliano, con chiusura di mattoni, ed è formato da tre corpi principali: quello delle caldaie, disposte su due file con corridoio centrale; quello delle macchine, connesso al primo da un corpo intermedio destinato ai servizi ausiliari; quello dei trasformatori e quadri a 130 kV e 60 kV, connesso al secondo da un altro corpo intermedio destinato al quadro di manovra e ai servizi ausiliari elettrici. I piroscafi attraccano direttamente lungo il carbonile. Naturalmente la Centrale è anche provvista di raccordo ferroviario. La Centrale è destinata a integrare la produzione idroelettrica del Gruppo Edison.	*Località:* Vicino al villaggio omonimo, sulla destra del Naviglio Grande. Superficie disponibile 130.000 m², con fronte di 800 m. lungo il Naviglio. La Centrale, con ossatura in cemento armato comprende 3 corpi, per caldaie, pompe e macchine e si trova al centro del terreno; verso est la sottostazione all'aperto, verso sud il parco carbone, a nord le opere di presa. Raccordo ferroviario con la stazione di Turbigo. L'acqua per la condensazione normalmente si prende dal Naviglio; nel mese di asciutta direttamente dal Ticino, a mezzo traversa mobile. Altre costruzioni ausiliarie: strada accesso, magazzini, uffici, abitazioni, serbatoi nafta. La Centrale servirà di riserva al gruppo SIP in caso di magre straordinarie e inoltre all'integrazione normale invernale e al rifasamento delle linee A. T.	*Località:* Zona del Porto Industriale di Venezia, con possibilità di accessi marittimi, fluviali e ferroviari. Area disponibile 130.000 m², con un fronte di 250 m. sul Canale Industriale Ovest. Tutti gli edifizi con ossatura in cemento armato; il principale comprende i reparti: caldaie e pompe; turboalternatori; quadri e trasformatori; solo le partenze linee 110 kV sono all'aperto. Il parco carbone è lungo la sponda del Canale Industriale. Da questo si preleva l'acqua per la condensazione, restituendola in punto tale che l'acqua di scarico non rientri nel canale di presa. Altri fabbricati per uffici, abitazioni, magazzini, ecc. La Centrale dovrà integrare le magre ordinarie degli impianti dell'Adriatico a deflusso non regolato (Cellina, Cismon, Adige), e le magre straordinarie del Piave, in ausilio al Lago di Santa Croce.	*Località:* Riva destra del Po, vicino alla stazione di Piacenza, cui è allacciata da raccordo ferroviario. Il gruppo principale di fabbricati comprende le sale macchine, dei quadri di manovra, delle pompe ed evaporatori, delle caldaie. Vicino a queste, due serbatoi in ferro per il mazout. L'edificio pompe per l'acqua di condensazione è posto fra il Po e l'argine maestro, con edifici di presa e di scarico lungo il fiume. Altre opere: l'officina riparazioni, i magazzini, ecc. La Centrale deve servire al rifasamento e all'integrazione di potenza su tutto il sistema Adamello e alla riserva in caso di interruzioni, specie per le zone senza produzione propria; inoltre alla riserva per magre straordinarie.	*Località:* Porto di Livorno, in un'area fra il bacino di evoluzione delle Navi, il Canale dei Navicelli e la grande Via del Porto. L'edificio principale comprende sala macchine, sala caldaie, cabina elettrica. Vicino al Canale il Silos carbone e adiacente a questo la Centrale di polverizzazione; verso il bacino di evoluzione, le opere di presa per l'acqua dei condensatori. Raccordo ferroviario e rifornimento diretto dai natanti. La Centrale deve sopperire alle deficienze del diagramma di produzione idroelettrica e di acquisto e formare riserva totale agli impianti *Selt*.	*Località:* Al confine della zona portuale di Napoli, verso i comuni vesuviani, su terreno guadagnato al mare mediante difese e rinterri. Area disponibile 29.000 m², con fronte di m. 315 verso il mare. L'edificio principale comprende le sale caldaie e macchine e la sottostazione, ed è in cemento armato con fondazioni sopra palificate. Serbatoi nafta; locale griglie per depurazione acqua di refrigerazione; officina riparazioni; abitazioni; uffici. Raccordo ferroviario con Napoli-S. Giovanni e in seguito col nuovo porto. Diga di protezione contro le mareggiate. La Centrale deve provvedere in pendenza dei nuovi impianti idroelettrici alla integrazione degli esistenti; servire alla riserva ordinaria e straordinaria e al rifasamento.
2) Numero e potenza in servizio continuo delle macchine	2 × 25.000 kW + 1 × 3.125 kW	1 × 30.000 kW	2 × 18.500 kW	2 × 12.000 kW	3 × 14.000 kW	3 × 16.200 kW
3) Numero e potenza delle macchine che è possibile installare col fabbricato e impianti accessori attuali	2 × 25.000 kW + 3 × 40.000 kW + + 2 × 3.125 kW	2 × 30.000 »	2 × 18.500 kW + 1 × 30.000 kW	4 × 12.000 »	3 × 14.000 »	3 × 16.200 »
4) Numero e potenza di macchine a impianto completo, con gli ingrandimenti anche di fabbricati previsti	2 × 25.000 kW + 3 × 40.000 kW + + 2 × 3.125 kW	4 × 30.000 »	2 × 18.500 kW + 1 × 30.000 kW + + 2 × 36.000 kW	4 × 12.000 »	~ 100.000 »	3 × 16.200 kW + 2 × 25.000 kW
5) Provvista acqua per i condensatori: qualità e quantità acqua disponibile	Acqua di mare: quantità 15 m³/1''.	Acqua dolce; quantità disponibile attualmente 2,5 m³/1'' (1).	Acqua di mare; 12 m³/1''.	Acqua dolce; attualmente 3 m³/1''.	Acqua di mare; quant. 8 m³/1''.	Acqua di mare; quantità 5 m³/1''.

(1) A impianto ultimato ne occorrerà 10 m³/1''. Le opere idrauliche son già costruite per l'impianto completo.

TABELLA II.

CENTRALE DI	GENOVA	TURBIGO	VENEZIA	PIACENZA	LIVORNO	NAPOLI
B) *Impianto evaporatore*						
6) Numero, tipo e costruttore delle caldaie attualmente installate	4 Babcock marina della Borsig-Berlin-Tegel.	2 Humboldt a tubi sub-verticali, costruzione Breda.	Semimarine a tubi sub-orizzont. In esercizio 2 Tosi e 2 Borsig; in erezione 1 Borsig e 1 Springfield	4 Babcock marina; 4 Yarrow Stabilimento Tecnico Triestino	4 Babcock marina di cui: 2 della Babcock e Wilcox 2 della S. A. Franco Tosi	4 semimarine della Babcock e Wilcox; 2 Springfield dei Cantieri Armstrong (Napoli).
7) Superficie riscaldata di una caldaia m^2..	2.050	2.000	1200 le unità in eserc.; 1700 le altre	800 le Babcock; 700 le Yarrow	1.200	1.146 le B. e W.; 1.665 le Springfield
8) Superficie riscaldata del surriscaldatore m^2	735	700	400 le unità in eserc.; 600 le altre	398	468	300 le B e W.; 298,7 le Springfield
9) Tipo e superficie riscaldata dell'economizz.	In acciaio a tubi sub-orizzontali: m^2 859 cad.	In tubi d'acciaio; m^2 1.200 cad.	In ghisa. 4 Green a tubi lisci da m^2 900 cad. 2 Green ad alette da m^2 1.600 cad.	4 Green m^2 520 cad.	Babcock e Wilcox da 660 m^2 per le caldaie B. e W. Green da 630 m^2 per le Tosi.	Green Ringstay a tubi verticali in ghisa; m^2 720 cad.
10) Tipo e superficie riscaldata del riscald. d'aria	È prevista l'eventuale installazione.	È prevista l'eventuale installazione.	Non installati nè previsti.	—	Il 15 % dell'aria di combustione viene aspirata a mezzo ventilatore dalle intercapedini della muratura a tramoggia del cinerario; temperatura raggiunta 80°÷100°.	L'aria si preriscalda, parzialm. per le Babcock e tutta per le Springfield, attraversando le intercapedini che girano intorno alle pareti e sotto le solette dei forni.
11) Produz. oraria di vapore p. m^2 – normale kg.	40	35	30 le attuali; 40 quelle in erezione	28 le Babcock; 18 le Yarrow	40	33,5 le Babcock; 39 le Springfield
– massima kg.	56	60	40 » 50 » »	34 » 24 »	50	43,5 le Babcock; 51 le Springfield
12) Pressione del vapore all'uscita dalla caldaia kg/cm^2	32	30	28	35 » 14 »	30	26
13) Temperatura del vapore all'uscita dalla caldaia	450°	400°	400°	420° » 194° »	400°	400°
14) Sistema di combustione: natura, tipo e costruttore	Griglie tipo Taylor della American Engineering Co.; costr. Aeromeccanica Marelli e Ing. Moncalvi.	Underfeed Riley Super Stoker della F.A.M.A.; fornito dalla Breda e in buona parte costruito in Italia.	Attualm. focolari meccanici Riley con aria soffiata sotto griglia; costr. F.A.M.A. In seguito anche impianto di combustione a nafta della ditta Mejani.	A polverizzazione meccanica previo riscaldamento.	Per ogni caldaia 10 bruciatori di tipo Lopulco a proiezione verticale, alimentati da 10 distributori a coclea - Costruttore Italsice.	A nafta densa a mezzo polverizzatori meccanici tipo Mejani.
15) Tipo e volume della camera di combustione	In muratura a circolazione d'aria m^3 298.	A circolazione d'aria m^3 400.	Attualm. murature ancorate con giunti di dilatazione Cadirola 160 m^3 le Tosi; 130 m^3 le Borsig. Per le caldaie in erezione: Rivestimento esterno in lamiera e intercapedine con circolazione d'aria. 260 m^3 le Borsig; 240 m^3 le Springfield.	m^3 140 le Babcock m^3 24 le Yarrow	Tipo Lopulco con muri laterali a circolazione d'aria; 450 m^3 al disopra del diaframma dei tubi d'acqua.	A circolazione d'aria, con rivestimento esterno in lamiera foderata di materiale calorifugo. m^3 150.
16) Combustibili usati	Carboni *tout venant* e ligniti con almeno il 12 % di materie volatili.	Attualm. carbone di qualunque provenienza con pezzatura *tout venant*, contenuto in materie volatili non $<$ 14 %. Eventualm. con qualche modifica si potrà adoperare polverizzato o nafta.	Cardiff primario, Westfalia, Alta Slesia, Arsa } per le caldaie attuali Nafta densa (p. le caldaie in erezione).	Attualmente mazout; eventualmente anche polvere di carbone o carbone su griglie meccaniche.	Combustibile polverizzato: Litantraci - Antracitasi – Ligniti, con potere calorifico variabile (7.500 calorie a 4.500 calorie).	Nafta semidensa a 10.000 calorie.
Combustione oraria p. caldaia: max contin.	12 T.	11 T.	6,5 T carbone; 9 T. nafta	2 T. le Babcock; 1,25 T. le Yarrow (1).	{ Carboni da 7.500 calorie 5 T. Ligniti da 4.500 calorie 8 T.	3,7 T. le Babcock; 6,3 T. le Springfield.
maximum maximorum	13.5 T	15 T.	7,5 T. carbone; 10,5 T. nafta	2,4 T. le Babcock; 1,5 T. le Yarrow (2)	{ Carboni da 7.500 calorie 6,5 T. Ligniti da 4.500 calorie 10 T.	4,8 T. le Babcock; 6,8 T. le Springfield.
tema di evacuazione delle ceneri	Idraulico a bassa pressione.	In un primo tempo a vagoncini; in seguito idraulicamente.	Misto a vagonetti e idraulico.	—	—	—
nino – tipo......................	Ad aspirazione totale	A tiraggio indotto Prat.	A tiraggio aspirato Prat	A tiraggio indotto Prat	2 a tiraggio indotto. 2 ad aspirazione totale	A tiraggio indotto le B. e W. A tir. asp. e soff. le Springfidel.
– costruttore	Borroni.	Borroni-Breda.	Borroni.	Borroni.	Aeromeccanica Marelli.	Borroni.

(1) normale.
(2) forzata.

	LIVORNO
C) *Impianto alimen[...]*	
20) Preriscaldatori: numer[...] e costruttore	2 degassatori-preriscaldatori. In un primo scomparto avviene il preriscaldamento a 65°-95° dell'acqua di alimentazione proveniente dai pozzi caldi di macchina; negli scomparti successivi avviene la disaerazione, tipo Union Thermique, a ossidazione di paglia di ferro. Soc. Forni ed Impianti Industriali - Milano.
21) Disaeratori: numero co[...] struttore	(vedi sopra)
22) Distillatori: numero [...] costruttore	2 evaporatori tipo Odero-Spampani, per distillare acqua industriale o di mare. Produzione di vapore 5 T/ora cad. Cantieri Navali Odero - Sestri Ponente.
23) Pompe di alimentazion[...] sivo, tipo e costrutto[...]	2 elettropompe da 100 m^3/ora cad. 2 turbopompe da 100 m^3/ora cad.

	LIVORNO
D) *Deposito e traspor[...]*	
24) Capacità del parco o d[...]	20.000 T. carbone o lignite
25) Modo d'alimentazione [...]	Carri-benna.
26) Trasporto dal parco a[...]	Trasportatori a lastre e a tazze del combustibile in pezzi. Dopo la polverizzazione, trasporto pneumatico.
27) Capacità dei silos d'ali[...]	T. 20 per caldaia.
28) Capacità oraria dell'im[...] (dal parco ai silos) ..	40÷50 T/ora
29) Costruttore	(Parte meccanica): Bleichert

…IO	NAPOLI
…a di cui: …Wilcox …o Tosi	4 semimarine della Babcock e Wilcox; 2 Springfield dei Cantieri Armstrong (Napoli).
	1.146 le B. e W.; 1.665 le Springfield
	300 le B e W.; 298,7 le Springfield
…da 660 m² per	Green Ringstay a tubi verticali in ghisa; m² 720 cad.
…per le Tosi.	
…combustione …zo ventilatore …ella muratura …rario; tempe- …÷ 100°.	L'aria si preriscalda, parzialm. per le Babcock e tutta per le Springfield, attraversando le intercapedini che girano intorno alle pareti e sotto le solette dei forni.
	33,5 le Babcock; 39 le Springfield
	43,5 le Babcock; 51 le Springfield
	26
	400°
…bruciatori di …one verticale, …stributori a …calsice.	A nafta densa a mezzo polverizzatori meccanici tipo Mejani.
…muri laterali …450 m³ al …a dei tubi	A circolazione d'aria, con rivestimento esterno in lamiera foderata di materiale calorifugo. m³ 150.
…rizzato: Li- …Ligniti, con …bile (7.500 …).	Nafta semidensa a 10.000 calorie.
…orie 5 T. …le 8 T. …rie 6,5 T. …le 10 T.	3,7 T. le Babcock; 6,3 T. le Springfield. 4,8 T. le Babcock; 6,8 T. le Springfield.
	—
	A tiraggio indotto le B. e W. A tir. asp. e soff. le Springfidel. Borroni.

TABELLA III.

CENTRALE DI	GENOVA	TURBIGO	VENEZIA	PIACENZA	LIVORNO	NAPOLI
C) *Impianto alimentazione caldaie*						
20) Preriscaldatori: numero complessivo, tipo e costruttore	4 da 120 m² cad. 2 da 75 m² » 4 da 150 m² cad. Costruttore Brown-Boveri	1 riscaldatore a tubi per riscaldare l'acqua di alimentazione a 50° sia a 1/2 carico che a 3/4 carico. S.C.A.M.–Franco Tosi.		2 preriscaldatori a bassa pressione (0,9 kg/cm²), superficie m² 60 cadauno. 2 preriscaldatori a media pressione (5÷6 kg/cm²), superficie m² 50 cad.	2 degassatori-preriscaldatori. In un primo scomparto avviene il preriscaldamento a 65°-95° dell'acqua di alimentazione proveniente dai pozzi caldi di macchina; negli scomparti successivi avviene la disaerazione, tipo Union Thermique, a ossidazione di paglia di ferro. Soc. Forni ed Impianti Industriali - Milano.	3 preriscaldatori a superficie con corpo cilindrico in ghisa e tubi in ottone, per sopraelevare la temperatura dell'acqua condensata a 95° a 1/2 carico e a 79° a 1/2 carico. Brown-Boveri.
21) Disaeratori: numero complessivo, tipo e costruttore	Disaerazione operata dai condensatori principali Brown-Boveri.	1 disaeratore che riscalda mediante un fascio tubolare l'acqua di alimentazione suddivisa in particelle cadenti dall'alto; i gas sprigionantisi col calore vengono aspirati. S.C.A.M.–Franco Tosi.	2 disaeratori-preriscaldatori della portata complessiva di 300 T/ora. Atlas Werke - Brema.	—		3 disaeratori con entrata dell'acqua condensata indipendente e direttamente collegata con l'uscita del preriscaldatore corrispondente. Tipo a reazione chimica (ossidazione paglia di ferro). Soc. Forni ed Impianti Industriali - Milano.
22) Distillatori: numero complessivo, tipo e costruttore	2 impianti di distillazione per 3 m³-ora cad. Tipo Brown-Boveri.	1 distillatore a pioggia, formato da una camera di ebollizione, nella parte inferiore della quale è montato un fascio tubolare. Il vapore circonda i tubi, nei quali circola rapidamente l'acqua da distillare. Previsto per il consumo totale di 6 T.-ora. S.C.A.M.–Franco Tosi.	2 evaporatori - distillatori della portata di 12 T/ora. Atlas-Werke, Brema.	2 evaporatori tipo Erste Bruenner. Superficie di riscaldamento 35 m² cad. Portata 3 m³/ora cad. 1 preriscaldatore a superficie dell'acqua da evaporare, con superficie di riscaldamento di m² 25.	2 evaporatori tipo Odero-Spampani, per distillare acqua industriale o di mare. Produzione di vapore 5 T/ora cad. Cantieri Navali Odero - Sestri Ponente.	1 distillatore a superficie. Ditta Prâche e Bouillon - Parigi.
23) Pompe di alimentazione: numero complessivo, tipo e costruttore	2 turbopompe centrifughe Brown-Boveri da 200 m³-ora. 2 elettropompe centrifughe Sulzer-Tecnomasio da 120 m³-ora. 4 turbopompe duplex Worthington da 120 m³-ora.	1 elettropompa portata 160 m³-ora. 1 turbopompa portata 160 m³-ora. Franco Tosi - Legnano.	1 turbopompa centrifuga Tosi da 300 m³/ora. 1 turbopompa centrifuga Tosi da 150 m³/ora. 1 turbopompa centrifuga Borsig da 150 m³/ora. 1 elettropompa centrifuga Tosi-Ganz da 75 m³/ora. 1 elettropompa centrifuga Borsig TIBB da 75 m³/ora.	1 gruppo elettropompe centrifughe, con pompe a bassa ed alta pressione, portata 150 m³/ora. 1 gruppo c. s. portata 75 m³/ora. 1 gruppo turbopompe alta e bassa pressione, portata 75 m³/ora.	2 elettropompe da 100 m³/ora cad. 2 turbopompe da 100 m³/ora cad.	2 elettropompe centrif. Sulzer. 2 elettropompe centrifughe Marelli. 1 turbopompa centrifuga Weir. 1 turbopompa centrifuga Tosi.

TABELLA IV.

CENTRALE DI	GENOVA	TURBIGO	VENEZIA	PIACENZA	LIVORNO	NAPOLI
D) *Deposito e trasporto combustibili*						
24) Capacità del parco o dei serbatoi	25.000 T. (carbone)	40.000 T. (carbone)	20.000 T. carbone 12.000 T. nafta (2 serb.)	1.500 T. (mazout)	20.000 T. carbone o lignite	4.000 T (2 serb.) (nafta)
25) Modo d'alimentazione del parco o serbatoio	3 gru a cavalletto, scorrevoli su rotaie. Portata 70 T/ora cad.	1 grue a cavalletto scorrevole su rotaie.	Ponte grue con benna su carrello. Portata 100 T/ora.	Stazione di pompe e tubazioni.	Carri-benna.	Impianto di pompe della Società fornitrice del combustibile.
26) Trasporto dal parco ai silos	Benne dragatrici ed elevatori fino ai rompitori; poi convogliatori a tazze e trasportatori a nastro.	Elevatori e trasportatori a nastro (Simplex).	Carbone - Nastri metallici (per il caricamento frantoi) e convogliatori - elevatori a secchi. Nafta - 4 pompe da 40 T./ora cad.	Pompe e tubazioni.	Trasportatori a lastre e a tazze del combustibile in pezzi. Dopo la polverizzazione, trasporto pneumatico.	Impianto pompe e tubazioni.
27) Capacità dei silos d'alimentazione	T. 500 per caldaia.	—	Carbone T. 50 per caldaia Nafta T. 150 (serb. servizio).	Casse di servizio.	T. 20 per caldaia.	2 serbatoi di servizio da: m³ 12,5 cad. (m³ 25 totale)
28) Capacità oraria dell'impianto trasportatore (dal parco ai silos)	140 T/ora	Capacità finale 140 T/ora Attualmente 70 T/ora.	Carbone 50 T. ora.	—	40÷50 T/ora	Fino a 300 T/ora.
29) Costruttore..........................	Officine di Savigliano - Torino.	Compagnie des Transporteurs Simplex (Parigi) a 1/2 Borroni - E. Breda.	Ponte grue: Ceretti e Tanfani. Trasportatori e Convogliatori: A. Bleichert. Serbatoi nafta: A.V.E. Pompe nafta: Officine Gallara-	—	(Parte meccanica): Bleichert	Serbatoi nafta: Unione Metallurgica di Roma. Tubazioni: S.T.I.R. di Napoli.

TABELLA V.

CENTRALE DI	GENOVA	TURBIGO	VENEZIA	PIACENZA	LIVORNO	NAPOLI
E) – *Impianto generatore*						
30) Numero e tipo gruppi installati	2 con turbina mista azione e reazione.	1 con turbina mista azione e reazione.	2 con turbina mista azione e reazione.	2 con turbina Erste Bruenner.	3 con turbina a reazione Ljungström e 2 alternatori per gruppo.	3 con turbina tipo Parsons-Brown Boveri.
Costruttore	Tecnomasio Italiano Brown-Boveri.	Turbina Franco Tosi Alternatore Ganz.	Turbine Franco Tosi. Alternatore Ganz.	Turbina Stabilimento Tecnico Triestino. Alternatore Ganz.	Ditta Stal - A.S.E.A.	Tecnomasio Italiano Brown Boveri.
31) Potenza max effettiva in servizio continuo di un gruppo kW	25.000	30.000	18.500	12.000	14.000	16.200
32) Giri al minuto	3.000	1.500	2.500	2.520	3.000	2.700
33) Pressione vapore all'ammissione kg/cm²	29	26	26	33	28	24
Temperatura vapore all'ammissione (norm.)	420°	375°	375°	400°	375°	380°
34) Numero estrazioni di vapore	2	1	nessuna	2	nessuna	1
35) Tipo e superficie del condensatore	A superficie in due corpi; m² 2.300	A superficie; m² 2.800.	A superficie con circolazione acqua di mare; 2.000 m²	A superficie; 2 × 550 m²	A superficie; 1195 m²	A superficie per acqua di mare; m² 1300.
36) Potenza apparente dell'alternatore kVA	32.500	43.200	26.400	20.000	17.500 (compless. per i due alternatori di un gruppo).	20.000
37) Tensione dell'alternatore V	8.500	11.500	10.500	6.000 — 6.500	5.500	9.250
Frequenza dell'alternatore per/1"	42-50	42-50	42	42	50	45
38) Sistema di raffreddamento dell'alternatore	In ciclo chiuso, con ventilatore separato coassiale alla turbina.	In ciclo aperto (filtro).	In ciclo chiuso a circolazione d'acqua.	In ciclo chiuso.	In ciclo chiuso.	In ciclo aperto (filtro).
39) Se l'alternatore è previsto per funzionare come sincrono e con quali accorgimenti	no	Sì. L'avvolgimento statorico provvisto di una presa a minor numero di spire per facilitare la stabilità della macchina a carico capacitivo. Avviamento con motore asincrono sincronizzato.	Sì. Con motori di lancio coassiali tipo asincrono sincronizzato.	Uno o più gruppi funzioneranno con potenza limitata al necessario per l'eliminazione delle punte di richiesta, con forte erogazione di kVA.	Il servizio di rifasamento è fatto da sincroni appositamente installati nella sottostazione annessa alla Centrale.	Sì. Ogni gruppo ha il giunto di accoppiamento speciale che permette il rapido distacco della turbina. Per la messa in marcia degli alternatori come sincroni si impiega un'altra macchina funzionante da generatrice.
F) *Impianto trasformatore*						
40) Numero (attuale) e tipo dei trasformatori	2 a circolazione esterna d'olio con raffreddamento ad acqua di mare.	1 a raffreddamento con circolazione d'olio in refrigeranti.	2 a circolazione esterna d'olio con raffreddamento ad acqua.	a circolazione esterna d'olio, tipo per esterno.	4 a raffreddamento dell'olio con refrigeranti separati a circolazione di acqua di mare.	2 a circolazione d'olio raffreddato mediante refrigeranti esterni.
Costruttore	Compagnia Generale di Elettricità.	Soc. It. E. Breda.	T.I.B.B.	Ansaldo.	2 San Giorgio. 2 A.S.E.A.	
41) Potenza apparente di un trasform. kVA	32.500	36.000 ÷ 43.200	22.000	16.600	2 da 6.500 kVA 2 da 18.000 »	20.000
42) Numero avvolgimenti	3	2	2	2	3	2
43) Rapporti trasformazione	8.500/58.000 – 62.000/122.000 – 133.000 Δ ⅄ ⅄	11.000/45.000 Δ 78.000 ⅄	10.500/57.500	6.500/70.000 Δ 120.000 ⅄	2 con 5.300/30.000/60.000 2 con 5.300/60.000/120.000	9.500 ⅄ 57.000 — 60.000 — 63.000 ⅄

2°) *Centrale di Turbigo.* – È destinata ad integrare la produzione del Gruppo Sip, al quale la Società Lombarda per Distribuzione di Energia Elettrica appartiene. Essa venne disposta opportunamente a cavaliere fra le due grandi zone consumatrici della Sip: quella Piemontese, che gravita intorno a Torino ed a Biella; quella Lombarda o del cosidetto Alto Milanese, zona eminentemente industriale che ha per centri Gallarate, Busto e Legnano; ed è altresì a cavaliere fra le centrali produttrici delle Alpi occidentali e della Val d'Aosta e quelle di Lombardia (Brusio, Alto Brembo e Ticino) e dell'Alto Adige (Isarco) dalle quali il Gruppo Sip ritira l'energia occorrentegli. La necessità di avere acqua abbondante e perenne a disposizione per la condensazione e quella di potersi facilmente raccordare ad una linea ferroviaria per la provvista del combustibile valsero a precisare il punto di ubicazione, sul Ticino a Turbigo.

Mentre attualmente è installato un solo gruppo da 30.000 kW, il fabbricato e le opere accessorie sono previste per un secondo col quale la potenza salirà a 60.000 kW.

3°) *Centrale di Marghera.* – È la centrale integratrice del Gruppo Adriatica e venne eretta nel porto di Mestre, perchè ivi è il centro consumatore industriale più importante del gruppo, e perchè la località risulta sommamente adatta per la provvista dell'acqua di condensazione e del combustibile. La centrale risulta così all'incirca sulla mezzeria della zona consumatrice Adriatica estesa dal Mincio al Quarnaro, sulla quale pure, al nord, si trovano le importanti centrali idroelettriche pertinenti al Piave.

La centrale contiene due gruppi da 18.500 kW, ma il fabbricato e le opere accessorie sono già previste per un terzo gruppo da 30.000 kW, ora in corso di installazione; con ciò la potenza salirà a 67.000 kW.

4°) *Centrale di Piacenza.* – È destinata ad integrare il fabbisogno dell'Adamello, e la sua ubicazione fu scelta col criterio di creare una riserva termica nel mezzo della zona di diretta distribuzione al consumatore, che fa capo all'Adamello, e di creare nello stesso tempo un centro di rifasamento. La località scelta, che è un centro consumatore relativamente importante, è poi conveniente sia per la provvista d'acqua, sia per la possibilità di portarvi il combustibile per via fluviale.

La potenzialità attuale della centrale è di 24.000 kW su due gruppi, ma il fabbricato è predisposto per l'installazione di altri due gruppi identici agli attuali.

5°) *Centrale del Marzocco.* – È destinata a sopperire al fabbisogno del Gruppo della Ligure-Toscana. Anche qui la scelta fu effettuata col criterio di ubicare la centrale in un importante centro consumatore, e sul mare per avere acqua in abbondanza e facilità ed economia nella provvista del carbone. Sono gli stessi criteri seguiti dai Gruppi Edison ed Adriatica.

La centrale ha la potenza definitiva di 42.000 kW installati, divisa su tre gruppi.

6°) *Centrale Capuano.* – È l'integratrice di tutta l'Italia Meridionale. La ragione dell'ubicazione è evidente. Napoli è il centro consumatore di gran lunga più importante ed è sul mare, donde l'economia per la provvista del combustibile e la facilità di avere i necessarî volumi d'acqua per la condensazione.

La centrale ha la potenza installata di 48.600 kW.

***

Risultano da questi pochi cenni alcuni criterî generali seguiti da tutti i Gruppi per la scelta della località:

1°) Prossimità di un centro o di una zona di forte consumo, che possa assorbire tutta o in gran parte l'energia fornita dalla centrale, allo scopo evidente di risparmiare nelle perdite e spese per il trasporto dell'energia prodotta dalla centrale stessa.

2°) Località che consenta nello stesso tempo di ridurre il trasporto dell'energia di origine idroelettrica, utilizzando questa nei centri e nelle zone più vicine alle centrali d'origine;

3°) Vicinanza ai punti d'arrivo del combustibile (porti) o quanto meno collegamento coi punti stessi con mezzi economici (fiumi navigabili-Po) per eliminare o ridurre la spesa di trasporto del combustibile.

Per quanto riguarda le caratteristiche tecniche, dalle tabelle allegate appare che sono stati seguiti anche a questo riguardo alcuni criteri generali comuni:

1°) Pressioni elevate (da 25 a 30 Kg/cmq. e fino a 35 Kg/cmq. per la centrale di Piacenza);

2°) *Centrale di Turbigo*. – È destinata ad integrare la produzione del Gruppo Sip, al quale la Società Lombarda per Distribuzione di Energia Elettrica appartiene. Essa venne disposta opportunamente a cavaliere fra le due grandi zone consumatrici della Sip: quella Piemontese, che gravita intorno a Torino ed a Biella; quella Lombarda o del cosidetto Alto Milanese, zona eminentemente industriale che ha per centri Gallarate, Busto e Legnano; ed è altresì a cavaliere fra le centrali produttrici delle Alpi occidentali e della Val d'Aosta e quelle di Lombardia (Brusio, Alto Brembo e Ticino) e dell'Alto Adige (Isarco) dalle quali il Gruppo Sip ritira l'energia occorrentegli. La necessità di avere acqua abbondante e perenne a disposizione per la condensazione e quella di potersi facilmente raccordare ad una linea ferroviaria per la provvista del combustibile valsero a precisare il punto di ubicazione, sul Ticino a Turbigo.

Mentre attualmente è installato un solo gruppo da 30.000 kW, il fabbricato e le opere accessorie sono previste per un secondo col quale la potenza salirà a 60.000 kW.

3°) *Centrale di Marghera*. – È la centrale integratrice del Gruppo Adriatica e venne eretta nel porto di Mestre, perchè ivi è il centro consumatore industriale più importante del gruppo, e perchè la località risulta sommamente adatta per la provvista dell'acqua di condensazione e del combustibile. La centrale risulta così all'incirca sulla mezzeria della zona consumatrice Adriatica estesa dal Mincio al Quarnaro, sulla quale pure, al nord, si trovano le importanti centrali idroelettriche pertinenti al Piave.

La centrale contiene due gruppi da 18.500 kW, ma il fabbricato e le opere accessorie sono già previste per un terzo gruppo da 30.000 kW, ora in corso di installazione; con ciò la potenza salirà a 67.000 kW.

4°) *Centrale di Piacenza*. – È destinata ad integrare il fabbisogno dell'Adamello, e la sua ubicazione fu scelta col criterio di creare una riserva termica nel mezzo della zona di diretta distribuzione al consumatore, che fa capo all'Adamello, e di creare nello stesso tempo un centro di rifasamento. La località scelta, che è un centro consumatore relativamente importante, è poi conveniente sia per la provvista d'acqua, sia per la possibilità di portarvi il combustibile per via fluviale.

La potenzialità attuale della centrale è di 24.000 kW su due gruppi, ma il fabbricato è predisposto per l'installazione di altri due gruppi identici agli attuali.

5°) *Centrale del Marzocco*. – È destinata a sopperire al fabbisogno del Gruppo della Ligure-Toscana. Anche qui la scelta fu effettuata col criterio di ubicare la centrale in un importante centro consumatore, e sul mare per avere acqua in abbondanza e facilità ed economia nella provvista del carbone. Sono gli stessi criteri seguiti dai Gruppi Edison ed Adriatica.

La centrale ha la potenza definitiva di 42.000 kW installati, divisa su tre gruppi.

6°) *Centrale Capuano*. – È l'integratrice di tutta l'Italia Meridionale. La ragione dell'ubicazione è evidente. Napoli è il centro consumatore di gran lunga più importante ed è sul mare, donde l'economia per la provvista del combustibile e la facilità di avere i necessari volumi d'acqua per la condensazione.

La centrale ha la potenza installata di 48.600 kW.

***

Risultano da questi pochi cenni alcuni criteri generali seguiti da tutti i Gruppi per la scelta della località:

1°) Prossimità di un centro o di una zona di forte consumo, che possa assorbire tutta o in gran parte l'energia fornita dalla centrale, allo scopo evidente di risparmiare nelle perdite e spese per il trasporto dell'energia prodotta dalla centrale stessa.

2°) Località che consenta nello stesso tempo di ridurre il trasporto dell'energia di origine idroelettrica, utilizzando questa nei centri e nelle zone più vicine alle centrali d'origine;

3°) Vicinanza ai punti d'arrivo del combustibile (porti) o quanto meno collegamento coi punti stessi con mezzi economici (fiumi navigabili-Po) per eliminare o ridurre la spesa di trasporto del combustibile.

Per quanto riguarda le caratteristiche tecniche, dalle tabelle allegate appare che sono stati seguiti anche a questo riguardo alcuni criteri generali comuni:

1°) Pressioni elevate (da 25 a 30 Kg/cmq. e fino a 35 Kg/cmq. per la centrale di Piacenza);

2°) Elevata temperatura del vapore (da 400 a 450 C. in caldaia);

3°) Estrazioni di vapore dal cilindro a bassa pressione (bleeding) per riscaldare l'acqua di alimentazione;

4°) Adozione degli economizzatori;

5°) Grandi unità tanto evaporatrici che produttrici;

6°) Camere di combustione di grandi dimensioni.

In quasi tutte le centrali poi si provvede a raffreddare le murature della camera di combustione mediante l'aria di alimentazione e per taluna è prevista anche la possibilità di installare appositi preriscaldatori d'aria.

Sono in sostanza i criteri applicati nelle grandi centrali moderne ed ai quali si è ispirata per prima l'America dopo la grande guerra.

Circa le pressioni in particolare, i valori adottati sono quelli considerati i più convenienti nelle più moderne centrali americane, per le quali la tendenza è piuttosto verso i 25 che non verso i 30 Kg/cmq. L'adozione di pressioni più elevate sembra prematura almeno allo stato attuale della tecnica e le poche e modeste esistenti installazioni a pressioni elevatissime (80 ed anche 200 Kg/cmq.) costituiscono ancora dei tentativi sperimentali.

Quanto alle temperature, i valori adottati nelle centrali italiane sono da considerare quasi di avanguardia rispetto a quelli americani.

Riguardo alle dimensioni delle singole unità, nel confronto con le grandi centrali americane si può rilevare che le caldaie sono dello stesso ordine di grandezza, mentre i gruppi generatori delle nostre centrali sono di potenza modesta. Gli è che la potenza delle unità generatrici non può essere scompagnata da quella totale della centrale; sicchè con centrali di potenza finale da 50 a 176 mila kW non è possibile pensare all'installazione dei potentissimi gruppi adottati in centrali americane, le quali possono generare anche più di mezzo milione di kW.

In quasi tutte le centrali si adottarono per le caldaie ampie camere di combustione. Si va infatti da valori di $0{,}1 \div 0{,}23$ mc. per mq. di caldaia a griglia od a nafta fino al valore di 0,375 per il polverizzato.

Si è dunque piuttosto ecceduto, in qualche caso, rispetto a quanto è praticato in America. Là infatti, nelle centrali moderne, si hanno dei valori compresi fra 0,1 e 0,15 con le griglie e si arriva a 0,25 o poco più col carbone polverizzato.

È certo che l'ampiezza della camera di combustione è uno dei fattori più importanti da cui dipende la bontà del rendimento della caldaia ed è merito del sistema polverizzato di averlo messo in evidenza in modo particolare. È a questo fatto anzi dovuto il maggior rendimento riscontrato nei primi tempi con la combustione a carbone polverizzato in confronto di quello con griglie; maggior rendimento che non si riscontra più quando le caldaie a stokers hanno camere di combustione sufficientemente dimensionate.

Non è però necessario andare oltre certi limiti, anzi può essere dannoso. Come in ogni problema vi è anche qui una condizione per l'*optimum*, che non conviene superare.

Circa il tipo di combustibile, quattro delle elencate centrali usano il carbone e due la nafta: la centrale Capuano e quella di Piacenza.

Per quest'ultima l'adozione della nafta è stata probabilmente suggerita dallo scopo principale cui la centrale è destinata. La centrale di Piacenza infatti venne progettata con criteri quasi opposti a quelli seguiti negli altri cinque casi. Mentre per questi la centrale ha come scopo principale di integrare le deficienze idriche, provvedendo, nei limiti del possibile, a fare la base del diagramma e riservando ai serbatoi ed alle vasche degli impianti idraulici il compito di seguirne le variazioni, a Piacenza si è voluto in particolare tener presente la funzione di riserva in caso di lunghe interruzioni e di sopperire alle forti punte di carico riducendo le perdite sulle lunghe linee. Ciò in considerazione delle particolari condizioni di alimentazione delle zone interessate.

Per la centrale Capuano, la combustione a nafta è stata adottata per due ragioni: la necessità, in cui la Società si è trovata, di avere la centrale pronta in pochissimo tempo, e il desiderio di poter usare nafta o carbone a seconda dei prezzi dei due combustibili, essendo facile sostituire l'impianto a nafta con quello a carbone polverizzato.

Quanto al sistema di combustione nelle centrali a carbone, si è ricorso agli stokers « underfeed » salvo per la centrale di Livorno che è a carbone polverizzato.

Non è qui il caso di esaminare la convenienza di un sistema piuttosto che dell'altro. Le griglie « underfeed » consentono una elasticità di funzionamento pressochè identica a quella del polverizzato; consentono inoltre di bruciare ottimamente il *tout*

venant e carboni anche al 12% soltanto di materie volatili; in particolare per quanto ha attinenza alle nostre ligniti, è possibile di bruciare bene i carboni dell'Arsa e di Baku Abis.

Ma, ripetiamo, la questione del sistema di combustione ha un carattere tutt'affatto secondario che non ha ripercussioni apprezzabili ai fini del problema che ci interessa, mentre è utile che anche da noi sia stato adottato per una grande centrale il sistema a carbone polverizzato, perchè l'esperienza diretta potrà costituire un ammaestramento per l'avvenire.

In complesso, volendo riassumere in una visione d'insieme il giudizio sulle sei grandi centrali termiche italiane, si può confermare che esse furono progettate e costruite coi criteri più moderni, malgrado che la loro funzione sia stata concepita esclusivamente come integratrice delle deficienze idriche annuali e specialmente pluriennali.

***

Esse ci permettono quindi di renderci conto con sufficiente approssimazione del presumibile costo di produzione dell'energia termoelettrica in Italia, sia quando si voglia solamente sopperire alle deficienze stagionali degli impianti idraulici, come anche se si debba invece provvedere in modo normale con energia termica a soddisfare il diagramma di consumo.

Naturalmente, a questo scopo, non è possibile adottare senz'altro i risultati di costo, così di impianto che di esercizio, che si sono verificati con le centrali nel loro stadio di sviluppo attuale.

Infatti i costi unitari di impianto, cioè per ogni kW della potenza installata, intesa questa come la massima potenza che il macchinario può sviluppare in funzionamento continuo, varia in modo notevole da caso a caso, e ciò non tanto per la diversità dei criteri più o meno larghi seguiti e per le maggiori o minori difficoltà dipendenti dalle località, quanto per il fatto che le varie centrali furono previste e in alcune parti costruite per una potenza finale molto maggiore di quella attualmente installata.

Però le cifre consuntive degli impianti così come sono stati fino ad oggi realizzati consentono di determinare il costo finale con grande approssimazione, non solo perchè quelle opere che potevano causare maggiori sorprese sono state in gran parte eseguite, ma anche perchè i risultati consuntivi del primo tempo permettono di rettificare le previsioni per quelli futuri.

Meno ancora è possibile utilizzare tali e quali i risultati di esercizio che si sono fino ad oggi constatati. Le centrali in questione hanno avuto finora in generale scarsissime occasioni di funzionare; talune non sono anzi andate più in là delle prove del macchinario.

Tuttavia anche i pochi elementi disponibili permettono di renderci conto con sufficiente approssimazione dei risultati che si dovrebbero verificare con un funzionamento regolare.

Il costo del kWh generato termicamente è il risultato di un complesso di elementi che si possono elencare come segue:

- i - aliquota della retribuzione dei capitali impiegati, in essa comprese quelle forme di tasse e imposte che riguardano il capitale e gli utili;
- a - aliquota dell'ammortamento degli impianti;
- m - aliquota della spesa di manutenzione degli impianti;
- c - aliquota della spesa per i consumi, e cioè essenzialmente per il combustibile; gli altri materiali di consumo (olio, stracci, acqua di alimentazione, luce, ecc.) avendo scarsa importanza, si possono includere nelle spese varie;
- p - aliquota della spesa di personale;
- g - aliquota delle spese varie e generali;

1°) Il servizio i del capitale è una funzione semplice del costo d'impianto I per kW della potenza utile, e della durata di utilizzazione h della potenza stessa, e cioè

$$i = \frac{\alpha I}{h}$$

essendo α un coefficiente inferiore all'unità che tiene conto del tasso di interesse al capitale e delle imposte e tasse che gravano sugli utili e sul capitale (tassa di circolazione, imposta di R. M. ecc.).

2°) La quota a d'ammortamento è una funzione più complessa. Infatti un impianto o un macchinario qualsiasi ha una durata di vita limitata anche se conservato in riposo, perchè il progredire della scienza e della tecnica rende necessario o conveniente in un dato momento la sostituzione del vecchio macchinario. D'altra parte essa dipende poi dall'uso che del macchinario si fa, cioè dall'usura che si verifica in conseguenza del funzionamento. Se indichiamo quindi con β un coefficiente inferiore all'unità che dovrebbe tenere conto della durata probabile dell'impianto supposto inattivo, con γ un altro coefficiente inferiore all'unità per separare nel costo d'impianto la parte che è soggetta ad usura col funzionamento, cioè grosso modo la parte meccanica, e con H un numero, che dovrebbe rappresentare il totale delle ore di funzionamento dopo il quale l'impianto, per l'usura verificatasene, è da considerare inservibile, si può scrivere:

$$a = \frac{\beta I}{h} + \frac{\gamma I}{H}\left(1 - \frac{\beta H}{h}\right) \quad (1)$$

3°) La quota di manutenzione m è manifestamente una costante, l'importo totale della manutenzione essendo direttamente proporzionale alla durata del funzionamento.

4°) La spesa unitaria c per il consumo è una funzione complicata non tanto della durata di utilizzazione quanto del *modo* come l'impianto funziona. Possiamo tuttavia esprimerla in funzione della durata di utilizzazione, tenendo presente che in sostanza i diagrammi di consumo non hanno in generale una forma qualsiasi ma rispondono tutti ad uno schema fondamentale unico.

Se pertanto diciamo u_1 il consumo corrispondente ad un funzionamento regolare ipotetico di 8.000 ore annue e con u_2 il consumo corrispondente ad un funzionamento rappresentato dall'utilizzazione della potenza utile per 2.500 ore annue, possiamo, senza commettere errori gravi, esprimere il consumo per un'utilizzazione intermedia con la formula

$$u = u_2 + (u_1 - u_2)\frac{h - 2500}{8000 - 2500} = u_2 + (u_1 - u_2)\frac{h - 2500}{5500}$$

e la spesa relativa con

$$c = \delta\left[u_2 + (u_1 - u_2)\frac{h - 2500}{5500}\right]$$

essendo δ il costo unitario del combustibile al deposito.

5°) Anche la spesa unitaria p di personale si può considerare una funzione binomia costituita da un termine costante e da un altro in funzione della durata di utilizzazione. È evidente infatti che, se anche la centrale rimanesse inattiva, sarebbe ugualmente necessaria una certa massa di personale perchè la centrale potesse, presentandosi la necessità, entrare in servizio. È d'altra parte evidente che se la centrale dovesse funzionare a pieno carico con un diagramma di 24 ore richiederebbe una massa di persone assai maggiore che funzionando per 12 ore. Possiamo quindi esprimere grossolanamente anche la spesa unitaria per personale, in modo analogo che per il consumo, con la formula

$$p = \frac{P_1}{h} + \frac{P_2 - P_1}{8000}$$

essendo P_1 la spesa totale annua per kW utile corrispondente al personale necessario anche a centrale inattiva e P_2 la spesa analoga quando la centrale dovesse funzionare a pieno carico circa tutte le ore dell'anno.

6°) Quanto alle spese varie e generali possiamo, senza errore apprezzabile, considerarle, nel loro ammontare globale G, indipendenti dal funzionamento, sebbene ciò non sia rigoroso, e rappresentare quindi il corrispondente onere unitario con l'espressione

$$g = \frac{G}{h}$$

***

Per passare ora alla determinazione dei valori effettivi, prenderemo in considerazione una centrale della potenza massima installata di 120.000 kW, divisa in quattro gruppi da 30.000 kW, con due caldaie per gruppo equipaggiate con *stokers underfeed*. Supporremo inoltre che la centrale sia in prossimità di un porto e ammetteremo che un gruppo sia sempre a riposo per la riserva e la manutenzione. Questa ipotesi, che potrebbe parere troppo favorevole per una centrale termica, è ammissibile quando si rifletta che la centrale non è da considerare come sola

(1) Il secondo termine della formula risulta come segue: Il valore γI del macchinario va ricostituito in $\frac{H}{h}$ anni. Poichè il primo termine provvede alla quota $\beta \gamma I \frac{H}{h}$, il secondo deve provvedere alla differenza $\gamma I - \gamma I \beta \frac{H}{h} = \gamma I \left(1 - \beta \frac{H}{h}\right)$.

a sostenere il servizio della rete, ma in connessione con altre, termiche od idrauliche, anche di Gruppi elettrici diversi, tenuto conto che ormai questi sono legati fra di loro mediante importanti linee di interconnessione.

La centrale potrà quindi sviluppare una potenza utile massima di 90.000 kW, condizione che può considerarsi abbastanza equilibrata in relazione alla importanza dei varî raggruppamenti elettrici italiani.

Il costo d'impianto di tale centrale, sulla base dei costi consuntivi di quelle prese più sopra in considerazione, può valutarsi di circa L. 1.050 per ogni kW della potenza installata (120.000 kW) e può ritenersi suddiviso come segue:

		circa
Opere fisse (terreno, fabbricati, fondazioni, provvista d'acqua, ecc.)	L. 285	% 27
Impianto evaporatore	» 335	» 32
» generatore	» 220	» 21
» elettrico	» 110	» 10,5
» deposito e trasporto combustibile	» 30	» 2,8
Impianti ausiliari e accessori	» 70	» 6,7
Totale	L. 1050	% 100

Riferito alla potenza utile tale costo sale a L. 1.400 per kW. È il costo che abbiamo indicato con I nella formula.

Il coefficiente α, nelle condizioni attuali, può ritenersi del 9% circa, il che equivale ad ammettere una retribuzione netta al capitale di circa il 7%, oggi non certamente eccessiva.

Per quanto riguarda l'ammortamento, manchiamo di elementi precisi. Tenuto presente tuttavia l'esperienza relativa ad alcune vecchie centrali italiane e notizie e dati di centrali americane, possiamo ritenere di circa un ventennio la vita probabile dell'impianto supposto tenuto inattivo, e quindi uguale a 0,03 il coefficiente β. Il coefficiente γ risulta a sua volta di 0,73 in base alla suddivisione del costo sovraindicato. Finalmente per H sembra attendibile un valore di 37.500 che equivale a considerare ammortizzato il macchinario dopo 12 anni e mezzo di funzionamento sulla base di 3.000 ore annue.

Il funzionamento delle nostre moderne centrali è stato fino ad oggi troppo limitato per consentire deduzioni sicure per la manutenzione. In centrali americane di potenza intorno ai 50.000 kW si è constatato come media per la manutenzione una spesa di circa 0,15 centesimi di dollaro per kWh. Tenuto presente che i costi sono colà almeno doppi che in Italia (tale risulta, ad esempio, anche il costo d'impianto) si può ritenere che da noi l'onere per la manutenzione non dovrebbe sorpassare cent. 1.5 per kWh.

Circa i consumi, le centrali americane costituiscono una miniera inesauribile al riguardo. Là si è arrivati ad avere in servizio normale, *come media mensile*, il record di un pound (Kg. 0,453) di carbone per kWh uscito dalla centrale, cioè poco più di 3.000 calorie per kWh. In ogni modo i consumi medî annuali da 3.500 a 4.000 calorie sono normali. Anche con le nostre centrali si sono avuti in servizio corrente, pur con impianti non completamente a punto, ma con diagramma abbastanza regolare, consumi intorno a Kg. 0,55 di carbone per kWh. In base a questi elementi ed a un esame di dettaglio sulla carta, sembra che si possano avere risultati abbastanza attendibili applicando alla formula che dà il consumo u i valori $u_1 = 0{,}500$ e $u_2 = 0{,}650$, sicchè essa diventa

$$u = 0{,}650 + (0{,}500 - 0{,}650)\,\frac{h - 2500}{5500} = $$
$$= 0{,}650 - 0{,}150\,\frac{h - 2500}{5500}$$

di modo che, ammesso per il carbone il costo unitario di L. 160 la tonnellata franco deposito centrale, tenuto conto dello sfrido e della degradazione che il carbone a magazzino subisce, la spesa unitaria di carbone risulta espressa da

$$c = 0{,}16\left(0{,}650 - 0{,}150\,\frac{h - 2500}{5500}\right).$$

Circa il personale, è opportuno distinguerlo in tre categorie:

A) Il personale direttivo o d'ufficio costituente per così dire l'ossatura intorno alla quale è organizzata l'azienda e cioè: un direttore; un vicedirettore; un capo officina; un chimico; un capocontabile; un magazziniere; un capo officina riparazioni; un capomanutenzione stabili; fattorini e inservienti. L'onere relativo a questo personale, che può valutarsi di circa 400.000 lire annue, verrà incluso nelle spese generali.

B) Il personale addetto all'officina di riparazione e necessario per la manutenzione in genere, il cui conseguente onere è incluso nella quota di manutenzione.

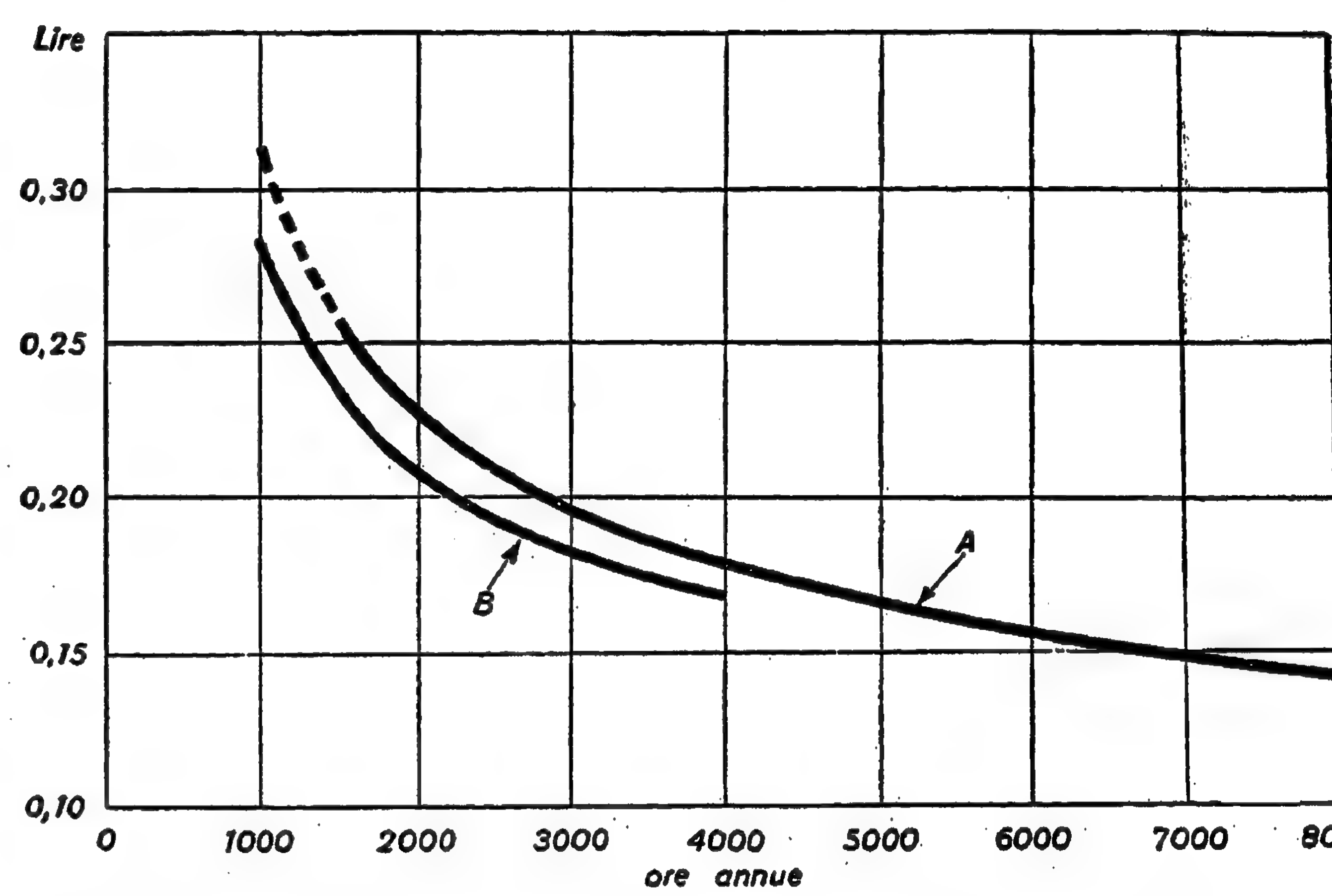
C) Finalmente il personale occorrente all'esercizio. La massa di personale necessaria in ogni caso perchè la centrale, anche supposta normalmente inattiva, possa entrare in servizio (caso *A*) e quello occorrente quando si ammettesse un funzionamento ininterrotto di 24 ore (caso *B*), può valutarsi come segue:

	Caso *A*	Caso *B*
1° Impianto elettrico e servizî elettrici ausiliari	N. 12	N. 21
2° Impianto evaporatore	» 6	» 27
3° » generatore	» 6	» 28
4° » trasporti carbone e ceneri	» 5	» 19
5° Pulizia e servizî diversi	» 4	» 19
	N. 33	N. 114

Il costo relativo, tenuto presente che nel caso *B* è prevalente la manovalanza, può essere valutato in ragione di 12.000 lire annue per persona nel caso *A* e di L. 10.000 nel caso *B* e quindi di L. 400.000 nel caso *A* e L. 1.140.000 nel caso *B*, complessivamente.

L'onere unitario p per il personale risulta quindi espresso da

$$p = \frac{P_1}{h} + \frac{P_2 - P_1}{8.000} = \frac{1}{90.000}\left(\frac{400.000}{h} + \frac{1.140.000 - 400.000}{8.000}\right) = \frac{4.44}{h} + \frac{8{,}22}{8.000} = 0{,}00103 + \frac{4.44}{h}.$$



Passando finalmente alle spese varie e generali, possiamo valutarle, senza tema di commettere errori sensibili sul risultato finale, data la scarsa importanza relativa, nella cifra a corpo di L. 1.000.000. L'onere unitario corrispondente risulta pertanto di

$$\frac{1.000.000}{90.000\,h} = \frac{11.1}{h}.$$

Siamo ora in grado di determinare il costo del kWh all'uscita della centrale nelle varie condizioni di funzionamento. Esso risulta dalla curva *A* del diagramma, la quale vale nel caso di una centrale che funzioni tutto l'anno come normale produttrice di energia per la rete.

Quando invece la centrale dovesse marciare esclusivamente come integratrice delle magre, il funzionamento della centrale risulta legato in modo intimo alle caratteristiche del sistema idroelettrico e quindi alla variabilità del regime idraulico delle centrali idroelettriche in gioco, alla eventuale esistenza di serbatoi stagionali, allo sfruttamento più o meno intenso dei bacini imbriferi utilizzati ecc. Sicchè il funzionamento della centrale, sempre limitato a pochi mesi all'anno (cinque o sei al massimo) può ridursi anche a periodi molto brevi ed anche annullarsi in qualche anno. Quanto al consumo, l'esistenza quasi generale di serbatoi notte e giorno e di vasche di carico di notevole capacita, consente di ottenere diagrammi giornalieri notevolmente regolari, di modo che il consumo unitario si può ritenere indipendente dalla durata di utilizzazione e può valutarsi intorno a 550 gr. di carbone da 7.500 calorie per kWh.

La spesa unitaria di combustibile diventa quindi praticamente una costante, e precisamente di lire $0{,}16 \times 0{,}550 =$ L. 0,088 al kWh.

Il costo del kWh all'uscita della centrale è rappresentato in questo caso dalla curva *B* del diagramma.

***

Da quanto abbiamo esposto appare pertanto che il kWh generato termicamente, con grandi centrali e con grosse unità, è in grado già ora di sostenere il confronto col kWh idraulico quando la centrale termica sia installata sul mare e la zona di consumo sia prossima ad essa e relativamente lontana dalla sorgente idroelettrica.

Basta questa enunciazione per mettere in chiara evidenza tutta l'importanza che la centrale termica assumerà nel prossimo avvenire nel campo dell'industria della produzione e distribuzione dell'energia elettrica in Italia. Ed è facile arguire che lo sfruttamento delle centrali già costruite andrà crescendo man mano che si verificherà il collocamento dell'energia messa sul mercato dagli impianti recentemente ultimati ed attualmente in costruzione. Cioè la funzione principale per la quale dette centrali furono inizialmente concepite, quella di provvedere in modo particolare alle deficienze idriche di carattere *pluriennale*, si estenderà in maniera che esse verranno indubbiamente sfruttate anche per integrare le deficienze semplicemente *annuali o stagionali*. E questa sarà ancora in ogni caso una funzione utile nell'interesse generale, perchè la centrale termica consentirà in questo modo di spingere al massimo l'utilizzazione dei bacini imbriferi, il che è augurabile quando si tenga presente da una parte la relativa povertà di energia idrica del nostro Paese, che consiglia di non limitare lo sfruttamento alle sole acque di carattere continuo, e dall'altra la funzione integratrice inadeguata che possono compiere i serbatoi, anche astraendo fino ad un certo punto dalla loro convenienza economica.

Ma quanto abbiamo esposto costituisce anche motivo di seria preoccupazione per l'avvenire della nostra industria idroelettrica. La convenienza della produzione termica non è più confinata all'ufficio di integrazione, sia pure latissimo, ma comincia a manifestarsi anche per la produzione normale in concorrenza a quella idrica; e se tale convenienza può oggi considerarsi ancora limitata a casi speciali, è prevedibile che andrà sempre più estendendosi in avvenire.

Oramai, per quanto concerne la utilizzazione delle forze idrauliche, si è pressochè arrivati ai limiti del rendimento complessivo. Basta riflettere che il rendimento di una turbina è oggi prossimo al 90%; scarso è quindi il vantaggio di un eventuale ulteriore progresso in tal senso. È vero che si è verificato in questi ultimi anni un miglioramento notevole nell'utilizzazione delle acque in conseguenza delle connessioni fra zona e zona, e fra Gruppo e Gruppo, sicchè si è andato riducendo sempre più il volume d'acqua passato inutilmente per gli sfioratori; ma anche qui si è arrivati a un punto poco lontano dal limite pratico, che non potrà in ogni modo superarsi facilmente senza pregiudizio per la sicurezza e la bontà del servizio.

Dunque la produzione idrica dell'energia diventerà sempre più costosa, non foss'altro che per la progressiva, ineluttabile rivalutazione del lavoro umano che ha tanta parte nella costruzione degli impianti idroelettrici, ai quali non sono applicabili i concetti della produzione in serie.

Per contro, nella produzione termica dell'energia siamo ancora a rendimenti di collaudo, per la sola motrice, inferiori al 30%, sicchè in funzionamento normale, pure con gli impianti più perfetti, non si arriva complessivamente al 25%.

È indubbio che si dovrà progredire; e il cammino da percorrere è così lungo che vi è margine per un progresso notevole.

In quale direzione sarà tale progresso?

Per le caldaie poco o nulla rimane ancora da fare, poichè, con l'adozione degli economizzatori e dei preriscaldatori di aria si è arrivati perfino al 92% di rendimento.

È il motore primo (il quale, come abbiamo visto, ha un rendimento bassissimo sebbene sia stato quasi raddoppiato da una ventina d'anni) che consentirà l'ulteriore progressoi Sono le estrazioni di vapore per il riscaldamento dell'acqua d. alimentazione e l'aumento delle pressioni che hanno permesso il cammino già fatto. Le nuove pressioni sono oramai diventate abituali e non danno più la minima preoccupazione e già si stanno saggiando le 100 e le 200 atmosfere. Ma vi è un campo che può dare più larga messe e che è stato fino ad oggi quasi trascurato: quello della temperatura. Scarso progresso si è fatto in questo senso; eppure è probabilmente dalle altissime temperature che si avrà il miglioramento futuro; e sarà riservata specialmente alla metallurgia la risoluzione di questo problema.

Nemmeno è detto che la produzione termoelettrica dell'energia debba sempre basarsi, come ora, specialmente sul vapore d'acqua o soltanto su quello, nè che la turbina a gas debba restare eternamente nel campo dello studio e dell'esperimento.

Infine, la spinta a migliorare sempre più l'utilizzazione del combustibile non nasce unicamente dall'interesse particolaristico a risparmiare dell'utente del mezzo termico, ma trova anche la sua origine profonda nell'interesse generale, in un istinto, quasi, dell'umanità a non sciupare il tesoro di ricchezza accumulata che la natura le ha messo a disposizione. Poichè il mezzo termico, finchè almeno non si sarà riusciti a sfruttare direttamente le radiazioni solari, è condannato ad attingere alle riserve di energia che sono state accumulate nei millenni passati. Ora queste riserve non sono inesauribili, mentre il bisogno diventa sempre più grande. E noi vediamo infatti i paesi più ricchi di combustibile preoccuparsi del suo progressivo se pur lento esaurimento; vediamo quindi l'Inghilterra, che sempre ne ha usato da grande signora, preoccuparsi seriamente di ridurne lo spreco, seguendo, in ritardo, l'esempio degli Stati Stati Uniti, dove il Governo Federale ha sempre considerato come un problema di capitale importanza la razionale utilizzazione dei combustibili; cercando anche di frenare l'uso di quelli liquidi negli impianti fissi per riservarli ai sistemi per i quali sono indispensabili (automezzi e aeromobili) o consigliabili (navi).

E vediamo altresì questi paesi spingere l'utilizzazione delle acque, fonte perenne di energia continuamente rinnovellata dal ministro maggiore della natura, senza trascurare neppure quelle forme di energia che sono meno facilmente piegabili all'umano volere, come quella delle maree.

Indubbiamente quindi il progressivo miglioramento economico del mezzo termico è fatale e il suo predominio conseguentemente inevitabile anche da noi a breve scadenza, troppo lontano essendo il freno insito nel futuro esaurimento delle riserve.

Non è certo questa una rosea prospettiva per il nostro Paese; siamo tributari all'estero di tanti beni indispensabili alla vita civile che doverlo tornare anche per la forza motrice, che è oramai la base dell'attività e del benestare umani e per la quale siamo riusciti quasi completamente a svincolarci per gli impianti fissi, non può a meno di infondere un senso di amarezza e di preoccupazione profonda, anche nei riflessi della difesa nazionale, indipendentemente dal tributo che ci costringerà a pagare allo straniero, in parte a sua discrezione.

Ma sarebbe vano e pericoloso voler chiudere gli occhi.

ING. MARIO MAINARDIS
DELLA SOCIETÀ ADRIATICA DI ELETTRICITÀ

Stato attuale e progressi probabili del motore Diesel

PARTE PRIMA

La tecnica moderna dei motori Diesel

La storia del motore Diesel è assai recente ed i progressi di questa nuovissima macchina termica furono rapidissimi, per il suo vasto campo di applicazione nell'industria, conseguente al grande vantaggio economico di potere utilizzare, con essa, combustibili liquidi a basso prezzo, e si può senz'altro affermare che, se l'invenzione del motore a scoppio ha creato l'industria dei trasporti, quella del Motore Diesel ha permesso al motore a combustione di lottare vittoriosamente nelle industrie, specialmente per le piccole e medie potenze, con gli altri motori termici.

Dalle prime applicazioni, che risalgono al 1897 e che corrispondevano al brevetto originario Diesel (1893), si sono successivamente sviluppati diversi tipi di motore ad olio pesante, a ciclo Diesel o a ciclo misto, studiati con criteri differenti, in relazione alle molteplici esigenze di ciascun genere di impiego, e così siamo passati dal tipo originario a quattro tempi e a semplice effetto, ai tipi a quattro tempi a doppio effetto, ai due tempi a semplice e a doppio effetto, ai motori senza compressore, ai modernissimi motori con lo stantuffo a fodero, ai semidiesel a precombustione in camera d'aria, ai motori veloci, ai motori sovralimentati, ecc.

Per quanto riguarda la potenza unitaria del cilindro e complessiva del gruppo, il progresso è stato rapidissimo, specialmente in questi ultimi anni, come risulta dalla fig. 1.

Dai 20 HP del 1897, dai 600 del 1908, siamo già arrivati ai 18.000 HP e sono attualmente in progetto unità più grosse, in modo da raggiungere potenze complessive di parecchie decine di migliaia di cavalli.

Per quanto riguarda i consumi specifici, i valori oggi raggiunti, dovuti principalmente ad uno studio razionale dei fenomeni complessi della combustione, rappresentano, dal lato termodinamico, quasi il limite massimo raggiungibile compatibilmente con le sollecitazioni termiche consentite dall'attuale stato della metallurgia, e quindi, come per le altre macchine termiche, i probabili futuri miglioramenti nel rendimento dei motori Diesel dipenderanno in gran parte dai progressi della metallurgia.

Dal lato costruttivo, l'evoluzione del motore Diesel sarà per l'avvenire orientata verso due campi diversi: quello delle grandi potenze, da impiegarsi specialmente nelle costruzioni navali, e quello delle piccole potenze a grandi velocità, destinate a sostituire i motori ad essenza nell'automobilismo e nell'aviazione.

Dato lo scopo della presente relazione, non è il caso di riferire dettagliatamente sui progressi verificatisi in questi ultimi anni, tuttavia riteniamo utile riassumere brevemente i perfezionamenti finora raggiunti, sia nel campo termodinamico che in quello meccanico.

1) PROGRESSI NEL TIPO MOTORI A DUE E A QUATTRO TEMPI A SEMPLICE E DOPPIO EFFETTO.

Le molteplici esigenze di ciascun genere di impiego, hanno spinto i costruttori a creare una multiforme varietà di tipi, ciascuno adatto ad un determinato campo di applicazione, indipendentemente da ragioni di assoluta superiorità tecnica.

Così nel campo navale, dove necessariamente devono prevalere le caratteristiche di minimo ingombro, di minimo peso e di massima velocità, rispetto a quelle di semplicità e di sicurezza di esercizio, fondamentali nel campo degli impianti stazionari, il tipo a due tempi a semplice e a doppio effetto ha naturalmente trionfato su quello a quattro tempi (fig. 2).

I teorici vantaggi del ciclo a due tempi, rispetto a quello a quattro tempi, ossia: possibilità di avere, a pari volume della cilindrata e ad uguale numero dei giri, ossia ad eguale peso del motore una potenza doppia di quella a quattro tempi, in quanto che il motore a due tempi dà una corsa motrice ogni due giri; di realizzare un rendimento meccanico migliore per la soppressione sia della corsa di aspirazione che di quella di scarico, e di migliorare il grado di regolarità e quindi diminuire il peso del volano, hanno esaltato eccessivamente la superiorità del ciclo a due tempi rispetto a quello a quattro tempi.

I risultati pratici però, hanno dimostrato che la superiorità del ciclo a due tempi non si mantiene così netta come sembrerebbe a priori, specialmente per potenze inferiori ai 2000 HP. Difatti, mentre dal punto di vista puramente termodinamico non esiste differenza tra i due cicli, praticamente si può osservare quanto segue:

Potenza dei cilindri. – Nei motori a quattro tempi la pressione media effettiva varia tra 5 e 6 Kg/cmq, mentre in quelli a due tempi essa varia da 4 a 5 Kg/cmq, principalmente per la impossibilità di utilizzare efficacemente il totale volume del cilindro e di ottenere un perfetto lavaggio dei gas combusti, e quindi la potenza sviluppata da un cilindro a due tempi, è eguale al 170% di quella sviluppata dal cilindro a quattro tempi, di uguale dimensione e dello stesso numero di giri.

Peso del motore. – I motori a due tempi, per la presenza delle pompe di lavaggio, hanno, a parità di potenza e di giri, un peso inferiore di solo il 30% di quelli a quattro tempi, considerato anche il vantaggio del minor peso del volano.

Rendimento. – Per l'energia consumata dalla pompa di lavaggio, la cui cilindrata è notevolmente superiore a quella del cilindro che alimenta; per le più alte temperature che generalmente si verificano nei motori a due tempi, causa la presenza di una maggiore quantità di gas combusti nell'interno del cilindro e una minore efficacia nei sistemi di raffreddamento; per il più elevato consumo di olio lubrificante; per la incompleta e non omogenea combustione; per la minore pressione media del diagramma di espansione e per la maggiore pressione allo scarico, il rendimento industriale del motore a due tempi risulta inferiore a quello a quattro tempi, tanto da diminuire i vantaggi del lieve minore costo del motore.

Regolarità di marcia. – La complicazione delle pompe di lavaggio, le quali, pur funzionando a basse pressioni e a basse temperature presentano notevoli inconvenienti, dovuti sopratutto alle valvole automatiche, la maggiore usura delle parti lavorate e cioè delle camicie degli stantuffi e delle fascie elastiche, per effetto delle più elevate temperature che si verificano nei motori a due tempi, danno a questi minori garanzie per un funzionamento regolare e prolungato, rispetto ai quattro tempi.

Sovralimentazione. – La sovralimentazione con turbocompressore, di cui si parlerà in appresso, è applicabile praticamente solo nei motori a quattro tempi e permette di raggiungere un incremento di potenza che arriva al 50%.

Velocità. – Nei motori a due tempi la velocità di stantuffo, tecnicamente ed economicamente realizzabile, risulta generalmente inferiore a quella dei motori a quattro tempi per i noti inconvenienti del lavaggio dei gas combusti, e quindi l'alternatore risulta più costoso.

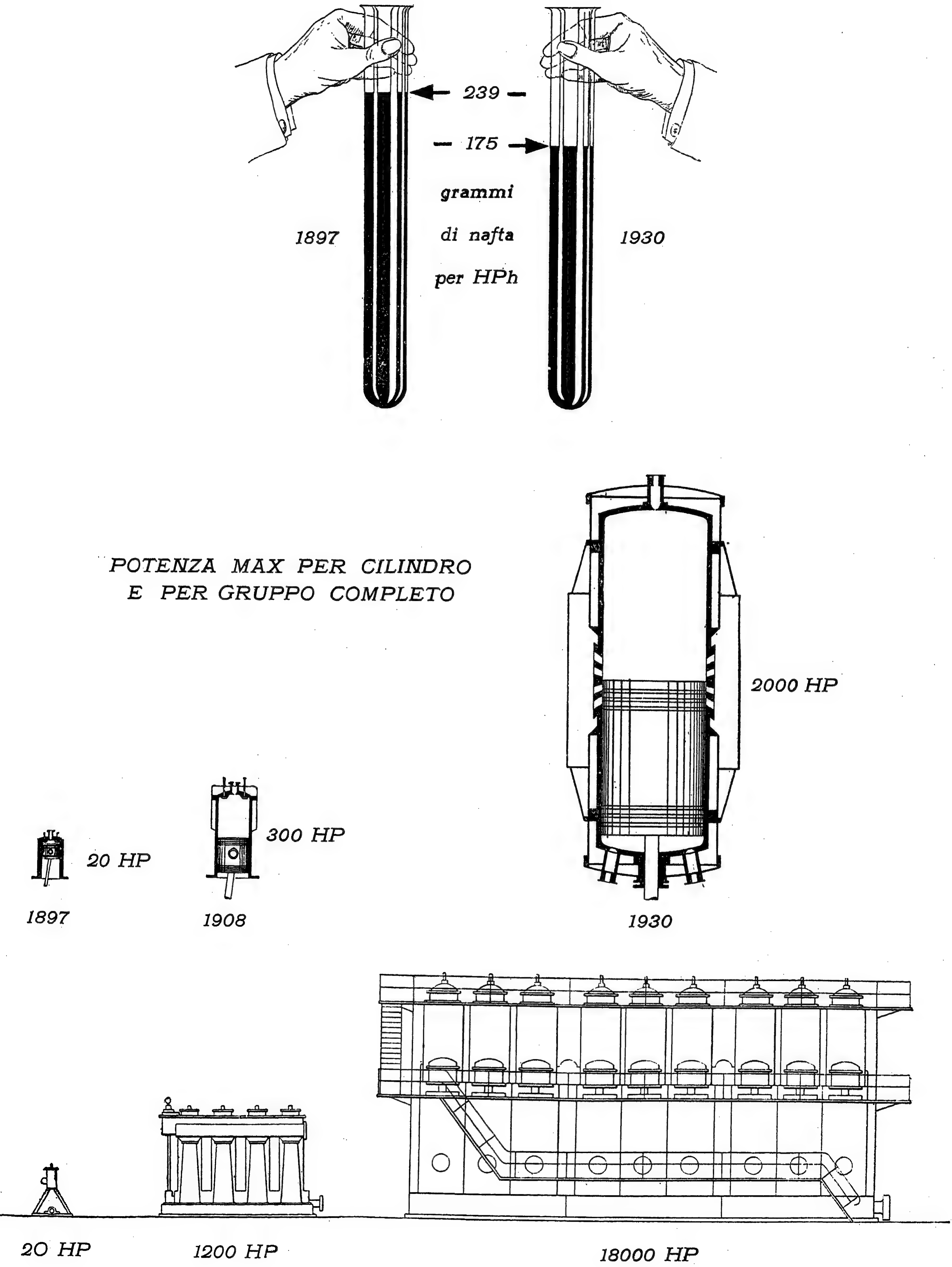


Fig. 1. - Sviluppo del motore Diesel.

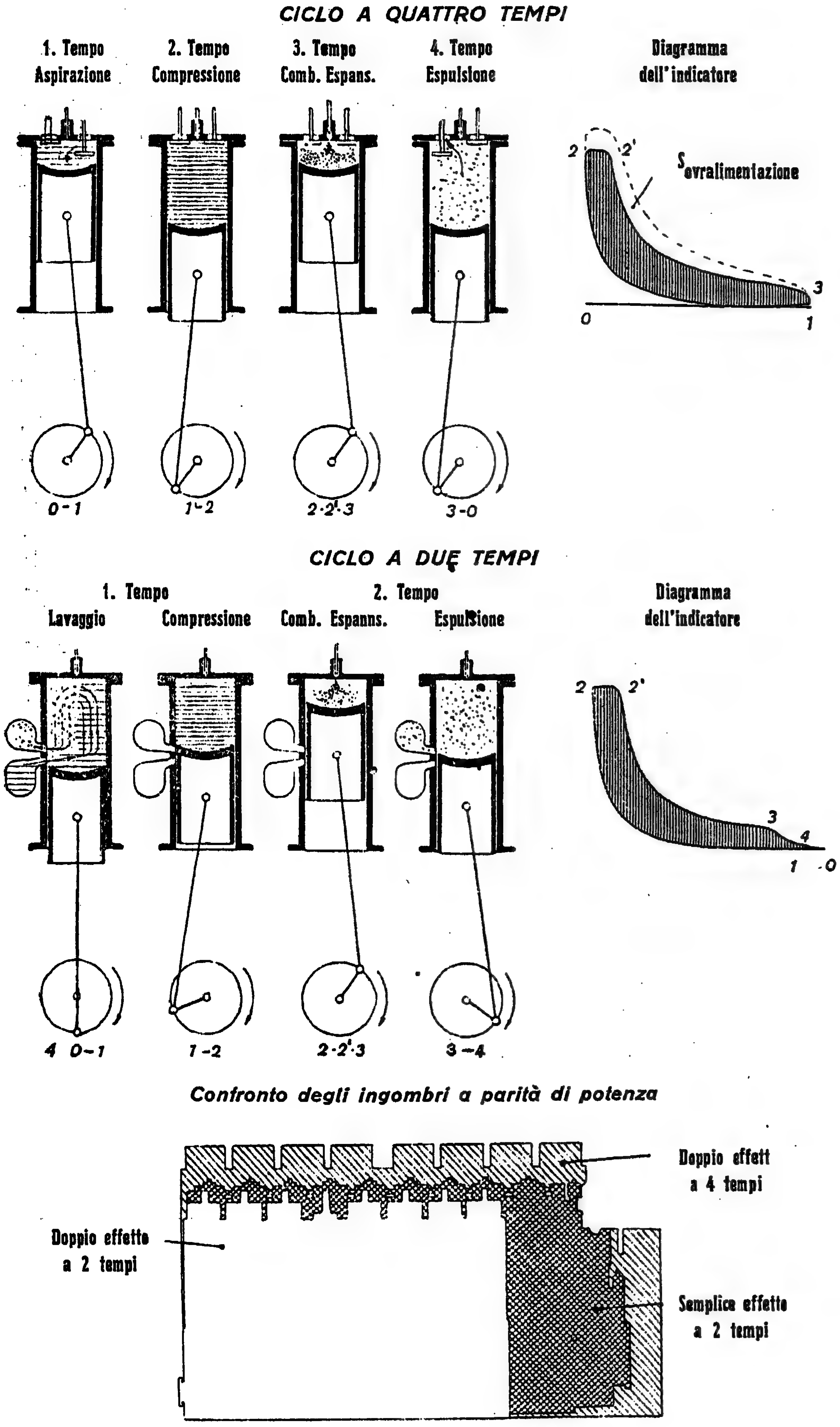


Fig. 2. - Differenze di funzionamento e di ingombro dei motori Diesel a 2 e a 4 tempi, a semplice e doppio effetto.

Potenza. – Per quanto sopra esposto, si può ritenere che, allo stato attuale della tecnica, per le piccole, e specialmente per le medie potenze, siano preferibili i motori a quattro tempi perchè pur costando un po' di più, consumano meno e danno maggiori garanzie per un funzionamento regolare e prolungato.

Per potenze superiori ai 2000 HP è necessario, anche per gli impianti stazionari, di passare al tipo a quattro tempi a doppio effetto o al tipo a due tempi a semplice o a doppio effetto, onde evitare di arrivare a diametri del cilindro enormi, oppure a un numero di cilindri troppo elevato e quindi a un motore complicato.

Il tipo a quattro tempi a doppio effetto, per la sua complicazione e per le sue grandi dimensioni, è stato quasi completamente abbandonato ed oggi la tendenza della tecnica costruttiva dei motori Diesel di grande potenza, ossia superiore ai 2000 HP, è decisamente orientata a favore del motore a due tempi a semplice e a doppio effetto, perchè, a partire da tale limite, il peso, l'ingombro e la complicazione della pompa di lavaggio, diventano progressivamente sempre di minore importanza, rispetto al motore propriamente detto, mentre i consumi specifici, per il migliore rendimento, risultano praticamente equivalenti a quelli del motore a quattro tempi.

Le condizioni fondamentali da soddisfare per ottenere un buon rendimento anche con il tipo a due tempi a semplice e a doppio effetto, consistono: in un *perfetto lavaggio* dei gas di scarico in modo da riempire la camera di compressione per la successiva combustione con aria pura, in un buon *raffreddamento* della camera di combustione, dello stantuffo e della sua asta, in una razionale disposizione degli ugelli di *ammissione* del combustibile.

La prima condizione è stata in un primo tempo risolta con la macchina a stantuffi contrapposti e con quella con valvole di lavaggio, ma tali tentativi sono stati quasi abbandonati, perchè la prima soluzione, pur avendo dato ottimi risultati, risulta eccessivamente costosa, e la seconda aveva lo svantaggio della difficoltà di collocamento delle valvole nel coperchio del cilindro e della loro manovra e inoltre una notevole perdita di potenza.

Successivamente, al lavaggio a valvola venne sostituito il cosidetto lavaggio a luci, in cui l'aria di lavaggio, deviata dal fondo dello stantuffo, o in altro modo, scivola lungo le pareti del cilindro ed è deviata nuovamente verso il basso per mezzo del coperchio del cilindro, giungendo alle luci di scarico. Questo sistema di lavaggio fu il vero punto di partenza del motore a due tempi a semplice e a doppio effetto, poichè con esso la pressione, e quindi la turbolenza dell'aria di lavaggio si è ridotta a $1,1 \div 1,2$ atmosfere, e inoltre il consumo dell'aria di lavaggio si è ridotto a 1,35 volte la cilindrata di fronte al consumo di $1,65 \div 2$ volte degli altri sistemi e la perdita di potenza è conseguentemente diminuita al $4 \div 6\%$ della potenza effettiva; e inoltre, con il miglioramento della combustione, si è potuto raggiungere una pressione indicata media assai prossima a quella dei motori a quattro tempi.

La seconda condizione è stata soddisfatta studiando con particolare attenzione la disposizione del circuito dell'acqua di raffreddamento e le dimensioni delle pareti di trasmissione del calore, sia del coperchio che delle camicie del cilindro.

La terza condizione è stata risolta con dispositivi diversi, però fino ad ora i risultati, specialmente per i motori a doppio effetto, non sono stati pienamente soddisfacenti.

Concludendo, si può ritenere che i motori a due tempi e a doppio effetto, con i quali solamente si possono raggiungere le grandi potenze delle turbine a vapore, presentano ancora degli inconvenienti non lievi, i quali, malgrado i meravigliosi progressi raggiunti dalle più importanti ditte costruttrici di motori Diesel, fanno ancora preferire, specialmente per le installazioni terrestri di grande potenza, gli impianti a vapore a quelli Diesel.

2) Progressi nel ciclo termico.

Il tipo di ciclo termico, percorso da una motrice Diesel, ossia a pressione costante, ha un rendimento termodinamico inferiore a quello percorso dai motori a scoppio, ossia a volume costante, e ciò a parità di pressione finale. Effettivamente però, il rendimento del motore Diesel risulta superiore a quello dei motori a scoppio, in quanto che, con il ciclo Diesel, oltre a ottenere una combustione più omogenea e più completa, si possono raggiungere pressioni finali di compressione notevolmente superiori a quelle ottenibili con i motori a scoppio, nei quali la temperatura di infiammabilità della miscela limita il valore della pressione finale di compressione, mentre nei motori Diesel, dove si comprime solo dell'aria pura e non una miscela di combustibile e aria, tale pressione può raggiungere dei valori elevatissimi,

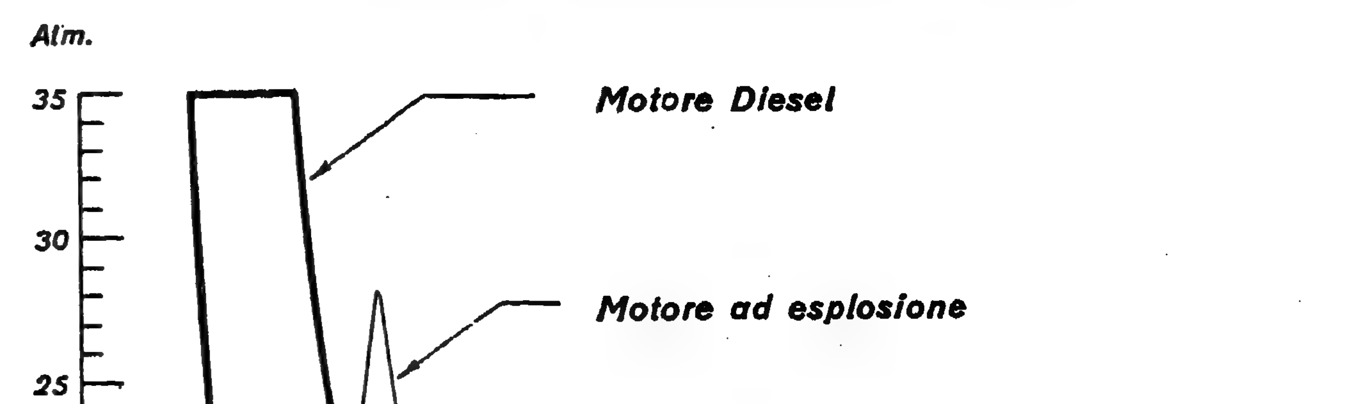


Fig. 3. - Confronto tra i diagrammi tipici dei motori Diesel e dei motori ad esplosione.

limitati soltanto da difficoltà dipendenti dalle sollecitazioni termiche del materiale.

La fig. 3, dove sono messi a confronto il ciclo di un motore a scoppio con quello di un motore Diesel, mette in evidenza la superiorità del secondo rispetto al primo.

Tale vantaggio del ciclo Diesel, e specialmente la possibilità di bruciare la nafta con autocombustione, ha determinato i costruttori a studiarne l'applicazione nell'automobilismo e nell'aviazione, dato che l'alto grado di perfezione raggiunta nei motori a scoppio non sembra più suscettibile di apprezzabili miglioramenti, e gli esperimenti fatti per utilizzare nei motori a scoppio carburanti a basso prezzo, hanno avuto finora esito poco soddisfacente, per la difficoltà di vaporizzazione degli olii pesanti, che richiedono, per una buona ed omogenea miscela, un'alta temperatura di preriscaldamento.

L'applicazione del Diesel nell'automobile e nell'aeroplano è stata possibile grazie ai perfezionamenti ultimamente raggiunti nel sistema di iniezione che, pur alterando il classico diagramma del ciclo Diesel, hanno permesso di raggiungere pressioni di combustione assai elevate, e quindi potenze specifiche notevolmente superiori a quelle dei motori industriali.

Tali motori, necessariamente forzati, hanno consumi di combustibile e di olio lubrificante più elevati di quelli industriali e richiedono materie prime eccezionali agli effetti del logoramento, ed hanno conseguentemente una durata assai inferiore di quelli stazionari.

3) Sovralimentazione.

L'impiego della sovralimentazione nei motori Diesel rappresenta uno dei progressi più notevoli raggiunti in questi ultimi anni, specialmente agli effetti dell'impiego dei motori a quattro tempi per grandi potenze.

Questi infatti, con l'applicazione della sovralimentazione spinta fino al 50%, si sono portati in condizione di eguaglianza, se non di superiorità, sotto il punto di vista del peso e dell'ingombro, rispetto a quelli a due tempi, nei quali la sovralimentazione non è praticamente applicabile oltre il 20%.

La sovralimentazione che corrisponde ad un aumento virtuale della corsa, senza superare il limite ammesso nella velocità dello stantuffo, può essere effettuata alimentando il cilindro con aria avente una pressione leggermente superiore a quella atmosferica, Kg 1,05 per cmq, ottenuta mediante un compressore separato della potenza dell'$1 \div 3$% del motore, oppure ottenendo l'aria compressa necessaria alla sovralimentazione, mediante un turbocompressore che utilizza l'energia dei gas di scarico del motore.

Tale sistema, oltre a dare gratuitamente l'energia necessaria per comprimere l'aria utilizzando quella dei gas di scarico, che andrebbe altrimenti perduta, presenta, teoricamente, rispetto al tipo a compressore separato, il vantaggio di rendere automatico il suo funzionamento in funzione del carico, in quanto che, ad aumento del carico, ossia di combustibile, corrisponde aumento del lavoro disponibile nei gas di scappamento, e quindi aumento della quantità d'aria fornita dal turbocompressore, così da mantenere costante il rapporto fra aria e combustibile, condizione necessaria per un buon rendimento del motore.

Effettivamente, per l'inevitabile ritardo tra causa ed effetto, tale automaticità non sembra praticamente realizzabile in impianti a carico notevolmente variabile, e ciò per la difficoltà di messa a punto, nei riflessi di taluni fenomeni oscillatori nella colonna fluida dei gas di scarico. Conseguentemente, per gli impianti destinati a funzionare a carico continuamente variabile, la sovralimentazione viene preferibilmente ottenuta per via meccanica, mediante un compressore a funzionamento autonomo.

La sovralimentazione, oltre a migliorare il rendimento termico, per il fatto che, effettuandosi il lavaggio della camera di combustione, l'aria che viene rinchiusa nel cilindro è più pura e quindi la combustione più perfetta, permette di ottenere delle pressioni medie effettive che superano i Kg 8 per cmq contro i $5 \div 6$ normali, raggiungendo così delle potenze che superano il 50% di quella normale, senza sottoporre il motore a sollecitazioni meccaniche e termiche superiori a quelle normali, in quanto che la sovralimentazione permette di ottenere un diagramma termico più gonfio, così da avere una pressione media più elevata, senza aumentare sensibilmente la pressione massima, mentre, per quanto riguarda la temperatura al termine della compressione, della combustione e dell'espansione, dipendendo queste dalla temperatura iniziale dell'aria, dal rapporto di compressione e dal peso di nafta che si brucia per 1 Kg di aria introdotta nel cilindro, esse sono teoricamente sempre le stesse, qualunque sia il grado di sovralimentazione, ed anzi praticamente risultano inferiori a quelle che si hanno a regime normale, in quanto che il lavaggio energico della camera di combustione, che si ottiene con la sovralimentazione, raffredda le pareti caldissime di detta camera e quindi diminuisce le temperature caratteristiche del ciclo termico.

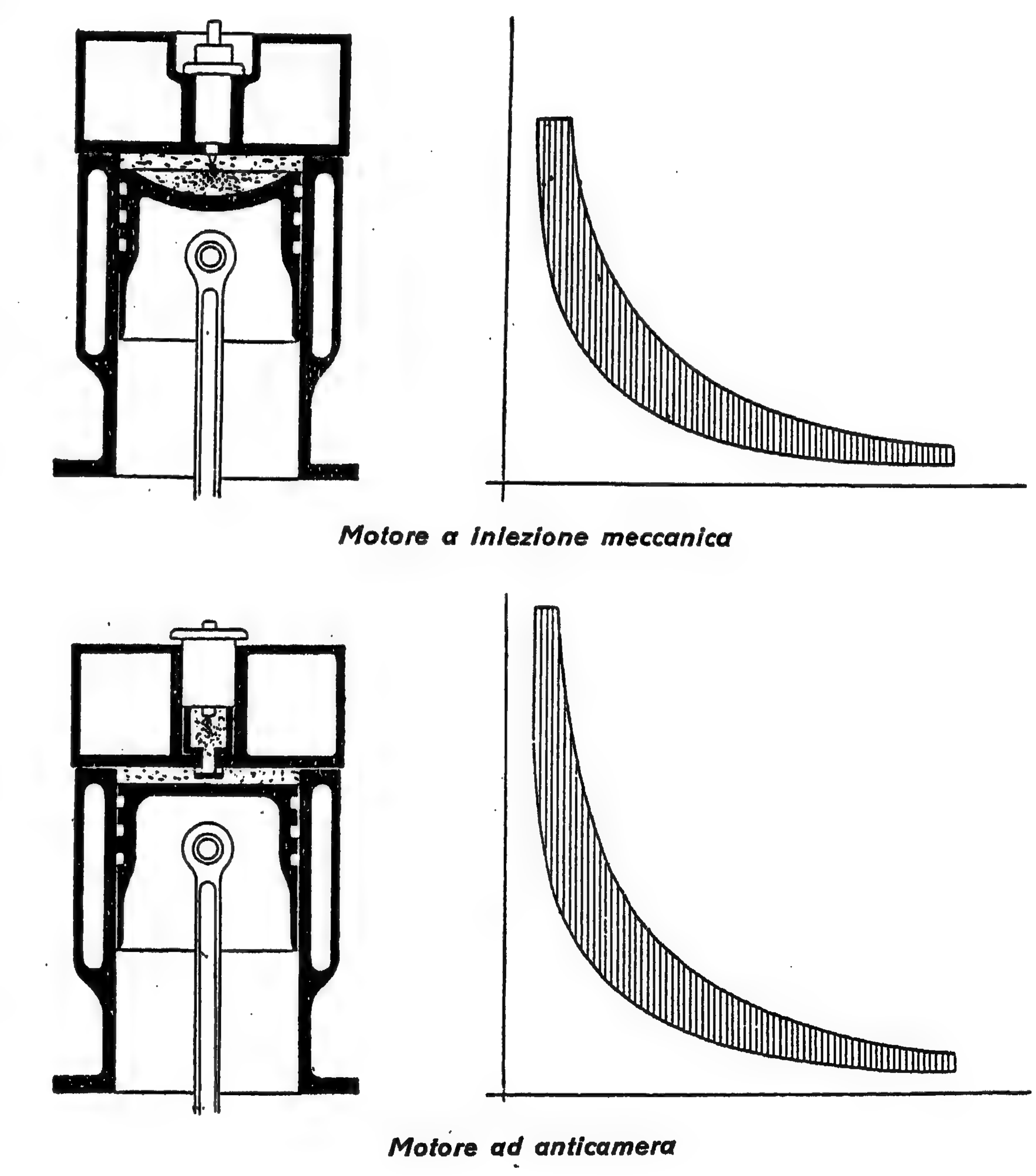
I vantaggi ottenuti con la sovralimentazione ad aria addizionale, segnano la nuova via per le grandi potenze, e già alcune ditte sono addivenute nella decisione di predisporre tutti i motori di grande potenza per una immediata, oppure successiva, sistemazione della pompa ad aria addizionale.

4) Progressi nel sistema di combustione.

Lo sviluppo dei motori Diesel è dovuto principalmente ai perfezionamenti nei sistemi di iniezione del combustibile nel ciclo termodinamico e nei mezzi per realizzare una perfetta combustione in un tempo estremamente corto.

Il recente sistema di iniezione meccanica, rispetto al vecchio sistema di iniezione pneumatica del combustibile, rappresenta il più notevole progresso fatto in questi ultimi anni dal Diesel, specialmente di piccola potenza, in quanto che tale sistema, oltre ad avere ridotto il costo del motore e semplificati l'esercizio e la manutenzione con l'abolizione del compressore e di parte delle tubazioni ad alta pressione, ha permesso di aumentare il rendimento guadagnando la resistenza passiva assorbita dal compressore separato e riducendo le perdite nocive di combustione.

La soppressione del compressore d'aria per l'iniezione del combustibile ha inoltre eliminate tutte le difficoltà di messa in marcia che dipendevano dal fatto che l'aria fredda che lanciava il combustibile rendeva difficile la infiammabilità dell'olio pesante, mentre con il sistema ad iniezione meccanica, l'olio



Motore a iniezione meccanica

Motore ad anticamera

Motore a camera d'aria

Fig. 3 bis. - Forme tipiche attuali dell'introduzione del combustibile.

viene iniettato in mezzo all'aria che, per la compressione preliminare, ha raggiunto una temperatura sufficientemente elevata, per assicurare l'immediata infiammabilità del combustibile.

Va però subito notato che, nei motori con compressore ed iniezione del combustibile a mezzo dell'aria compressa, è possibile usare nafta di qualsiasi densità, perchè l'olio viene iniettato attraverso fori da 5÷6 mm di diametro, mentre nei motori senza compressore ad iniezione meccanica diretta non è possibile adoperare certi tipi di nafta densa a basso prezzo, senza inconvenienti, in quanto che l'olio combustibile viene iniettato nei cilindri motori attraverso fori capillari di pochi decimi di millimetro, quindi facili ad otturarsi e richiedenti continue puliture, filtri speciali, ecc.

Per tale ragione alcune Case di primissimo ordine, dopo aver spinto in un primo tempo il tipo ad iniezione diretta, tornano specialmente per le grandi potenze al motore con compressore.

Per le piccole potenze invece, tale sistema principalmente ha contribuito ad estendere l'applicazione del Diesel in concorrenza ai motori a benzina e a quelli a testa calda, in quanto che, il minore costo del gruppo e il minore consumo di combustibile, e specialmente di olio lubrificante, compensava il maggior costo dell'olio combustibile.

Recentemente sono stati esperimentati, con ottimi risultati, i motori così detti semi-Diesel o a precombustione, in cui la nafta viene bruciata parzialmente in un'anticamera superiore al coperchio del cilindro, e da questa viene proiettata violentemente nella vera camera di combustione, dove avviene la completa combustione (vedi fig. 3 bis).

Con tali tipi, oltre a diminuire il consumo di combustibile e di olio lubrificante, è possibile bruciare anche la nafta densa.

Per i motori veloci, tali perfezionamenti nel sistema di iniezione, hanno permesso di ottenere dei discreti rendimenti, pur raggiungendo velocità molto prossime a quelle dei motori a benzina.

Particolare attenzione fu posta dai costruttori, per ottenere una regolazione perfetta dei quantitativi vari di combustibile, a qualunque carico tra zero e pieno carico, così da assicurare, a qualunque regime, una combustione perfetta e senza fumo, ottenendo un notevole miglioramento nel rendimento medio dei motori destinati a funzionare a carico continuamente variabile.

5) Progressi meccanici.

Uno dei punti fondamentali dell'evoluzione del motore Diesel è la riduzione sempre maggiore del peso per HP.

A tale riduzione contribuiscono diversi mezzi, di cui principalmente l'impiego di acciai speciali e di leghe leggere, l'aumento di velocità di rotazione della macchina e l'aumento del numero dei cilindri.

Il progresso notevole raggiunto dalla metallurgia ha permesso di ridurre notevolmente il peso specifico dei motori industriali, adottando, per le parti maggiormente sollecitate alle alte pressioni e temperature di combustione, acciai ad alta resistenza e per le altre parti leghe leggere, mentre opportuni accorgimenti per migliorare le fasi di ammissione e di scarico con alte velocità dello stantuffo, hanno permesso di raggiungere notevoli velocità di rotazione senza diminuire sensibilmente il rendimento.

Dalle velocità di 150 giri, siamo arrivati, per i motori industriali di piccola e media potenza, ai 400 giri, con l'evidente vantaggio di riduzione di peso e di spazio di ingombro sia dei motori che dei generatori elettrici da accoppiarsi direttamente e con una sensibile diminuzione del costo complessivo del gruppo.

Questo nel campo industriale, ossia dove il peso e le dimensioni non devono essere ridotte al disotto del limite di massima convenienza economica, agli effetti del costo dell'energia generata.

Merita comunque accennare brevemente sui recenti progressi dei motori Diesel leggeri per l'automobile e l'areonautica, i cui progetti ed esperimenti non si soffermano alle prove del banco, ma passano all'applicazione pratica su camion ed areoplani e segnano, con gli ottimi risultati finora raggiunti, un'epoca ricca di promesse.

Oggi possiamo trovare motori Diesel marcianti a un regime di 1300÷1400 giri al minuto con un peso specifico di 10 Kg/HP contro i (60÷150) Kg/HP dei motori industriali.

I consumi specifici di questi motori velocissimi, sono naturalmente più elevati dei motori industriali, però, nel campo della trazione, ed anche in quello delle macchine agricole, essi si presentano come invincibili concorrenti del motore ad essenza, sia per il basso costo del combustibile che per la eliminazione di organi delicati, quali il carburatore e la apparecchiatura di accensione.

Circa le applicazioni all'areonautica, alcune Case vanno esperimentando tipi ultra leggeri (Kg 1,300 per HP), con pressioni di combustione elevatissime, ed a questi esperimenti i tecnici dell'aviazione rivolgono tutta la loro attenzione, convinti che l'eliminazione dell'apparecchiatura di accensione e la esclusione quasi totale del pericolo di incendio, oltre alla possibilità di utilizzare carburanti pesanti e semipesanti di basso prezzo, saranno coefficienti importantissimi per l'applicazione del Diesel sugli areoplani.

Sull'avvenire dei motori Diesel veloci di piccola e media potenza, sia nel campo dell'aviazione e dei trasporti che in quello navale e industriale, si prevede un largo e rapido progresso, e ciò in relazione alla tendenza della nostra epoca, il cui ritmo accelerato e febbrile non giustifica più la richiesta di lunga durata, ma l'investimento minimo di capitale, così da ridurre il relativo ammortamento e di rendere economicamente conveniente la rapida sostituzione con tipi più moderni.

6) Sviluppo nelle applicazioni dei motori Diesel.

A cominciare dai motori di *piccola potenza*, noi osserviamo il rapido incremento nelle applicazioni dei motori Diesel o semi-Diesel, in concorrenza a quelli a testa calda, che finora erano ritenuti come i più economici e i più pratici. Vantaggio dei Diesel o semi Diesel è il minore consumo di combustibile e specialmente di olio lubrificante e la maggiore semplicità di esercizio, rispetto a quelli a testa calda.

Grazie al perfezionarsi del sistema di iniezione senza compressore, la preferenza è nettamente a favore di detti motori ad autocombustione, e specialmente ai tre seguenti tipi (vedi fig. 3 bis):

1°) *Tipo a getto polverizzato*, ossia ad iniezione del carburante con forte pressione, il quale alla pari di tutti i motori ad iniezione solida, realizza un consumo di combustibile del (5÷10)% inferiore agli altri tipi; però a tale riduzione di consumo corrisponde la necessità di impiegare una nafta meno densa e quindi più costosa.

2°) *Tipo semiDiesel ad anticamera*, in cui il combustibile viene parzialmente bruciato in una anticamera che raggiunge il (20÷30)% del volume totale di compressione, mentre la combustione completa avviene nella vera camera di combustione.

3°) *Tipo a camera d'aria*, in cui la maggior parte del volume di compressione è situata fuori del cilindro di lavoro.

Questi ultimi due tipi hanno il grande vantaggio, rispetto al primo, di poter bruciare anche le nafte dense.

Tali tipi, costruiti sia a due che a quattro tempi, già molto apprezzati per la loro semplicità ed assoluta facilità di manutenzione, si sono piazzati recentemente al primo posto nella categoria delle piccole potenze, perchè, oltre ad avere ridotto notevolmente il consumo di combustibile rispetto a quelli a testa calda, hanno resa possibile l'applicazione della lubrificazione forzata, riducendo quindi di molto la dispersione di olio lubrificante.

Per i motori di *media potenza*, ossia dai 200 ai 1000 HP, la preferenza è ancora a favore del tipo a quattro tempi a semplice effetto per le considerazioni già esposte.

Per i motori di *grande potenza*, ossia da 1000 a 10000 HP, la tendenza moderna è rivolta decisamente verso il due tempi a semplice effetto, quantunque il limite superiore dell'impiego dei motori a quattro tempi, rispetto a quelli a due tempi, sia attualmente ancora del tutto indeterminato, dipendendo esso da particolari condizioni di esercizio e dal tipo di industria a cui sono destinati. Si può quindi ritenere che, secondo le circostanze, il limite di convenienza tecnica ed economica del motore a quattro tempi arrivi ai 2000 HP e quello del due tempi cominci dai 1000 HP.

La possibilità di sovralimentazione con turbosoffiante a gas di scarico, o con mezzi meccanici, interviene a sopraelevare ulteriormente il limite di impiego del motore a quattro tempi.

Per i motori di *potenza elevatissima*, ossia superiori ai 10.000 HP, si deve necessariamente passare al tipo a due tempi e a doppio effetto, però, attualmente, l'applicazione di tali motori negli impianti stazionari è ancora molto limitata, perchè in essi non esistono le condizioni imperative che hanno determinato la creazione del doppio effetto per gli usi di bordo e cioè quelle limitazioni di peso e di spazio che prevalgono nelle installazioni navali, anche a scapito della semplicità e della sicurezza di esercizio, e perchè negli impianti stazionari a potenze superiori ai 10.000 HP il confronto tecnico-economico è indiscutibilmente a favore degli impianti a vapore.

Riteniamo tuttavia opportuno segnalare il rapido incremento verificatosi nell'applicazione del motore Diesel nella costruzione mondiale di navi:

	1923	1926	1929
milioni di tonnellate di navi a vapore	1,89	0,95	1,27
milioni di tonnellate di navi a Diesel..	0,46	0,86	1,53
milioni di tonnellate di navi in totale .	2,35	1,81	2,80

da cui risulta che, mentre nel 1923 il tonnellaggio delle navi con motori Diesel rappresentava appena il 20% delle costruzioni navali mondiali, nel 1929 tale rapporto è salito ad oltre il 50 %.

Nelle grandi industrie, invece, il motore Diesel ha avuto uno sviluppo molto lento, sia per la concorrenza sempre più temibile degli impianti a vapore, sia per la sostituzione sempre più crescente, che si verifica in tutti i paesi, dell'energia elettrica prodotta idraulicamente.

Si può quindi concludere che lo sviluppo futuro del motore Diesel sarà specialmente orientato verso la costruzione di unità sempre più potenti da impiegarsi principalmente nelle costruzioni navali, e nella creazione di nuovi tipi di motori a grande velocità, da impiegarsi, prevalentemente, nei mezzi di trasporto terrestri ed aerei.

Al vecchio sentimento statico delle macchine lente ed eccessivamente durature, deve necessariamente sostituirsi, nell'era attuale, caratterizzata dalle grandi velocità e dai continui progressi, il sentimento dinamico delle macchine veloci, economiche e rapidamente ammortizzabili.

7) Combustibile per Diesel.

La ragione fondamentale che ha determinato la grande diffusione del Diesel è stata la possibilità di utilizzare in questi motori olii combustibili densi e ad alta temperatura di infiammabilità, il cui prezzo è sceso, in questi ultimi anni, assai rapidamente, tanto che il costo della caloria degli olii pesanti ha quasi raggiunto il corrispondente costo della caloria carbone.

Gli olii usati nei motori Diesel sono generalmente quelli provenienti dalla distillazione frazionata del petrolio greggio, perchè questo idrocarburo si trova in grande quantità in molte parti del mondo, e perchè il crescente consumo degli olii leggeri aumenta sempre più la disponibilità degli olii pesanti, ossia dei residui della distillazione; però, agli effetti del ciclo Diesel possono essere impiegati indifferentemente tutti gli altri tipi di olio, dall'olio vegetale di arachide a quelli provenienti dalla distillazione degli schisti bituminosi o dalla rettificazione del catrame del carbone fossile.

Per l'impiego di questi ultimi si rende però necessaria una iniezione supplementare, a mezzo di un polverizzatore speciale, di un po' di petrolio greggio ($5 \div 10\%$ del peso totale di combustibile) onde evitare le compressioni esagerate, rese necessarie per infiammare gli olii di catrame, il cui punto di infiammabilità è più che doppio di quello del petrolio greggio.

Nei paesi poveri di sorgenti petrolifere, l'impiego di altri olii provenienti da sostanze che abbondano sul luogo, può risultare economicamente conveniente e comunque deve considerarsi come necessario per la graduale emancipazione dai paesi importatori di petrolio. L'applicazione sempre più diffusa del motore Diesel velocissimo alla trazione e alla aviazione, rende, specialmente per noi italiani, necessario di considerare seriamente tale vantaggio che il Diesel presenta sugli altri motori ad essenza.

Comunque, per il nostro studio, limiteremo l'indagine all'impiego del petrolio greggio, il cui potere calorifico inferiore varia da 9900 a 10.200 calorie, potendo facilmente riportare le nostre conclusioni agli altri olii.

Il prezzo del petrolio greggio varia secondo la densità e secondo la località; comunque, sarà bene limitarci a considerare il tipo semidenso ($900 \div 920$) e come località quella situata a circa 100 Km dai porti di mare, così da avere valori medi sufficientemente attendibili.

Per l'Italia il prezzo medio attuale ha raggiunto una certa stabilità sulle Lire 300 per tonnellata e tale prezzo si ha ragione di ritenere rappresenti il valore medio anche per l'avvenire, salvo quelle imprevedibili oscillazioni dovute alla instabilità che ancora si verifica sui prezzi di tutti i combustibili. Il diagramma (8) rappresenta l'andamento del prezzo del petrolio greggio su vagone cisterna Milano e conferma il valore da noi assunto per lo studio economico della presente relazione.

Parte Seconda

Confronto economico fra le Centrali a motori Diesel e le Centrali a vapore

La evidente semplicità costruttiva e di esercizio di una Centrale termoelettrica a motori Diesel, il migliore rendimento termodinamico del ciclo Diesel, rispetto agli altri cicli termici, la maggiore elasticità di funzionamento e le minori spese vive di esercizio di un Diesel rispetto a un impianto a turbine a vapore, mantengono sempre aperta la discussione circa la convenienza economica dei due sistemi.

Per le piccole e medie potenze, la convenienza delle turbine a a vapore, rispetto ai Diesel, salvo i casi di impianti a ricupero, è senz'altro da escludere perchè, in tali installazioni, prevalgono i vantaggi di semplicità costruttiva e di esercizio, rispetto a quelli economici.

Per le grandi potenze, ossia per quelle che interessano le Centrali termoelettriche, il confronto economico è, nella maggior parte dei casi, a favore degli impianti a vapore.

Tale confronto dipende da molte circostanze; comunque, un esame obbiettivo della reale situazione tecnico-economica dei due sistemi, rispetto all'attuale funzione delle centrali termoelettriche, permetterà di precisare i veri termini di confronto.

L'impiego del motore Diesel nelle Centrali termoelettriche deve essere considerato sia nel caso che esse abbiano funzione di riserva agli impianti idroelettrici, sia che esse costituiscano la principale ed esclusiva sorgente di energia, oppure siano destinate a servizio continuato di integrazione stagionale.

Centrali di riserva.

Nel primo caso, ossia quando le Centrali sono destinate ad un servizio breve ed intermittente, sia per coprire le punte del diagramma di carico nei periodi di magra, sia per assicurare la continuità dell'esercizio, in caso di interruzioni di servizio, dovute a guasti di linea, il motore Diesel presenta indiscutibilmente il vantaggio, rispetto alle turbine a vapore, di essere sempre pronto al funzionamento, senza richiedere, durante le ore di riposo, alcun consumo di combustibile e senza obbligare a mantenere in istato di mobilitazione un gran numero di operai e quindi con un costo di esercizio notevolmente inferiore a quello dei normali impianti a vapore.

Tale funzione di riserva immediata, che una volta era considerata come caratteristica fondamentale delle centrali termoelettriche, non ha però oggi grande importanza in quanto che tutti i principali centri di distribuzione sono generalmente alimentati da due o più linee, collegate separatamente a più centrali di produzione e quindi di reciproca riserva, cosicchè le interruzioni di servizio (che la attuale tecnica degli isolatori ha ridotto al minimo) sono brevissime e limitate al tempo strettamente necessario per separare i servizi.

Per la copertura delle punte di carico, l'intervento delle centrali termoelettriche costituisce, attualmente, una rara eccezione, per il fatto che il razionale collegamento elettrico degli impianti idroelettrici a regime idraulico complementare, la creazione di serbatoi, la larga disponibilità di potenza installata nelle centrali, il progressivo miglioramento del fattore di carico medio delle vaste reti di distribuzione, ottenuto con una maggiore egualizzazione del consumo conseguente a una riunione di servizi a caratteristiche differenti, permettono di superare facilmente le punte di carico.

Comunque, qualora tale servizio termico di riserva o di punta fosse ancora ritenuto necessario, i vantaggi del Diesel sembrano attualmente superati dai nuovi impianti a vapore con accumulatori, alimentanti speciali turbine, le quali possono funzionare sia con vapore fresco, che con vapore accumulato o per servizio misto.

Lo scopo di tali impianti, largamente applicati all'estero, è di accumulare il vapore prodotto in eccesso durante le ore di basso carico, per impiegarlo nelle ore di punta facendolo espandere in speciali turbine capaci di funzionare a pressione variabile. Tale sistema, pur avendo le stesse caratteristiche di elasticità di carico dei motori Diesel, presenta i seguenti vantaggi:

1°) *Riduzione delle spese di impianto* poichè l'accumulatore di vapore, notevolmente più economico delle caldaie equivalenti, e quindi, a maggior ragione dei motori Diesel, permette

di ridurre l'impianto di produzione di vapore a quello necessario per coprire il solo carico medio in luogo di quello di punta.

2°) *Riduzione del costo del kWh* per il fatto che le caldaie funzionano a carico costante, ossia con il massimo rendimento e perchè si evita di mantenere in alimento quelle unità necessarie per il servizio di punta, ossia si elimina la causa principale del maggior costo del kWh medio prodotto.

3°) *Intervento istantaneo per il servizio di punta* per fronteggiare bruschi aumenti di carico superiori al valore medio di cui la centrale è capace col solo vapore fresco, ottenuto automaticamente ed economicamente.

4°) *Riserva istantanea* per interruzioni di servizio, ottenuta facendo funzionare il gruppo a vuoto come motore sincrono per rifasare la rete, e mantenendo le caldaie in semplice alimento per avere sempre efficienti gli accumulatori, riunendo così il duplice vantaggio di rifasatrice normale e di riserva occasionale, con una spesa di esercizio relativamente minima.

CENTRALI DI PRODUZIONE.

Nel secondo caso, ossia quando le centrali sono destinate ad un servizio prolungato, gli impianti a vapore sono indiscutibilmente da preferirsi ai Diesel.

Una volta le centrali termiche erano dislocate nei principali centri di consumo e, nel loro duplice scopo di centrali di integrazione e di riserva, potevano essere indifferentemente del tipo a vapore o a Diesel, oppure comprendenti l'uno e l'altro sistema, in quanto che le spese di esercizio per le piccole potenze in esse installate e per il basso rendimento degli impianti a vapore di allora, erano pressochè uguali.

Oggi che il consumo di energia è notevolmente aumentato e lo sviluppo dei collegamenti tra i grandi sistemi elettrici ha dato la possibilità di centralizzare la produzione termica, sostituendo le piccole centrali termiche di bassa efficienza con le moderne supercentrali ad alto rendimento, dislocate nella località più opportuna per l'approvvigionamento economico del combustibile, oggi che le centrali termiche collegate ai serbatoi stagionali sono destinate a funzionare a carico costante, quali centrali di base, per quei determinati periodi dell'anno, in cui l'intervento termico sia reso necessario dalle condizioni idrologiche, la convenienza economica, sia come costo di impianto, sia come spese di esercizio, è nettamente a favore degli impianti a vapore.

Per meglio precisare i termini di confronto, riteniamo opportuno riportare, nel seguente prospetto, la ripartizione percentuale approssimativa dei costi di impianto dei due sistemi di produzione dell'energia, sempre riferita alle grandi potenze:

	Impianto con motore Diesel	Impianto con turbine a vapore
Costo del gruppo completo	65 %	60 %
Costo del terreno, dei fabbricati e delle fondazioni........................	15 %	17 %
Costo degli impianti ausiliari e diversi..	10 %	13 %
Spese di trasporto e montaggio, spese generali e interessi passivi	10 %	10 %

Da esso risulta che, tanto nell'uno che nell'altro sistema, le spese relative ai fabbricati, agli impianti ausiliari ed alle diverse, gravano con quote percentuali relativamente elevate.

Riferendoci a dati di costo di impianti già eseguiti e limitando il confronto a centrali di grande potenza, ossia superiore a kW 10.000, il costo complessivo di impianto, fino ai morsetti dell'alternatore (ossia esclusi trasformatori, apparecchiatura elettrica e relativi fabbricati), risulta dalla tavola fig. 4.

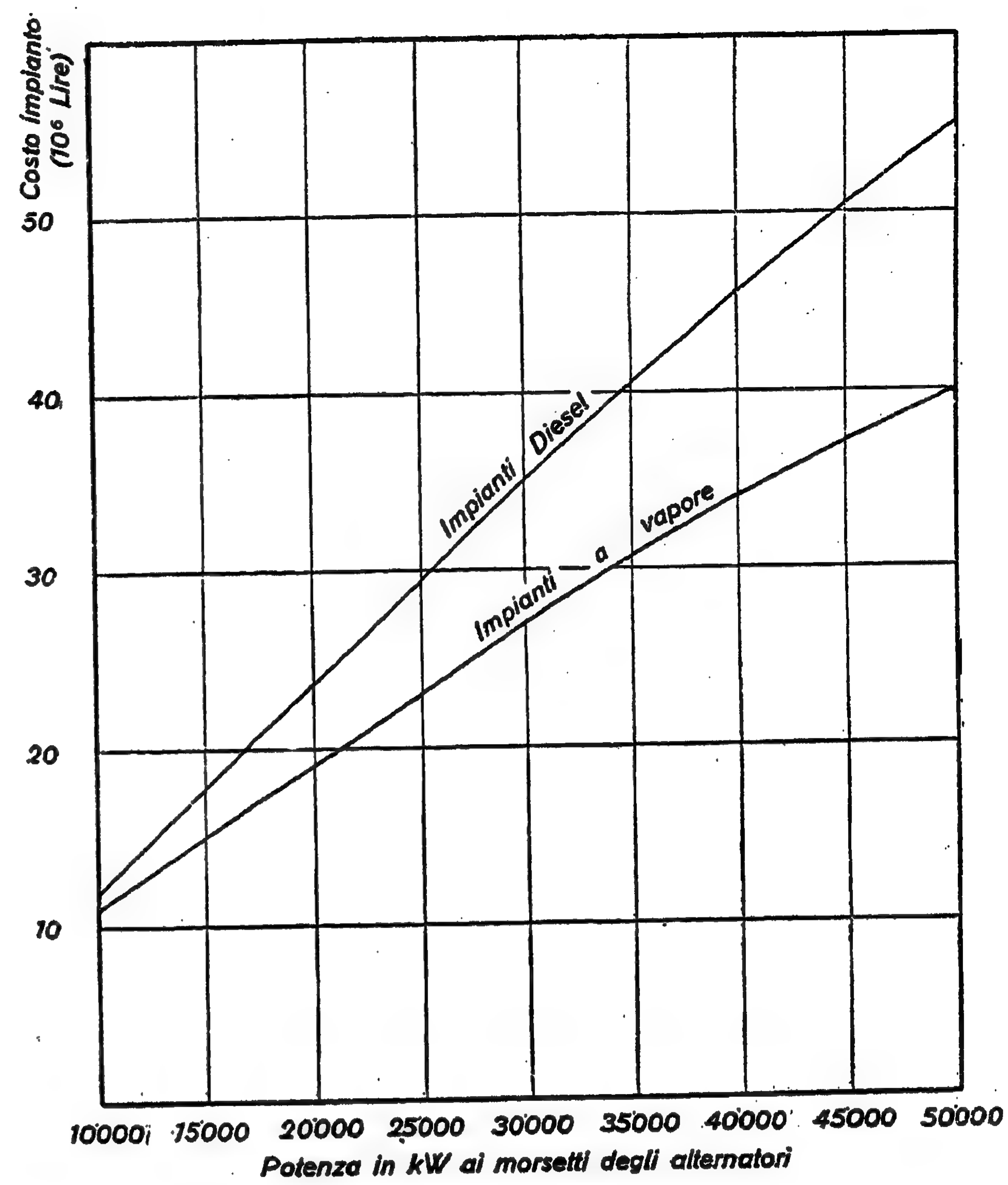


Fig. 4. - Costo di impianti a vapore e con Diesel.

Esso conferma che le curve di costo dei due sistemi tendono a divergere con l'aumento della potenza installata e ciò per il fatto che il costo capitale del kW Diesel installato, per grandi potenze, è quasi costante, mentre quello delle turbine decresce con l'aumento della potenza.

Stabilito così il confronto tra i costi di impianto dei due sistemi, passiamo ad analizzare le spese di esercizio, e perciò è opportuno riferirci ad un esempio concreto, per esempio ad una centrale di 30.000 kW, salvo estendere i risultati di tale analisi al caso che specialmente può interessare.

A tale scopo conviene considerare separatamente le *spese fisse* annuali di esercizio, ossia quelle relative al servizio del capitale (interessi ed ammortamenti), ed alla mano d'opera, manutenzione, tasse e varie di esercizio, e le *spese vive* del kWh prodotto ossia quelle del combustibile e dell'olio lubrificante e varie.

Le spese fisse annuali per i due sistemi risultano così distribuite: per una centrale di 30.000 kW ed *escluso* il costo dei trasformatori, dell'apparecchiatura elettrica e dei fabbricati relativi, il cui importo varia caso per caso da Lire 300 a Lire 100 il kW installato e comunque non ha alcuna importanza agli effetti del confronto.

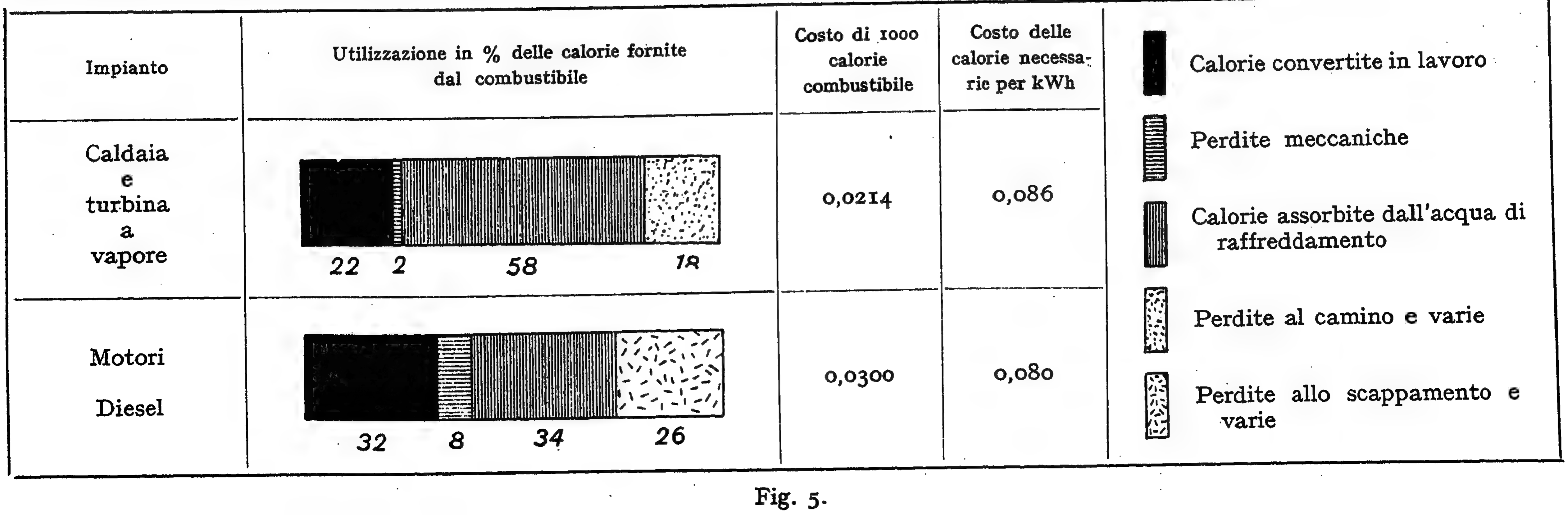


Fig. 5.

	Impianto con Diesel	Impianto a vapore
Costo del kW installato per una centrale di 30.000 kW	L. 1200	L. 900
Interessi 8,5 %, ammortamenti 6,5 % .	L. 180	L. 135
Mano d'opera, manutenzione e varie . .	» 30	» 45
Totale spese fisse per kW installato. .	L. 210	L. 180

Le spese vive vengono riferite al kWh prodotto e dipendono anzitutto dal combustibile consumato per kWh.

Nella figura 5 si è indicata la utilizzazione in % delle calorie fornite dal combustibile e il relativo costo della caloria nei due sistemi (con riferimento agli attuali prezzi dei combustibili), mentre nel prospetto seguente figurano le spese vive per kWh ai morsetti dell'alternatore:

	Consumo calorie per kWh	Potere calorifico combustibile Calorie	Costo combustibile L./Tonn.	COSTO kWh per combustibile L.	COSTO kWh p. olio lubrif. e varie L.	TOTALE L.
Diesel	2.700	10.000	300	0,080	0,020	0,10
Vapore . . .	4.000	7.500	160	0,086	0,014	0,10

Da essi risulta che, pur ottenendo con i Diesel una migliore utilizzazione delle calorie del combustibile, le spese vive sono uguali nei due casi.

Il costo complessivo del kWh in funzione delle ore di utilizzazione, e sempre riferito ai morsetti dell'alternatore, per un impianto di 30.000 kW, è rappresentato dai diagrammi della fig. 6.

L'ammortamento e la manutenzione sono stati mantenuti costanti, indipendentemente dalle ore di utilizzazione, in considerazione che, mentre questi decrescono diminuendo l'utilizzazione, i consumi medi specifici di combustione e di olio lubrificante aumentano notevolmente, con la minore utilizzazione per il peggiore rendimento dei gruppi e per le perdite dovute alle operazioni di avviamento e di arresto.

Da quanto sopra esposto, resta confermata la convenienza economica attuale delle centrali a vapore rispetto a quelle con Diesel, e ciò anche prescindendo dalla migliore regolarità di funzionamento degli impianti a vapore e dalla maggiore stabilità dei prezzi del carbone rispetto alla nafta (fig. 7).

Per l'avvenire si può preconizzare che i progressi termodinamici dei due sistemi tenderanno ad aumentare tale vantaggio a favore degli impianti a vapore, per l'orizzonte più vasto di perfezionamenti che questi presentano rispetto ai Diesel (fig. 8).

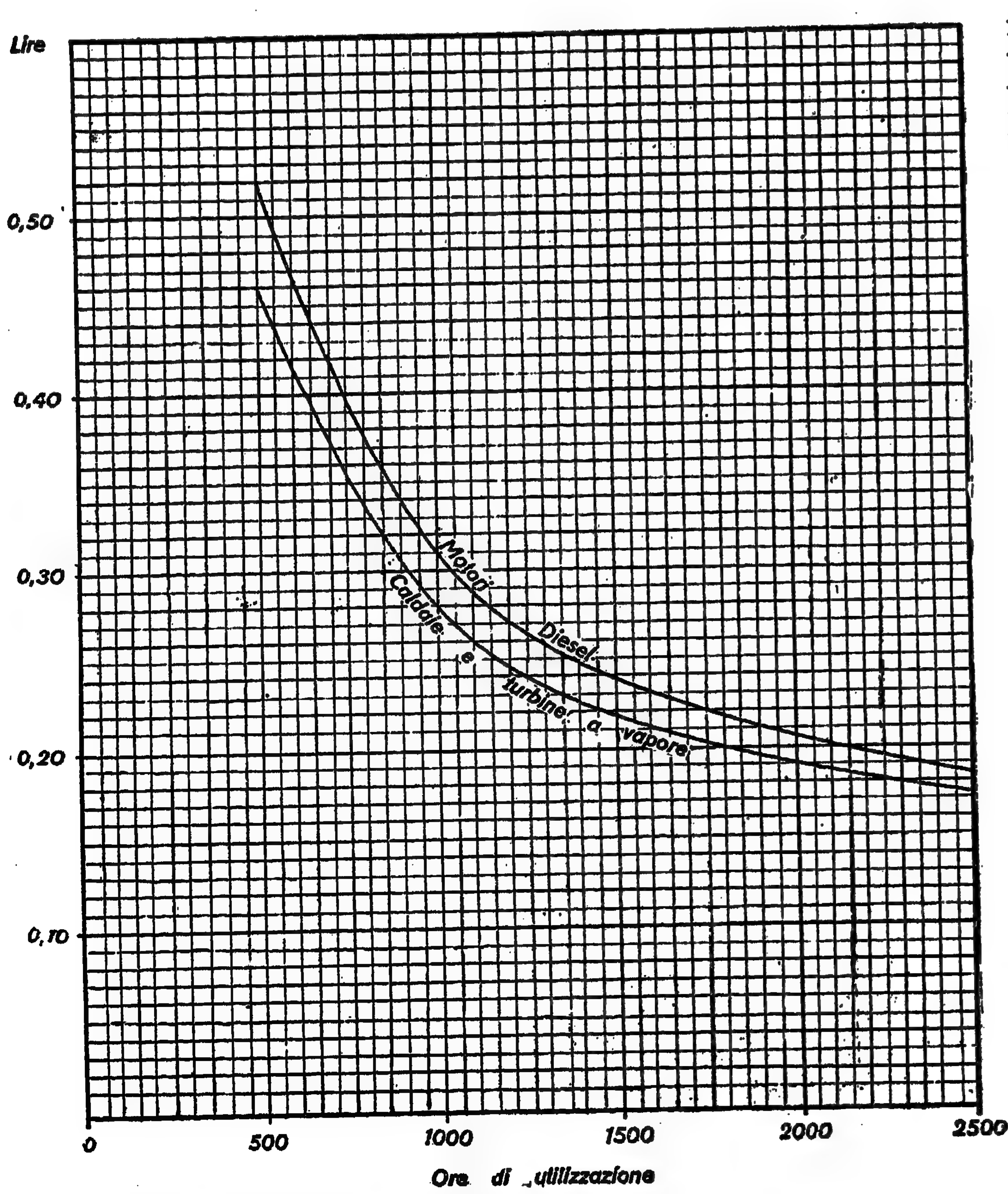


Fig. 6. - Costi complessivi del kWh per impianti a vapore o con motori Diesel con una potenza installata di 30.000 kW.

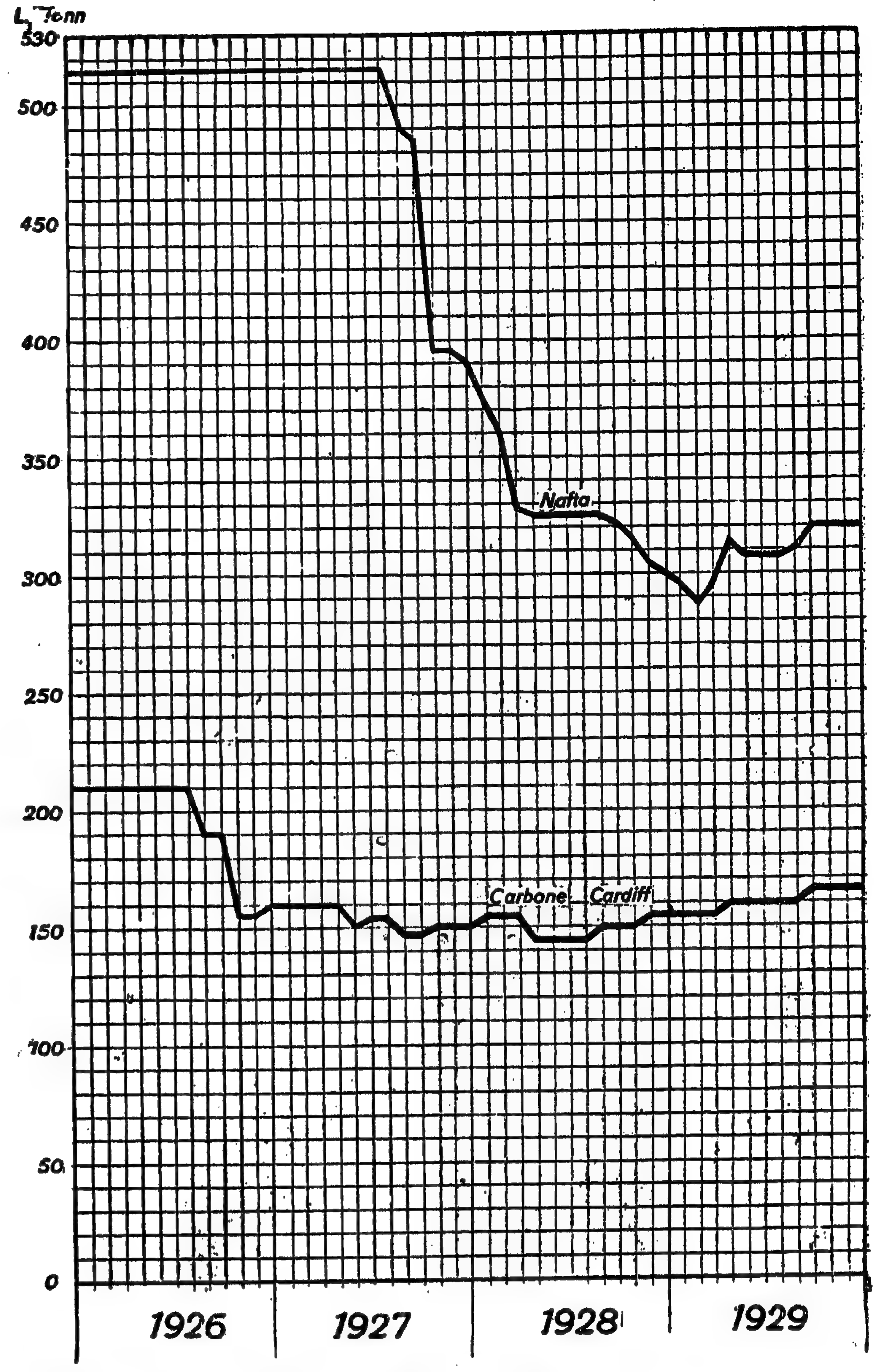


Fig. 7. - Costi nafta e carbone Cardiff franco vagone Milano.

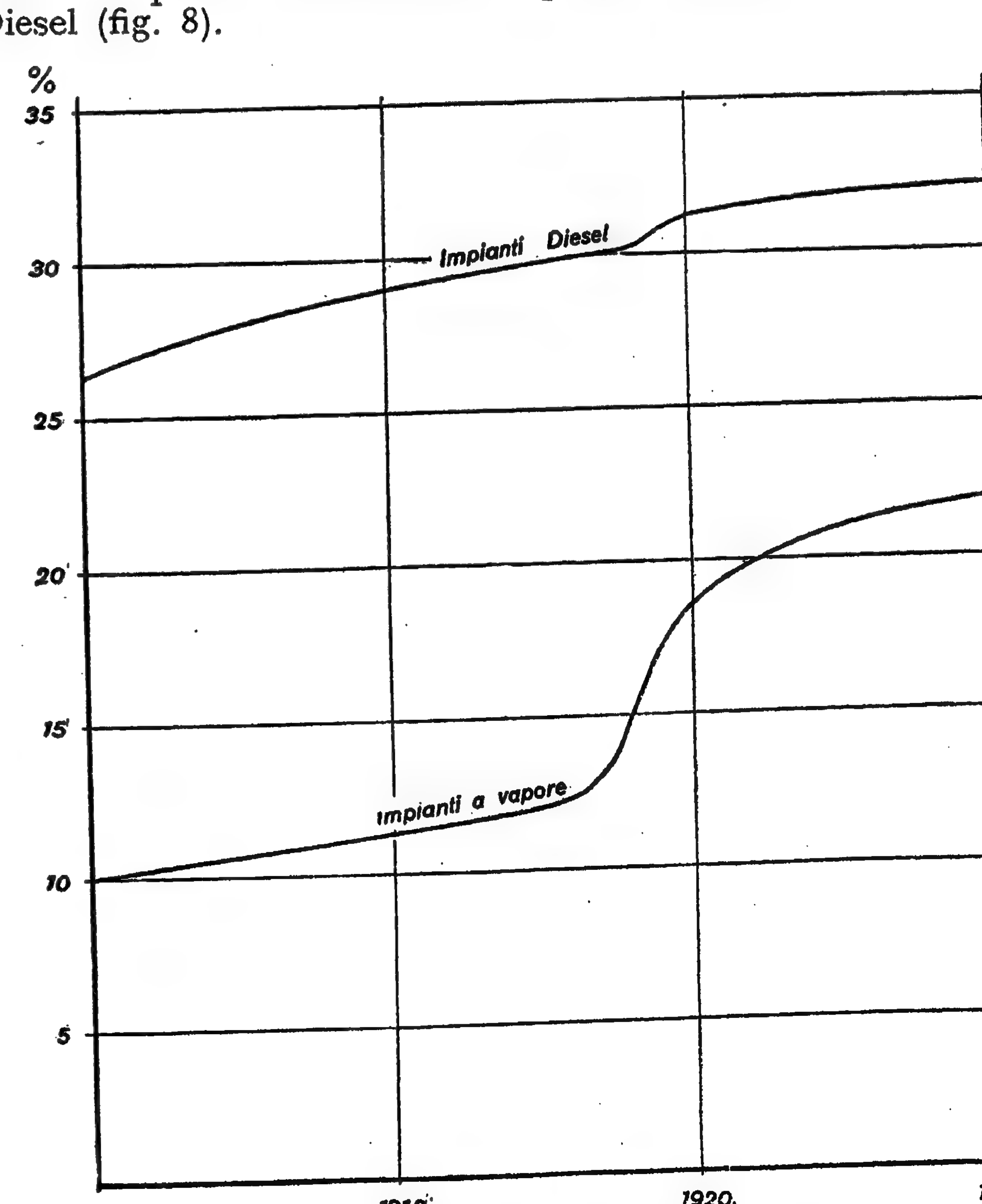


Fig. 8. - Rendimento complessivo impianti a vapore e con Diesel.

PARTE TERZA

Confronto fra i costi dell'energia prodotti con i motori Diesel e le attuali tariffe di energia elettrica

La intensa propaganda di alcune ditte, specialmente estere, intesa a diffondere, con artificiosi bilanci economici di esercizio, i motori termici in concorrenza all'energia elettrica, merita un esame sereno ed obbiettivo sulla reale situazione tecnico-economica dei moderni motori termici, in confronto alle attuali tariffe dell'energia elettrica, e ciò sia per sfatare una leggenda che ormai va diffondendosi nell'ambiente industriale circa la convenienza del motore termico, che per sostenere, agli effetti dell'economia generale della Nazione, l'industria idroelettrica che deve ritenersi il prodotto nazionale per eccellenza, la nostra principale materia prima, necessaria al reale incremento della potenzialità produttiva della Nazione.

Tale esame dovrebbe riferirsi ai motori a vapore, ai motori a gas povero, a quelli a testa calda e ai Diesel; però, agli effetti del confronto con le tariffe dell'energia elettrica, ci limiteremo a considerare solamente gli impianti Diesel che, specialmente per piccole potenze e salvo i casi di impianti a ricupero, rappresentano la soluzione economicamente più conveniente, come risulta dal seguente prospetto, in cui sono messi a confronto i Diesel con i motori a testa calda, a gas povero e con le motrici a vapore, per un motore da 100 HP, in esercizio corrente:

Le condizioni di massima convenienza si hanno quando la quantità di vapore necessaria per il riscaldamento corrisponde almeno alla quantità di energia utilizzabile con il salto termico netto, tra la pressione iniziale e la contropressione (in media 80 calorie per Kg/vapore); poichè in tal caso il kWh richiede circa 1300 calorie, ossia una spesa per combustibile di 3 centesimi, ai quali aggiungendo le spese varie di manutenzione e di personale di circa 2,5 centesimi per kWh e l'ammortamento ed interessi del capitale impiegato (circa Lire 900 per kW per potenze fino a 200 kW) si arriva, per 2000 ore di utilizzazione, a un costo complessivo di Lire 0,12 per kWh. Quando invece l'energia necessaria all'industria è sensibilmente superiore alla quantità di vapore di riscaldamento, la convenienza degli impianti a ricupero è quasi trascurabile e comunque non compensa le complicazioni di esercizio e di impianto, rispetto agli altri sistemi di produzione di energia, e specialmente rispetto ai vantaggi dell'energia elettrica.

Trascurando gli elementi e gli argomenti che esorbitano dai concetti della convenienza industriale pura e semplice, ossia rinunciando a quel diritto di protezione che l'industria idroelettrica dovrebbe ottenere, come viene accordato a tutte

DATI RELATIVI A UN MOTORE DA 100 HP	Motore a vapore	Motore a gas povero	Motore a testa calda	Motore Diesel
Costo complessivo d'impianto compresi fabbricati e impianti ausiliari .... Lire	280.000	250.000	200.000	220.000
Consumo nafta per kWh .... grammi	—	—	350	300
Consumo antracite per kWh .... grammi	—	500	—	—
Consumo cardiff per kWh .... grammi	800	—	—	—
Consumo olio lubrificante per kWh . grammi	2	6	12	6
SPESE FISSE ANNUALI				
Interessi ed ammortamenti .... Lire	42.000	37.500	30.000	33.000
Mano d'opera, manutenzione, tasse e varie d'esercizio .... Lire	33.000	32.500	23.000	23.000
Quota fissa per kWh su 2000 ore di utilizzazione .... Lire	0.50	0.47	0.36	0.38
SPESE VIVE				
Spesa combustibile per kWh .... Lire	0.14	0.12	0.10	0.09
Spese per olio lubrificante per kWh.... Lire	0.01	0.03	0.06	0.03
Costo totale per kWh .... Lire	0.65	0.62	0.52	0.50

Per quanto riguarda gli impianti a ricupero, il problema di convenienza economica dipende evidentemente dalla quantità di energia necessaria, rispetto alla quantità di vapore richiesta in contropressione dall'industria.

le altre industrie nazionali, limitiamoci ad esporre i dati reali di costo dell'energia prodotta con i motori Diesel.

A tale scopo conviene rivolgere la nostra indagine ai due casi seguenti:

A) che l'energia generata dai motori Diesel venga trasmessa direttamente alle macchine operatrici mediante trasmissione meccanica;

B) che l'energia generata dai motori Diesel venga trasformata in energia elettrica mediante accoppiamento ad alternatore.

L'indagine sul caso *A* viene limitata a motori fino a 200 HP poichè per potenze superiori conviene, salvo casi eccezionalissimi, accoppiare al Diesel un alternatore, anzichè comandare direttamente le macchine operatrici.

Per il caso *B* viene limitata a motori fino a 2500 kW che rappresentano il limite al disotto del quale è contenuta la potenza degli utenti normali; comunque, per eventuali potenze maggiori, i costi unitari per kW installato e il costo del kWh variano di pochissimo e possono egualmente servire per il confronto i diagrammi considerati.

Costo d'impianto e d'esercizio.

Il costo complessivo di impianto dei motori Diesel risulta percentualmente così ripartito, dalle piccole alle grandi potenze:

50 ÷ 65 %	costo del gruppo completo di accessori e apparecchiatura elettrica
25 ÷ 15 %	costo dei fabbricati e delle fondazioni
15 ÷ 10 %	costo degli impianti ausiliari e diversi, ossia serbatoi di nafta, acqua raffreddamento, grue, illuminazione, ecc.
10 %	spese di trasporto e di montaggio, spese generali e interessi passivi,

ossia il costo complessivo di impianto corrisponde al costo del gruppo aumentato del 100 ÷ 50 %, dalle piccole alle grandi potenze per i fabbricati e fondazioni, gli impianti ausiliari, le spese generali e diverse.

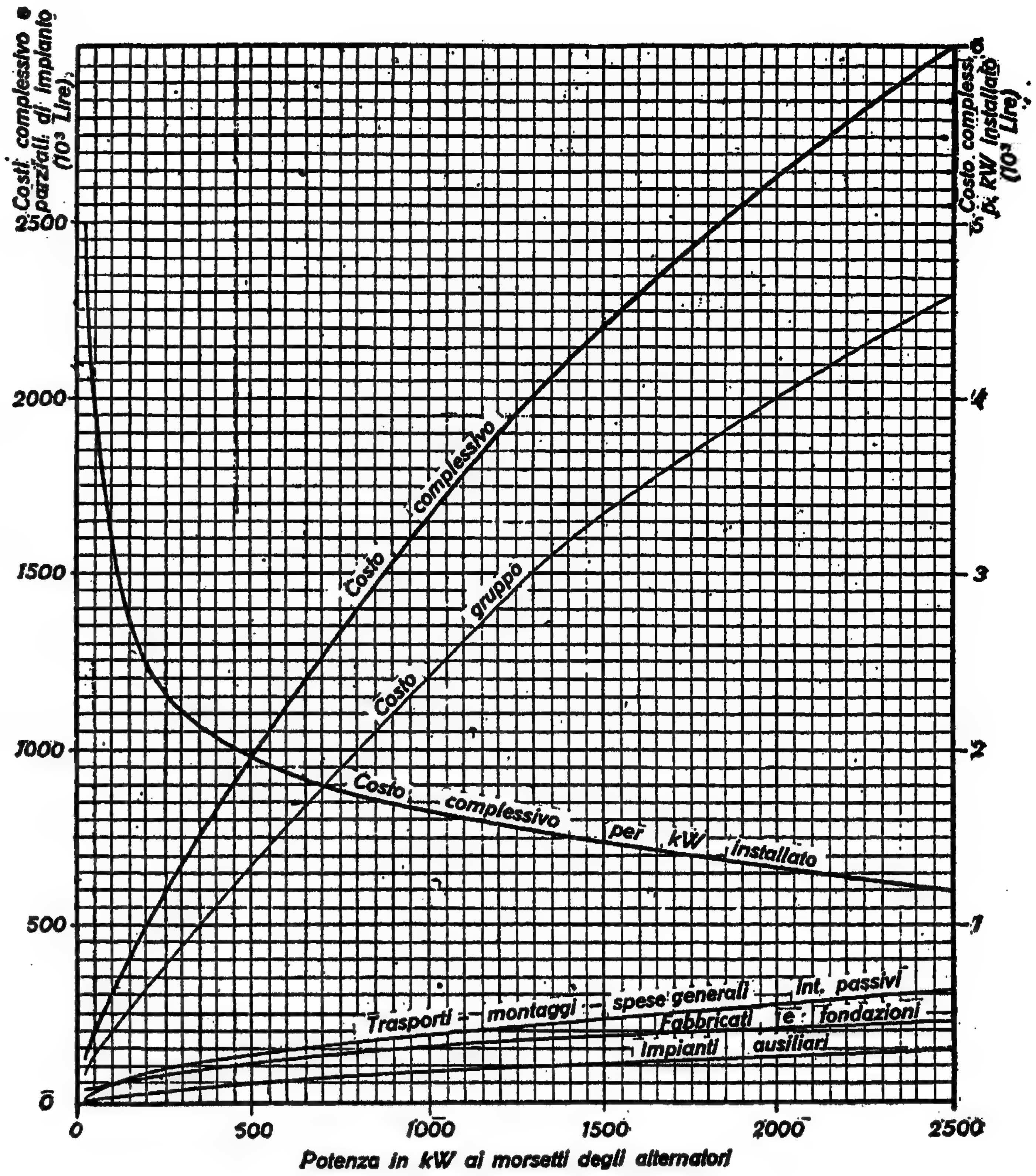


Fig. 10. - Impianti elettrici con Diesel. Costi di impianto parziali e complessivo e costo complessivo per kW installato (senza riserva).

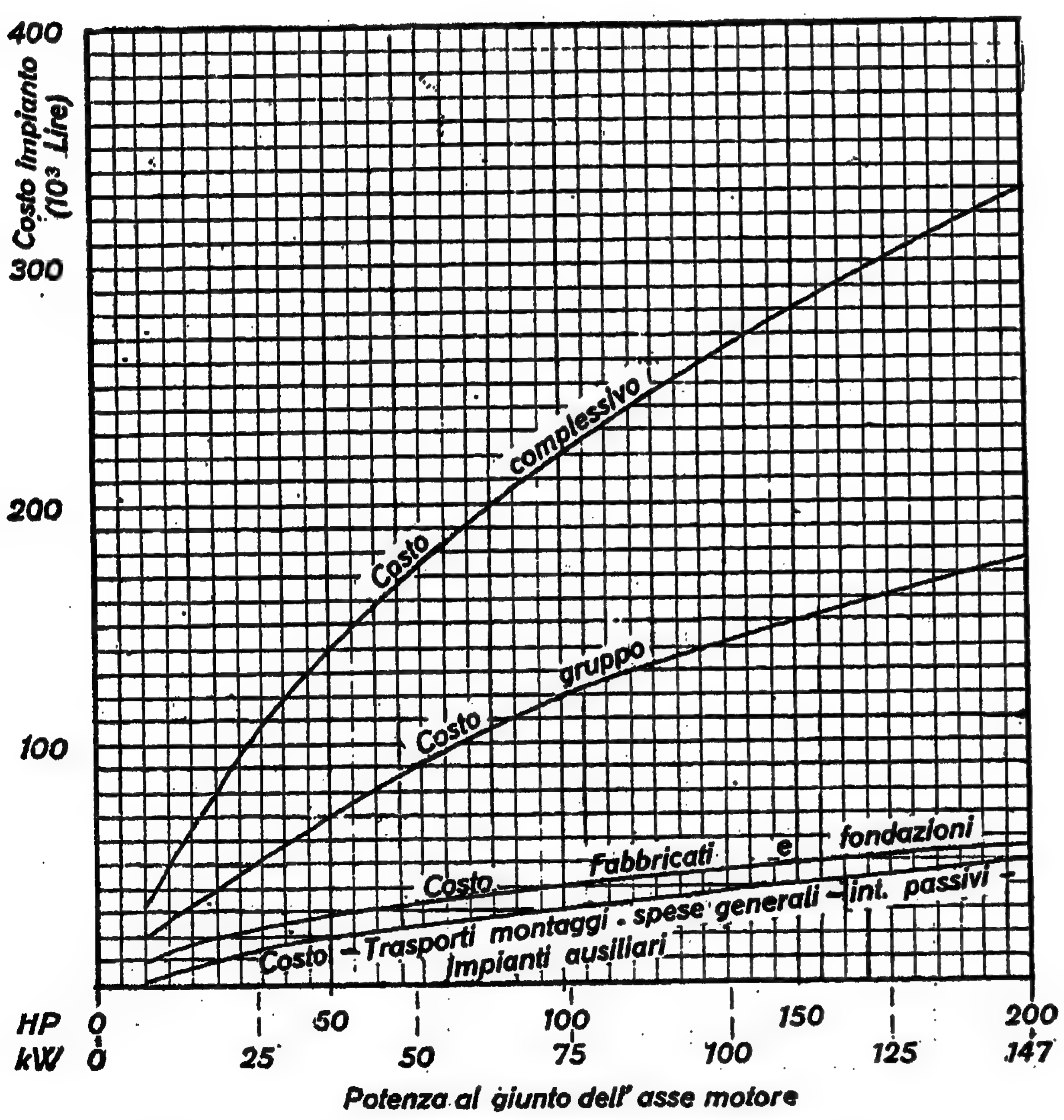


Fig. 9. - Costi parziali e complessivi di un impianto con motori Diesel (senza riserva).

Nei diagrammi delle figure 9 e 10 sono rappresentati tali costi parziali e il costo complessivo per potenze da 10 a 200 HP per motori Diesel semplici; e per potenze da 25 a 2500 kW per gruppi elettro-Diesel, e si riferiscono a una installazione normale.

Tali dati corrispondono a risultati di consuntivo di impianti recentemente eseguiti, con sani criteri di larghezza, sicurezza e perfezione tecnica, aggiornati con offerte avute ultimamente dalle principali ditte costruttrici di motori Diesel e di macchinario elettrico, e comprendono anche l'apparecchiatura elettrica di manovra, di controllo e di misura dell'alternatore che importa una spesa variabile da 100 a 30 lire per kW in relazione alla potenza del gruppo.

Il costo dell'energia prodotta con i motori Diesel e con i gruppi elettro-Diesel dipende dalle *spese fisse* annuali, praticamente indipendenti dalla utilizzazione e dalle *spese vive* dipendenti esclusivamente dalla utilizzazione.

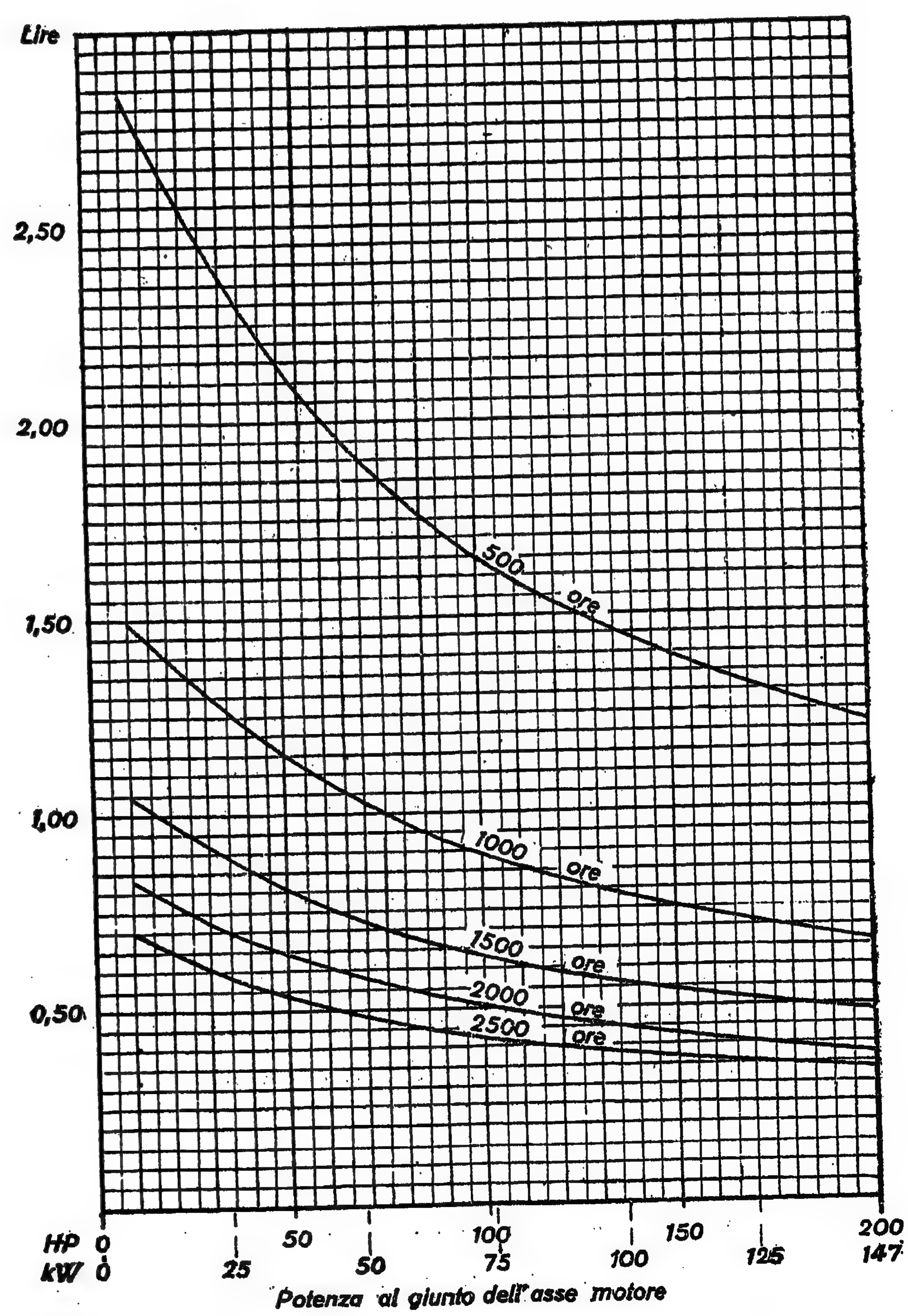


Fig. 11. - Costo totale per kWh di un impianto con motori Diesel in funzione delle ore di utilizzazione. (senza riserva).

Le *spese fisse* comprendono:

1) interesse sul capitale impiegato .... 8,5 %
2) ammortamenti medi sul capitale impiegato. 6,5 %
3) spese per mano d'opera, manutenzione, tasse e varie esercizio .... 10÷5 %

Le *spese vive* comprendono:

1) costo del combustibile
2) costo dell'olio lubrificante.

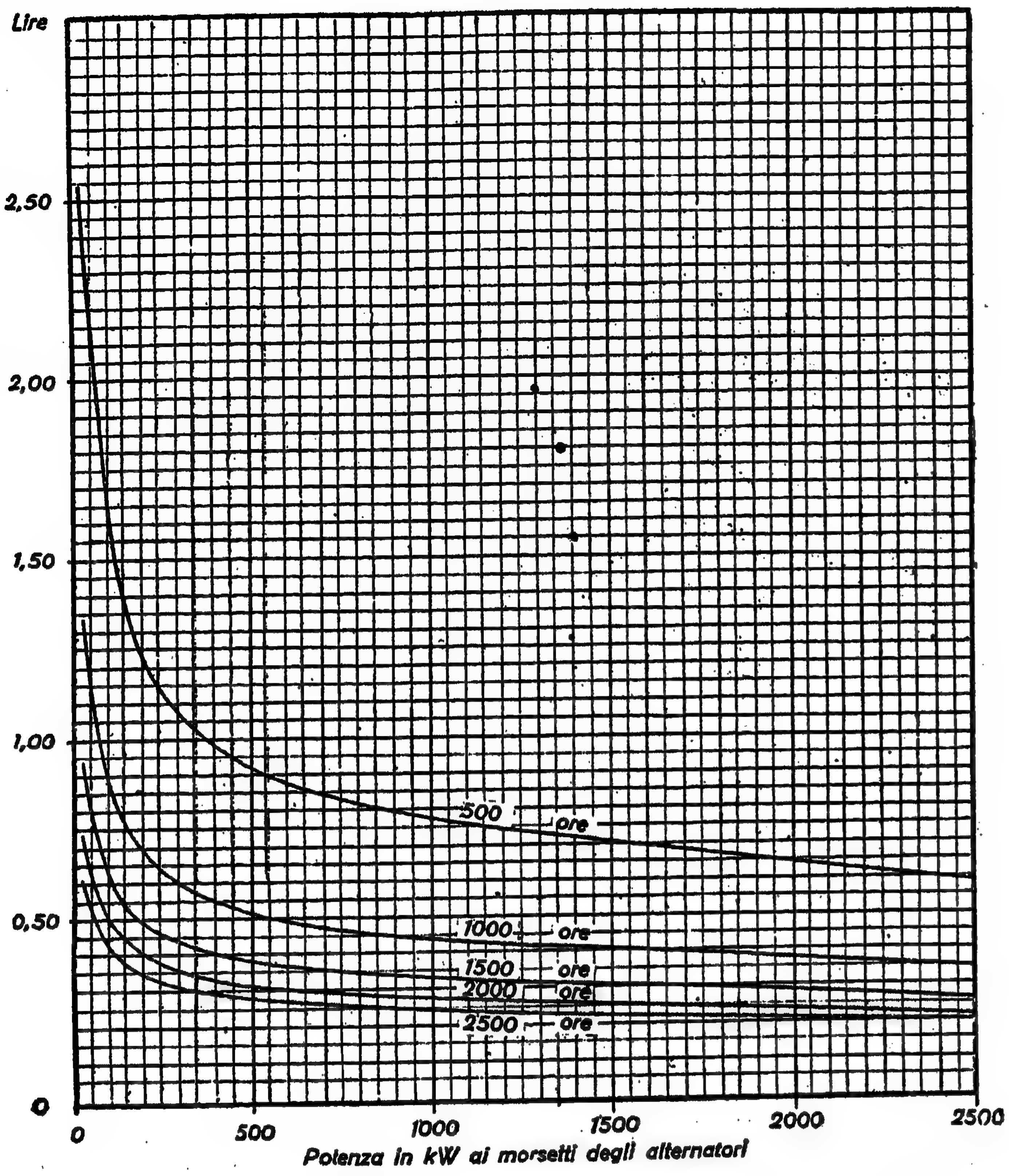


Fig. 12. - Impianti elettrici con Diesel. Costo complessivo del kWh in funzione delle ore di utilizzazione (senza riserva).

I diagrammi delle figure 11 e 12 rappresentano rispettivamente il costo complessivo del kWh sull'asse del Diesel per potenze da 10 a 200 HP e del kWh ai morsetti dell'alternatore per potenze da 25 a 2500 kW in funzione delle ore di utilizzazione variabili da 500 a 2500 ore.

I diagrammi sono completati dalle tabelle *A, B, C, D*; nelle tabelle *B* e *D* sono considerate le utilizzazioni fino a 5000 ore.

Gli ammortamenti medi furono stabiliti sul 6,5% corrispondenti a una durata dell'impianto di circa 10 anni, che prudenzialmente non conviene superare per gli impianti termici, sia per il peggioramento di rendimento che essi subiscono con il tempo, sia per la tendenza della nostra epoca, dove il ritmo accelerato del progresso non giustifica più la durata oltre a tale limite.

I dati dei consumi specifici (figura 13) si riferiscono a dati pratici di esercizio e non alle teoriche garanzie date dal costruttore, che si verificano in sede di collaudo a motori nuovi e a pieno carico costante, trascurando molti coefficienti che, nell'esercizio corrente e con motori usati, praticamente intervengono ad aumentare i consumi specifici contrattuali, e tra questi principalmente le inevitabili oscillazioni di carico intorno a un valore medio di minore rendimento, come dimostra il diagramma della fig. 18, che rappresenta il consumo di combustibile ai diversi carichi, in cui risulta la notevole influenza che l'andamento del carico può avere sul consumo specifico medio.

I diagrammi di assorbimento stagionale e giornaliero di energia variano da industria ad industria, da quelle a servizio continuo a quelle a caratteristica prevalentemente stagionale; tuttavia, per generalizzare il problema agli effetti della determinazione degli elementi che costituiscono il costo complessivo del kWh, è stato assunto come diagramma caratteristico medio quello di una industria avente un fattore di carico giornaliero del 70%, su una utilizzazione annuale di 2000 ore e quindi il costo complessivo del kWh in funzione delle ore di utilizzazione, è stato determinato supponendo costanti gli ammortamenti e le spese di manutenzione.

Effettivamente tali spese dovrebbero diminuire con la diminuzione delle ore di utilizzazione e con il miglioramento del fattore di carico, comunque per semplicità di confronto si ritenne di riferire tali quote di ammortamento e di manutenzione alla normale utilizzazione annua di una industria a ciclo lavorativo semplice, ammettendo che le maggiori o le minori quote corrispondenti a utilizzazioni superiori o inferiori ad esse, siano compensate dal migliore o peggiore rendimento medio annuale dell'impianto.

I costi del combustibile e dell'olio lubrificante si riferiscono agli attuali valori medi per merce franca stabilimento, ossia:

per la nafta a 10.000 calorie .... L. 300/tonn.
per l'olio lubrificante .... » 5/Kg

e quindi caso per caso, potranno essere variati in relazione alla ubicazione del Diesel.

Tuttavia, dai diagrammi del costo complessivo del kWh, risulta che la variazione del costo del combustibile e dell'olio lubrificante ha una ripercussione minima sul costo dell'energia.

Per utilizzazioni superiori alle 2500 ore, che rappresentano il limite massimo a cui si può spingere il funzionamento annuale di un Diesel, è necessario installare un gruppo di riserva per le revisioni e i riordini inevitabili per un Diesel dopo tale periodo di lavoro.

Tale riserva aumenta notevolmente il costo di impianto e il costo dell'energia prodotta, come risulta dai diagrammi delle figg. 14, 15, 16 e 17 che furono estesi a utilizzazioni da 1000 a 5000 ore e ciò per contemplare anche il caso che convenga installare un gruppo di riserva, per maggiore sicurezza in caso di guasti anche nelle utilizzazioni inferiori alle ore 2500, come è necessario se si vuole fare il confronto con una buona fornitura di energia.

Per il confronto con le tariffe dell'energia elettrica, sarebbe necessario tener conto nel caso *A*, ossia quando l'energia generata dai Diesel venga trasmessa direttamente alle macchine operatrici mediante trasmissione meccanica, del costo dei motori elettrici e delle perdite relative; però tali oneri possono ritenersi praticamente equivalenti a quelli inerenti alla trasmissione meccanica.

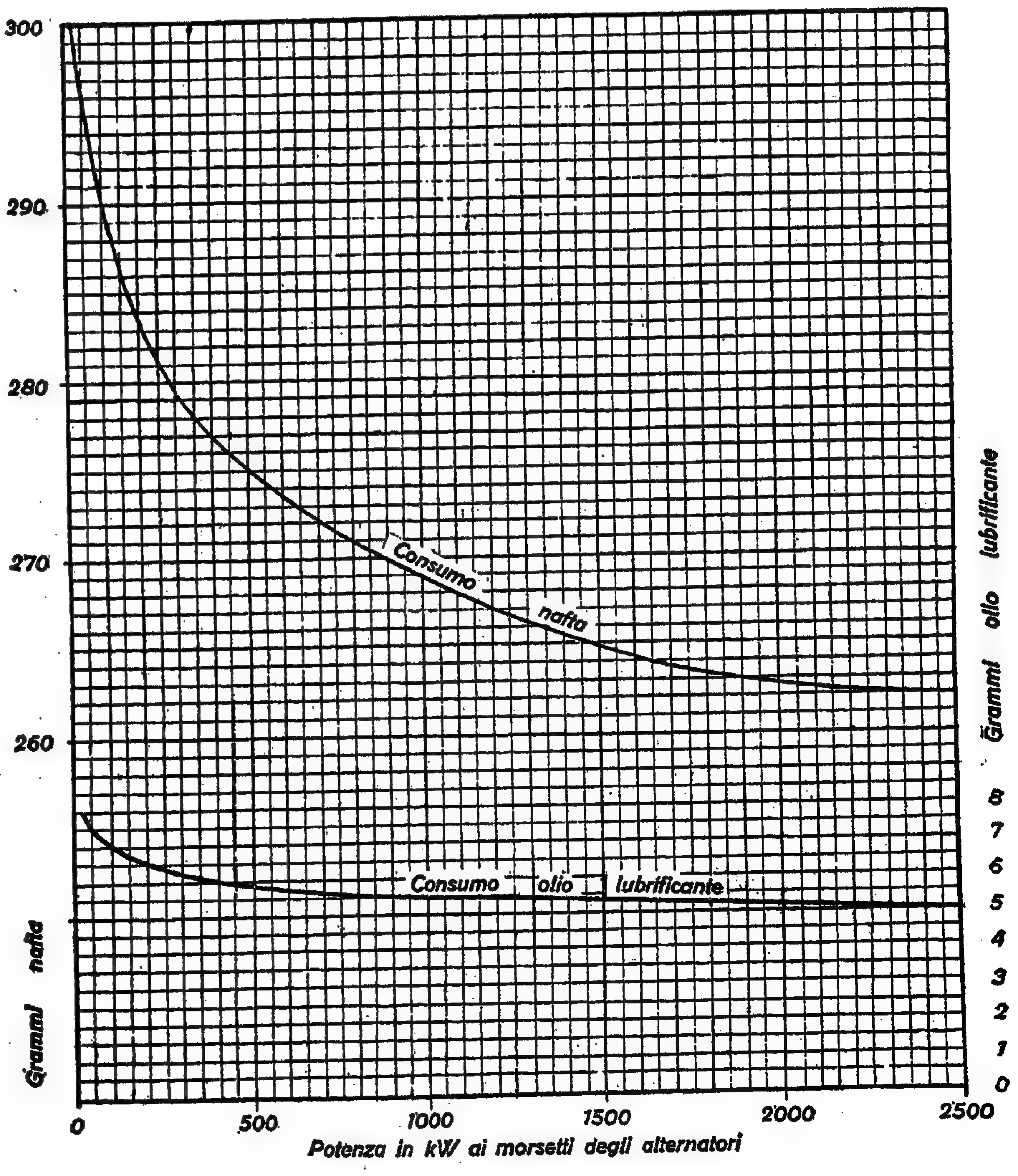


Fig. 13. - Impianti elettrici con Diesel. Consumo nafta (a 10.000 calorie) e olio lubrificante per kWh misurato ai morsetti degli alternatori (in esercizio corrente).

Difatti, il costo della trasmissione meccanica e del necessario giunto di frizione o dispositivo analogo, non è molto inferiore a quello dei corrispondenti motori elettrici, mentre il rendimento della trasmissione meccanica è, nella generalità

dei casi, inferiore a quello dei motori elettrici, e comunque le spese di manutenzione e di lubrificazione sono notevolmente più elevate che in questi ultimi.

Agli effetti dei costi di esercizio con i due sistemi si dovranno quindi raffrontare i costi del kWh elettrico, consegnato dalla Società distributrice e quello prodotto dal Diesel al giunto, nel caso di trasmissione meccanica, o ai morsetti dell'alternatore nel caso di trasmissione elettrica, se si vuole ottenere lo stesso risultato sulle macchine operatrici.

Per tale confronto però non si devono dimenticare gli oneri ed i fastidi di produrre direttamente l'energia e in contrapposto non si possono trascurare gli evidenti vantaggi di essere allacciati a una moderna rete di distribuzione, e ciò sia per istituire un serio confronto tra i costi di esercizio con i due sistemi,

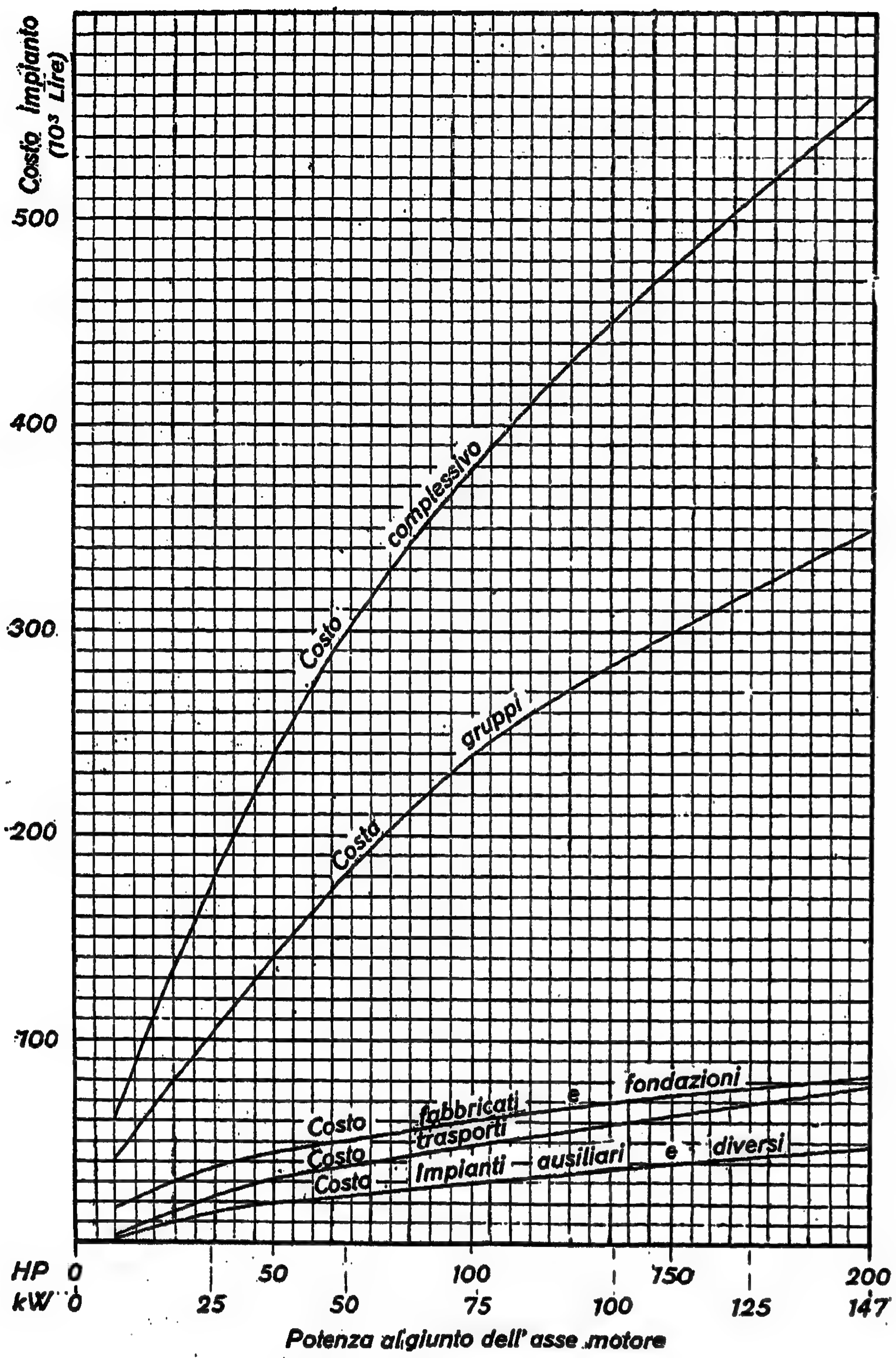


Fig. 14. - Costi parziali e complessivo di un impianto con motori Diesel (con riserva al 100%).

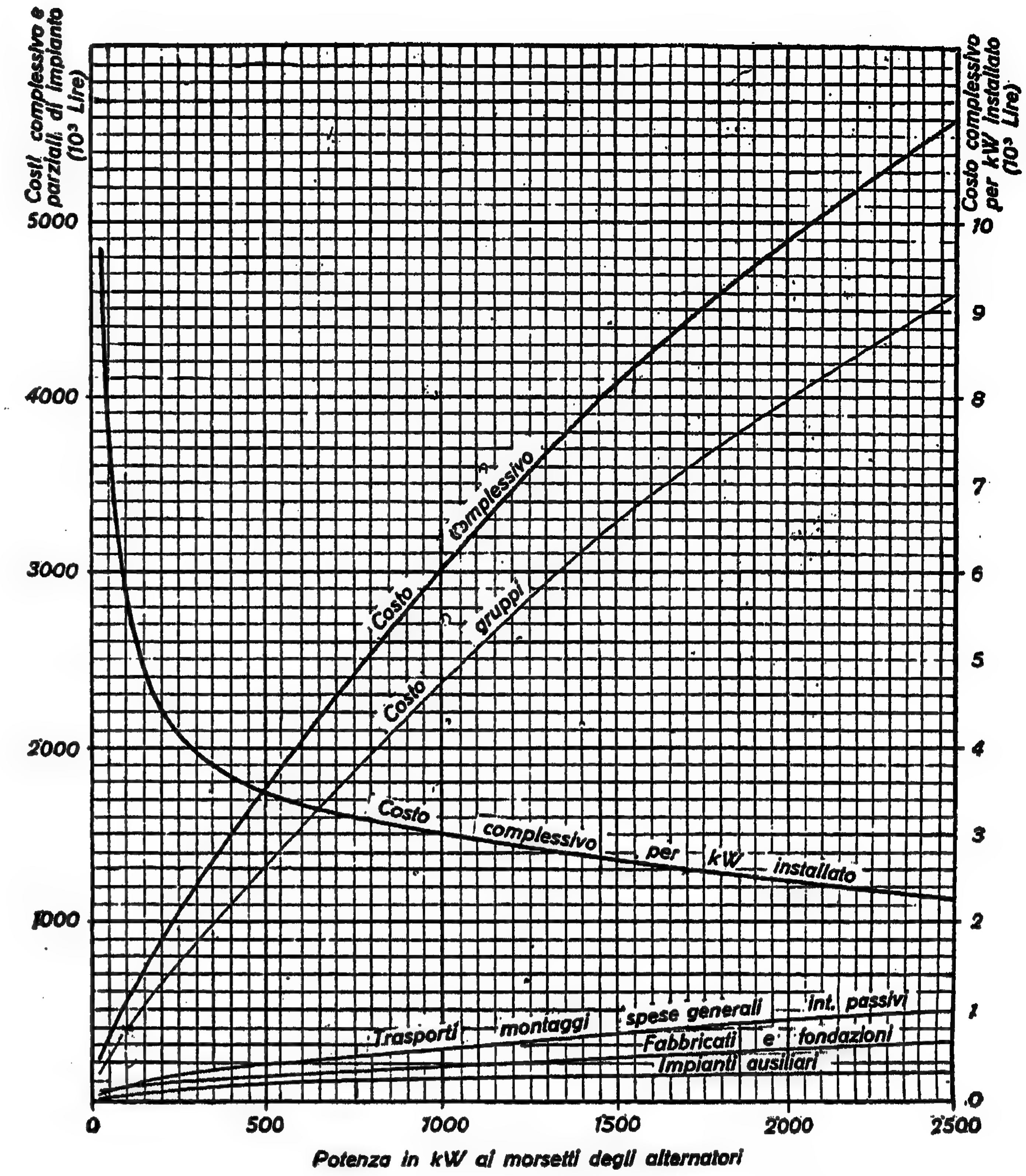


Fig. 16. - Impianti elettrici con Diesel. Costi di impianto parziali e complessivo e costo complessivo per kW installato (con riserva al 100%).

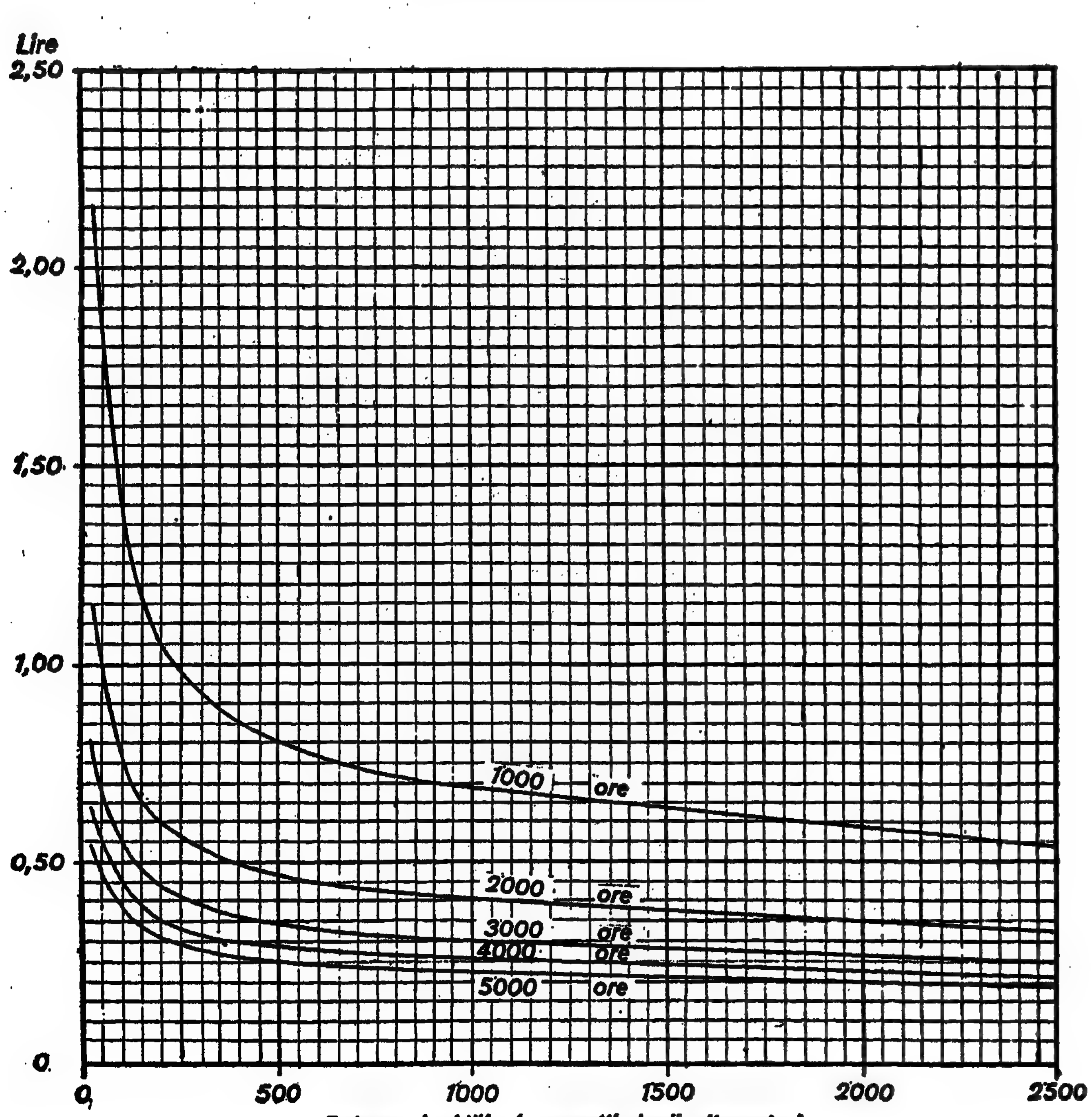


Fig. 15. - Costo totale per kWh di un impianto con motore Diesel in funzione delle ore di utilizzazione (con riserva al 100%).

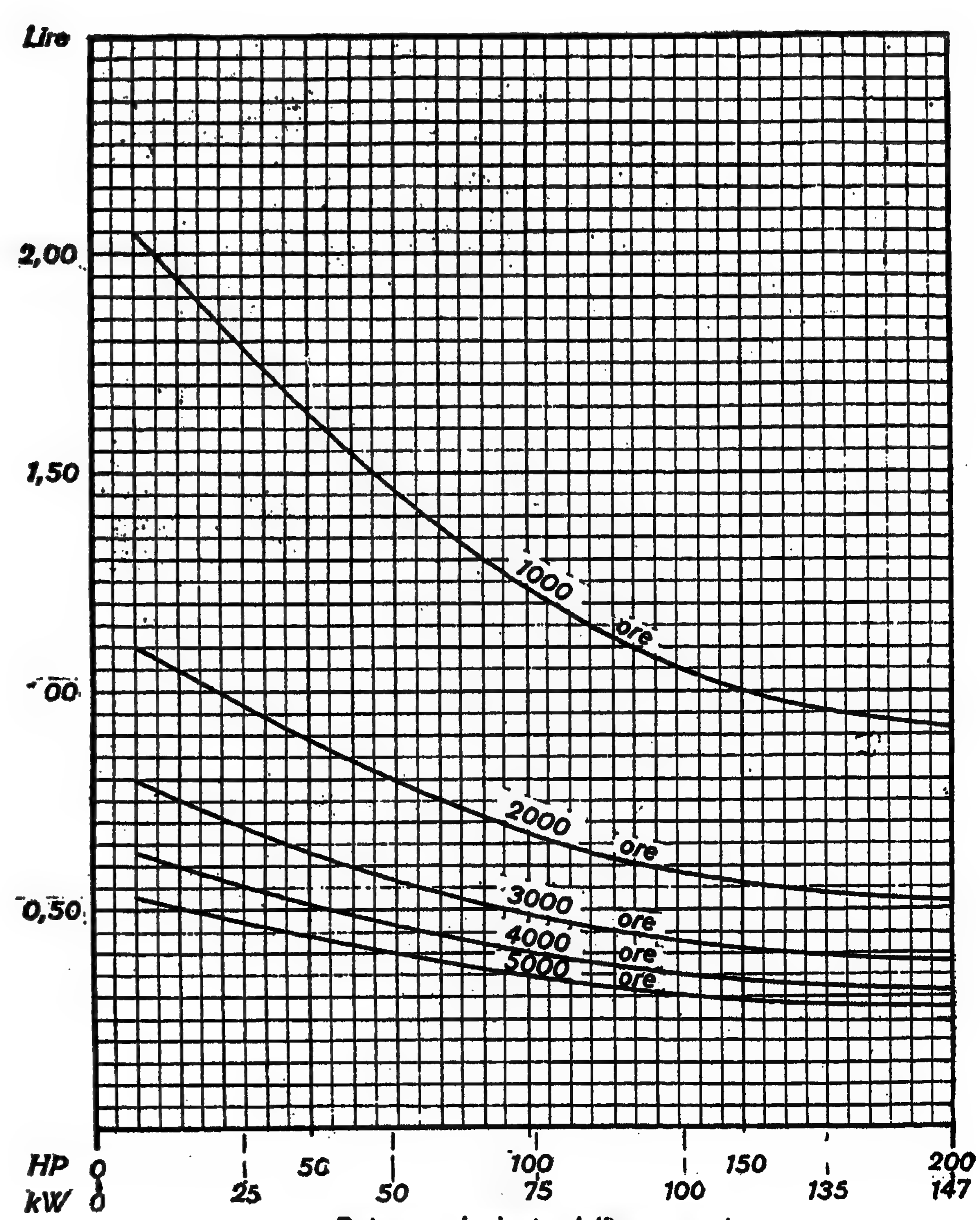


Fig. 17. - Impianti elettrici con Diesel. Costo complessivo del kWh in funzione delle ore di utilizzazione (con riserva al 100%).

TABELLA *A*.

IMPIANTI MOTORI DIESEL SEMPLICE (SENZA RISERVA)

POTENZA AL GIUNTO IN HP POTENZA AL GIUNTO IN kW	25 18.5	50 37	100 74	150 110	200 150
Costo motore completo di accessori	40.000	70.000	120.000	150.000	175.000
Fabbricati e fondazioni	20.000	30.000	40.000	50.000	55.000
Ausiliari e diverse	10.000	20.000	30.000	40.000	50.000
Trasporti, montaggi, spese generali e interessi passivi	10.000	20.000	30.000	40.000	50.000
Costo totale impianto	80.000	140.000	220.000	280.000	330.000
Mano d'opera, manut., varie d'es.	10.000	19.000	23.000	28.000	32.500
Interessi ed ammortamenti 15 %	12.000	21.000	33.000	42.000	49.500
Spese fisse totali	22.000	40.000	56.000	70.000	82.000
SPESE FISSE PER kWh					
per 500 ore di utilizzazione	2.40	2.163	1.52	1.28	1.10
» 1000 » » »	1.20	1.08	0.76	0.64	0.55
» 1500 » » »	0.80	0.721	0.507	0.427	0.367
» 2000 » » »	0.60	0.54	0.38	0.32	0.277
» 2500 » » »	0.48	0.433	0.302	0.256	0.22
Nafta/HP-ora a L. 300	0.10	0.10	0.095	0.09	0.09
Olio/HP-ora » » 5	0.05	0.04	0.035	0.03	0.03
Spese vive per kWh	0.15	0.14	0.13	0.12	0.12
COSTO TOTALE PER kWh					
per 500 ore di utilizzazione	2.55	2.30	1.65	1.40	1.22
» 1000 » » »	1.35	1.22	0.89	0.76	0.67
» 1500 » » »	0.95	0.861	0.537	0.547	0.487
» 2000 » » »	0.75	0.68	0.51	0.44	0.397
» 2500 » » »	0.63	0.573	0.432	0.376	0.34

IMPIANTI MOTORI DIESEL SEMPLICI (CON RISERVA)

TABELLA *B*.

POTENZA AL GIUNTO IN HP POTENZA AL GIUNTO IN kW	25 18.5	50 37	100 74	150 110	200 150
Costo motori completi	80.000	140.000	240.000	300.000	350.000
Costo fabbricati, fondazioni	30.000	45.000	60.000	75.000	82.000
Ausiliari e diversi	10.000	20.000	30.000	40.000	50.000
Trasporti, montaggi, spese generali e interessi passivi	16.000	32.000	48.000	54.000	80.000
Costo totale impianto	136.000	237.000	378.000	469.000	562.500
Mano d'opera, manutenzione, varie	12.000	21.500	25.000	30.200	34.750
Interessi ed ammortamenti 15 %	20.000	35.500	57.000	70.350	84.250
Spese fisse totali	32.000	57.000	82.000	100.550	119.000
SPESE FISSE PER kWh					
per 1000 ore di utilizzazione	1.74	1.54	1.10	0.914	0.80
» 2000 » » »	0.87	0.77	0.55	0.457	0.40
» 3000 » » »	0.58	0.514	0.367	0.305	0.266
» 4000 » » »	0.435	0.384	0.275	0.228	0.20
» 5000 » » »	0.348	0.308	0.22	0.183	0.16
Spese vive per kWh	0.15	0.14	0.13	0.12	0.12
COSTO TOTALE PER kWh					
per 1000 ore di utilizzazione	1.89	1.68	1.23	1.034	0.92
» 2000 » » »	1.02	0.91	0.68	0.577	0.52
» 3000 » » »	0.73	0.654	0.497	0.425	0.386
» 4000 » » »	0.585	0.524	0.405	0.348	0.32
» 5000 » » »	0.498	0.448	0.35	0.303	0.28

TABELLA *C.*

COSTO IMPIANTO ELETTRO-DIESEL
E COSTO DEL kWh PRODOTTO AI MORSETTI DELL'ALTERNATORE
(SENZA RISERVA)

POTENZA IN kW AI MORSETTI DELL'ALTERNATORE	25	50	100	200	300	500	750	1000	1500	2000	2500
Costo gruppo completo in migliaia di lire (compresa apparecchiatura elettrica)	75	125	200	320	440	675	950	1200	1650	2000	2300
Costo fabbricati e fondazioni in migliaia di lire	25	35	45	60	80	100	120	160	180	200	220
Costo impianti ausiliari e diversi in migliaia di lire	10	20	30	50	65	80	100	115	140	160	170
Trasporti, montaggi, spese generali e interessi passivi in migliaia di lire	15	30	45	70	90	120	150	175	230	280	310
Costo complessivo in migliaia di L.	125	210	320	500	675	975	1320	1650	2200	2640	3000
Costo per kW installato in migliaia di Lire	5	4.2	3.2	2.5	2.25	1.95	1.76	1.65	1.47	1.32	1.20
Consumo nafta per kWh in grammi	300.0	295.0	290.0	285.0	280.0	275.0	272.5	270.0	265.0	262.5	260.0
Consumo olio lubrificante per kWh in grammi	8.0	7.5	7.0	6.5	6.25	6.0	5.75	5.50	5.30	5.15	5.0
Spese fisse annuali in migliaia di L.:											
Mano d'opera, manutenzione, tasse e varie d'esercizio	11.5	18.5	27.0	35.0	49.0	57.0	72.0	82.0	120.0	134.0	150.0
Ammortamenti e interessi capitale 15 %	18.5	31.5	48.0	75.0	101.0	143.0	198.0	248.0	330.0	396.0	450.0
Totale spese fisse annuali in migliaia di lire	30.0	50.0	75.0	110.0	150.0	200.0	270.0	330.0	450.0	530.0	600.0
Spese vive per kWh											
Nafta a L. 300 la tonn. ... Lire	0.09	0.089	0.087	0.085	0.084	0.083	0.082	0.081	0.080	0.079	0.078
Olio lubrificante a L. 5/Kg »	0.04	0.038	0.035	0.032	0.031	0.030	0.029	0.027	0.026	0.025	0.025
Varie d'esercizio »	0.01	0.008	0.008	0.008	0.005	0.005	0.004	0.004	0.004	0.004	0.003
Totale spese vive per kWh in cent.	0.14	0.135	0.13	0.125	0.12	0.118	0.115	0.112	0.11	0.108	0.106
POTENZA IN kW AI MORSETTI DELL'ALTERNATORE	25	50	100	200	300	500	750	1000	1500	2000	2500
Spese fisse per kWh in Lire											
per 500 ore di utilizzazione	2.40	2.00	1.50	1.10	1.00	0.80	0.72	0.66	0.60	0.53	0.48
» 1000 » » »	1.20	1.00	0.75	0.55	0.50	0.40	0.36	0.33	0.30	0.265	0.24
» 1500 » » »	0.80	0.67	0.50	0.37	0.335	0.265	0.24	0.22	0.20	0.18	0.16
» 2000 » » »	0.60	0.50	0.375	0.275	0.25	0.20	0.18	0.165	0.15	0.135	0.12
» 2500 » » »	0.48	0.40	0.30	0.22	0.20	0.16	0.144	0.132	0.12	0.106	0.096
COSTO TOTALE DEL kWh AI MORSETTI DELL'ALTERNATORE IN LIRE											
per 500 ore di utilizzazione	2.54	2.135	1.63	1.225	1.12	0.918	0.835	0.772	0.71	0.638	0.586
» 1000 » » »	1.34	1.135	0.88	0.675	0.62	0.518	0.475	0.442	0.41	0.373	0.346
» 1500 » » »	0.94	0.805	0.63	0.495	0.455	0.383	0.355	0.332	0.31	0.288	0.266
» 2000 » » »	0.74	0.635	0.505	0.400	0.37	0.318	0.295	0.277	0.26	0.241	0.226
» 2500 » » »	0.62	0.535	0.43	0.345	0.32	0.278	0.259	0.244	0.23	0.214	0.202

Tabella *D*.

IMPIANTI ELETTRO-DIESEL (CON RISERVA)

Potenza in kW ai morsetti dell'alternatore	25	50	100	200	300	500	750	1000	1500	2000	2500
Costo gruppo completo in migliaia di Lire (compresa apparecchiatura elettrica)	150	250	400	640	880	1300	1900	2400	3300	4000	4600
Costo fabbricati e fondazioni in migliaia di lire	38	53	68	90	120	150	180	240	270	300	330
Costo impianti ausiliari e diversi in migliaia di lire	10	20	30	50	65	80	100	115	140	160	170
Trasporti, montaggi, spese generali e interessi passivi in migliaia di lire	22	47	72	110	160	190	240	280	370	450	500
Costo complessivo in migliaia di lire	220	370	570	890	1225	1720	2420	3035	4080	4910	5600
Mano d'opera, manutenzione, tasse e varie d'esercizio	17.5	30.0	40.0	52.5	73.5	85.5	108.0	123.0	180.0	200.0	225.0
Interessi ed ammortamenti	33.0	55.0	85.5	133.5	183.5	258.5	362.0	455.0	613.0	738.0	840.0
Spese fisse annuali in migliaia di L.	50.5	85.5	125.5	186.0	257.0	344.0	470.0	578.0	793.0	938.0	1065.0
Spese fisse per kWh in Lire											
per 1000 ore di utilizzazione	2.02	1.71	1.25	0.93	0.86	0.69	0.63	0.58	0.53	0.48	0.43
» 2000 » » »	1.01	0.86	0.63	0.47	0.43	0.35	0.32	0.29	0.27	0.24	0.22
» 3000 » » »	0.67	0.57	0.42	0.31	0.29	0.23	0.21	0.19	0.17	0.16	0.14
» 4000 » » »	0.50	0.43	0.32	0.23	0.22	0.17	0.16	0.145	0.13	0.12	0.107
» 5000 » » »	0.40	0.34	0.25	0.19	0.15	0.14	0.126	0.116	0.106	0.096	0.086
Spese vive per kWh in Lire	0.14	0.135	0.13	0.125	0.12	0.118	0.115	0.112	0.11	0.108	0.106
Costo totale del kWh ai morsetti dell'alternatore in Lire											
per 1000 ore di utilizzazione	2.16	1.845	1.38	1.055	0.98	0.808	0.745	0.692	0.64	0.588	0.536
» 2000 » » »	1.15	0.995	0.76	0.595	0.55	0.468	0.435	0.402	0.38	0.348	0.326
» 3000 » » »	0.81	0.705	0.55	0.435	0.41	0.348	0.325	0.302	0.28	0.268	0.246
» 4000 » » »	0.64	0.565	0.45	0.355	0.34	0.288	0.275	0.257	0.24	0.228	0.213
» 5000 » » »	0.54	0.475	0.38	0.315	0.27	0.258	0.241	0.228	0.216	0.204	0.192

che per dimostrare che la cosidetta « indipendenza dalle aziende elettriche », che viene portata come importante argomento tattico dai propagandisti dei motori Diesel, porta alla dipendenza molto più gravosa sia del motore termico che dei fornitori del combustibile.

Vogliamo quindi esporre le seguenti considerazioni, non solo a difesa dei prezzi dell'energia elettrica, ma principalmente ad avvertimento di coloro che « son sospesi » tra il seducente ed artificioso bollettino di garanzia del Diesel ed il leale elenco delle tariffe della energia elettrica.

1°) La potenza dei Diesel deve necessariamente essere proporzionata alla punta massima assoluta verificabile nello stabilimento, a differenza di quanto avviene per l'energia elettrica, dove, in generale, le tariffe si basano su di una punta più o meno, ma sempre notevolmente, attenuata, rispetto alla massima istantanea. Di qui la necessità di installare una macchina di potenza molto superiore alla media occorrente in via normale, e perciò non solo aumento di costo di impianto, ma sopratutto aumento nei consumi specifici di combustibile e di olio lubrificante, come risulta dalla figura 18.

2°) Per la difficoltà di determinare a priori la potenza massima occorrente all'industria, il Diesel deve essere, sin da principio, previsto per una potenza esuberante al fabbisogno immediato con conseguenti maggiori immobilizzi patrimoniali e maggiori oneri di esercizio. Che se invece si proporziona il Diesel alla potenza iniziale, l'industriale è imbarazzato ad ogni nuovo sviluppo, e comunque, con tale frazionamento nella potenza occorrente all'industria, le spese di impianto e quelle di esercizio aumentano notevolmente. Il Diesel cioè non si presta a quella possibilità di aumento grado per grado dell'industria quale invece è offerta dall'energia elettrica.

3°) Al cessare dell'industria, oppure ad ampliamenti o modifiche radicali di essa, i motori Diesel rappresentano una attività difficilmente realizzabile, mentre i motori elettrici, oltre alla maggiore probabilità di potere essere impiegati altrove, hanno un valore di alienazione indiscutibilmente superiore ai Diesel.

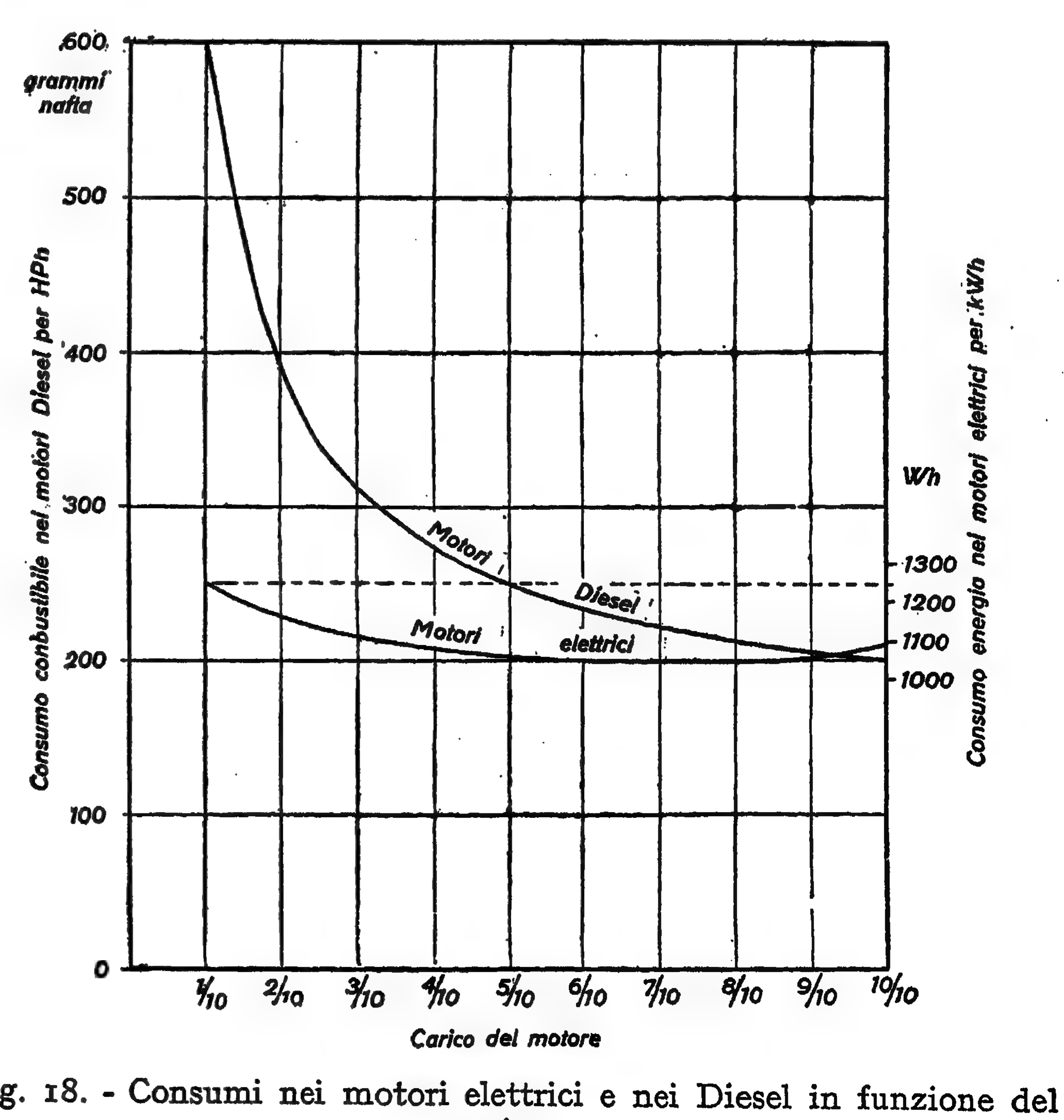


Fig. 18. - Consumi nei motori elettrici e nei Diesel in funzione del carico.

4°) Per l'acquisto e l'impianto del Diesel l'industriale deve anticipare una notevole spesa che, oltre a costituire un notevole immobilizzo patrimoniale e un aggravio rilevante di interessi passivi, va a diminuzione del capitale circolante occorrente per l'industria.

5°) Per la produzione diretta dell'energia l'industriale viene a costituire, in certo modo, un'altra industria a fianco della principale, ossia deve provvedere a materie prime, mano d'opera, sorveglianza tecnica, ecc. ecc., come per l'industria principale ed è quindi logico che, anche sul costo dell'energia prodotta da sè l'industriale carichi una quota di spese generali, come la carica sul costo dei prodotti dell'industria principale.

6°) Per l'esercizio dei Diesel, sono necessari degli operai specializzati, le cui retribuzioni, oltre a costituire un onere diretto all'industria, rappresentano indirettamente un pericoloso titolo di confronto per gli altri salariati.

7°) Le interruzioni per guasti sono assai più frequenti nei motori Diesel che nei motori elettrici e inoltre, mentre un guasto grave al Diesel può essere tale da sospendere il funzionamento dello Stabilimento anche per settimane intere, qualsiasi guasto ai motori elettrici può essere facilmente e rapidamente riparato, e in ogni caso la sostituzione del motore guasto è sempre possibile, data la facilità di trovare disponibili motori elettrici di qualsiasi caratteristica.

8°) Per una industria a diagramma di carico variabile, la possibilità di frazionare la potenza complessiva in diversi motori elettrici, e comunque il migliore rendimento medio del motore elettrico per carichi variabili, rispetto a quello del motore Diesel, porta a un rendimento medio complessivo notevolmente superiore per i motori elettrici che per i Diesel.

9°) La installazione di un motore Diesel richiede un complesso di servizi ausiliari (depositi di nafta, dispositivi per l'acqua necessaria al raffreddamento) i quali, oltre ad intervenire sensibilmente sul costo di produzione, costituiscono una evidente complicazione che va a tutto scapito della comodità e della sicurezza di esercizio.

Tali inconvenienti del motore Diesel e i conseguenti indiscutibili vantaggi a favore dell'energia elettrica, sono coefficienti importanti per concedere un giusto ed equo sovraprezzo alle tariffe della energia elettrica, sui costi suindicati dell'energia prodotta con i Diesel, perchè essi, pur essendo stati determinati in base a seri e ad effettivi risultati di esercizio normale, hanno sempre, per le suesposte considerazioni, un valore instabile ed aleatorio, e quindi tecnicamente ed economicamente costituiscono una pericolosa incognita per il bilancio di esercizio di una industria.

ING. MARIO MAINARDIS.

Venezia, 15 aprile 1930 - VIII.

ING. ALDO RONCALDIER
CONDIRETTORE GENERALE DELLA S.I.P.

Costo attuale degli impianti idroelettrici

Previsioni per il futuro

L'importanza che un chiaro e convincente studio del costo di produzione dell'energia idroelettrica può avere come primo passo al raggiungimento di un accordo sul valore dell'energia elettrica fra il dilagare di opinioni diverse, nonchè l'autorevole parola già pronunciata da eminente Condottiero dell'industria elettrica, rendono il mio compito assai delicato e mi inducono a dichiarare subito che intendo non già di arrivare a delle conclusioni categoriche, bensì, più modestamente, di inquadrare il problema e di lanciare alcune cifre ed alcuni concetti, che possano servire di base ad una proficua discussione.

Apposita Commissione ha fatto il possibile per raccogliere gli elementi necessari al mio studio, ma la ristrettezza del tempo e le ben note difficoltà di ricerca non hanno permesso di ottenere tutti i risultati desiderabili. La enorme varietà nelle caratteristiche dei diversi impianti e le differenti vedute dei singoli tecnici richiedono un lungo tempo per disciplinare la materia, non essendo risultato sufficiente il sistema di raccolta a base di questionario. Ad ogni modo ho integrato il lavoro coll'esame diretto di alcuni buoni impianti a caratteristiche ed ubicazioni varie e traendone le deduzioni del caso.

Una prima constatazione devo pur fare: cifre di costo elevate vengono generalmente enunciate da coloro che hanno conosciuto le fatiche, le difficoltà e le responsabilità dei lavori idroelettrici; — cifre più elevate da coloro che conoscono anche le difficoltà ed i ritardi nel collocamento dell'energia; — cifre basse da chi conosce gli impianti per averli soltanto studiati sulla carta e fatti oggetto di elaborata relazione, la quale conchiude con la solita formuletta al cui numeratore si legge una spesa globale che solitamente va aumentata del 50 % e al denominatore milioni di kilowattora che, pur essendo nella miglior ipotesi veritieri ossia producibili, includono tutti i festivi, i notturni e diurni di massima morbida; cifre bassissime da chi nemmeno questo studio ha fatto, ma che pure pretende di intendersi di industria idroelettrica.

Fra cotanta disparità di vedute mi proverò a ricercare la verità, la quale, nel caso nostro, non può trovarsi che nella realtà delle cifre.

PARTE PRIMA

Non è possibile parlare di costo di produzione senza prima esaminare, o meglio ricordare, le modalità di sfruttamento degli impianti.

Non parlerò di quelle del passato; guardiamo al presente. Oggi in generale non è più concepibile un impianto isolato che provveda ad una propria zona di consumo, salvo forse nel caso di applicazioni speciali. Oggi infatti noi ci troviamo di fronte a grandi aggruppamenti che, sotto l'appariscente importanza finanziaria, celano puranco una enorme importanza tecnico-economica. La fusione di energie a caratteristiche diverse, l'ausilio di serbatoi, l'ausilio di una conveniente percentuale di energia termo-elettrica, il razionale collocamento di energia stagionale, la coraggiosa e giudiziosa rinuncia alla voluta produzione di energia di infima « marca », quasi sempre antieconomica, ed infine la definitiva rinuncia alle forniture a « forfait », ci conducono a grandi passi verso l'utilizzazione integrale dei kilowattora producibili razionalmente.

Come determinare la produzione razionale di un impianto idroelettrico sia funzionante, sia da costruire, pel computo del costo del kilowattora?

L'esame dei diagrammi delle disponibilità idriche negli impianti di diverse regioni d'Italia, esame riassunto dall'Ing. Alessandro Taccani nella sua comunicazione alla A.E.I. dell'8 giugno 1928, permette di tracciare pel nostro ragionamento un diagramma schematico equivalente (che non serve evidentemente per lo studio dei serbatoi), nel quale sono riuniti in modo continuativo i periodi di egual disponibilità, anche se in realtà discosti nel tempo (fig. 1). Come massima disponibilità di morbida considero quella che si verifica per almeno 5-6 mesi, diciamo pure 5 mesi, non essendo generalmente economico abbondare nelle dimensioni di un impianto per utilizzare delle portate che hanno una durata inferiore; dal 6° al 12° mese abbiamo una disponibilità decrescente tutta da utilizzare.

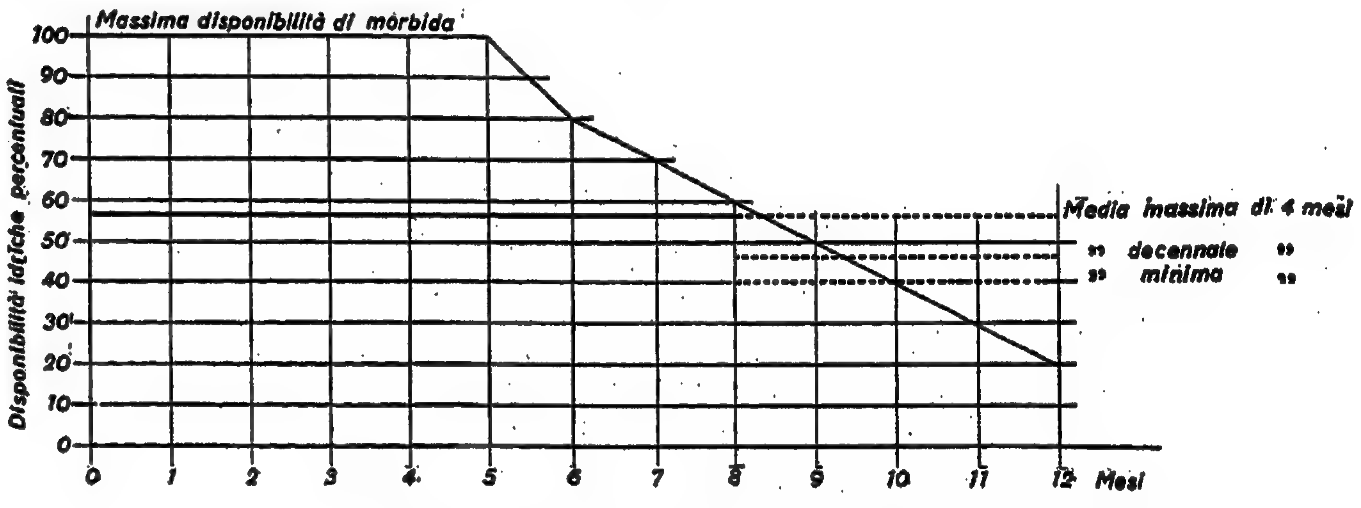


Fig. 1. - Diagramma convenzionale equivalente.

Considero energia annua continua quella che corrisponde alla media dei 4 mesi di massima magra estesa ai 12 mesi; le variazioni nei 4 mesi di magra (da ridurre a 3 nel caso di variazioni eccessive) sono compensate dall'elasticità di funzionamento dei grandi raggruppamenti. Quanto sta sopra la linea dell'energia annua è energia stagionale con valore massimo costante per almeno 5 mesi (che facilmente diventano 6 coi compensi fra diversi impianti anche vicini) e con valore degradante negli altri 3 mesi. Le proporzioni fra le diverse zone del diagramma corrispondono approssimativamente a quelle medie di diversi impianti.

Escludendo l'anno di magra eccezionalissima e quello di morbida eccezionalissima, considero, agli effetti della valorizzazione dell'impianto, come massima disponibilità nei 5 mesi di morbida quella degli anni meno favorevoli e come energia annua quella corrispondente alla media decennale dei 4 mesi di magra. Si determina così il costo del kilowattora annuo e del kilowattora stagionale, dando a quest'ultimo — in rapporto al kilowattora annuo — un valore compreso fra 1:2,5 e 1:3, a seconda delle caratteristiche e delle circostanze, come mi risulta da diverse indagini. La massima fra le medie dei 4 mesi può essere anche del 30 ÷ 40 % più alta della minima, mantenendosi la media decennale più vicina alla media minima che alla massima. Con una integrazione termica variabile che provveda a garantire la media massima, si innalza del 30 ÷ 40 % la linea dell'energia annua senza aumentare le dimensioni dell'impianto. Con una media massima ed una media decennale superiori rispettivamente del 40 e del 15 % alla media minima, si può disporre sempre di una produzione di energia annua del 40 % superiore alla minima, ricorrendo ad una produzione termica media del 6 % e massima del 10 % rispetto a quella annua risultante: in tali condizioni il calcolo dimostra che *il*

costo medio del kilowattora annuo resta inalterato, malgrado il costo elevato di questa produzione termica. Dette percentuali si riferiscono ad energia in arrivo ai centri principali di distribuzione.

Per questa integrazione variabile male si prestano, in generale, i serbatoi ai quali è preferibile affidare una funzione totalitaria stabile nel senso che provvedano a quella parte di integrazione che occorre inevitabilmente ogni anno.

Ottenuto così il massimo sfruttamento delle disponibilità di magra in rapporto all'energia annua, rimane ancora una ingente quantità di energia stagionale, che ha un costo ben determinato derivante dalle maggiori dimensioni date all'impianto per poterla produrre. Essa può essere in parte del tipo con diagramma di 24 ore ed in parte con diagramma più rispondente a quello del consumo industriale normale; il primo è evidentemente più indicato a scopi elettrochimici od analoghi, il secondo meglio si presta alla integrazione sia mediante scambi fra impianti a caratteristiche sfasate, sia con serbatoi, sia ancora termicamente; non si può infatti pensare di ottenere l'integrazione unicamente con serbatoi perchè a ridurre la loro già scarsa disponibilità contribuiscono ragioni tecniche ed economiche.

Le cifre raccolte sul costo impianto dei serbatoi sono variabilissime; da un minimo di L. 0,29 per kWh si sale ad un massimo di L. 1,86; evidentemente questi valori nulla dicono se i singoli serbatoi non sono considerati in relazione agli impianti da essi alimentati e al modo del loro sfruttamento.

Per un impianto che produca energia annua di 3500 ore ed energia stagionale a costi normali anche senza serbatoio può essere conveniente un serbatoio il cui costo impianto salga anche a L. 2,20 per kWh di integrazione, con utilizzazione di circa 1200 ore, restando con ciò il costo esercizio inferiore al corrispondente costo di energia termica. Se invece il serbatoio serve unicamente per un impianto che altrimenti non potrebbe essere costruito, come avviene per quelli con presa a grande altitudine, pei quali la portata invernale è minima, oppure per quelli a regime variabilissimo, allora il suo costo deve necessariamente essere molto basso. Tra questi due casi estremi sta tutta una serie di casi intermedi misti che vanno vagliati di volta in volta.

Utili in molti casi coi serbatoi stagionali sono gli impianti di sollevamento, che vanno azionati colle energie di eccedenza (festive, notturne nei mesi di massima morbida) e che danno la massima garanzia pel riempimento del serbatoio.

***

Analizzata la producibilità degli impianti ed accennato alla convenienza e possibilità economica di elevare al massimo il loro sfruttamento in energia annua, veniamo ad esaminare la caratteristica fondamentale di questa energia, che ne determina il valore, e cioè «le ore di utilizzazione».

Il numero delle ore di utilizzazione minimo possibile nella produzione è certamente ancora superiore a quello medio nel consumo, ma tende a coincidere con questo. Per raggiungere e mantenere tale risultato, che può essere ostacolato da una eccedenza di impianti a produzione continua di 24 ore su quelli ad accumulazione, è assolutamente necessario di spingere l'accumulazione giornaliera e settimanale ogni qualvolta le possibilità tecniche ed economiche lo permettano; resterà pur sempre una sufficiente disponibilità di energia di 24 ore per gli usi che la richiedono.

Dallo studio della variazione del costo su alcuni impianti in condizioni diverse, variando le ore di utilizzazione, ho dedotto le seguenti formule che danno il costo impianto e costo esercizio per energia annua alla centrale in alta tensione con x ore di utilizzazione in funzione del costo corrispondente alla utilizzazione di 3500 ore, che ho assunto come base.

Chiamiamo:

C il costo impianto per 3500 ore
C_x » » » » x »
P » » esercizio » 3500 ore
P_x » » » » x »

$$C_x = C \frac{3500 + 0{,}55\ (x - 3500)}{x}$$

$$P_x = P \frac{3500 + 0{,}60\ (x - 3500)}{x}$$

La differenza fra i coefficienti 0,55 e 0,60 è dovuta al fatto che il coefficiente di esercizio è leggermente diverso per lo stesso impianto col variare del costo.

Le curve corrispondenti, che sono delle iperboli ad assi spostati, sono rappresentate nelle figg. 2 e 3.

I costi del trasporto in altissima tensione fino ai centri principali di distribuzione, più quelli della prima trasformazione in tensione media, con sincroni, sempre in funzione dei costi

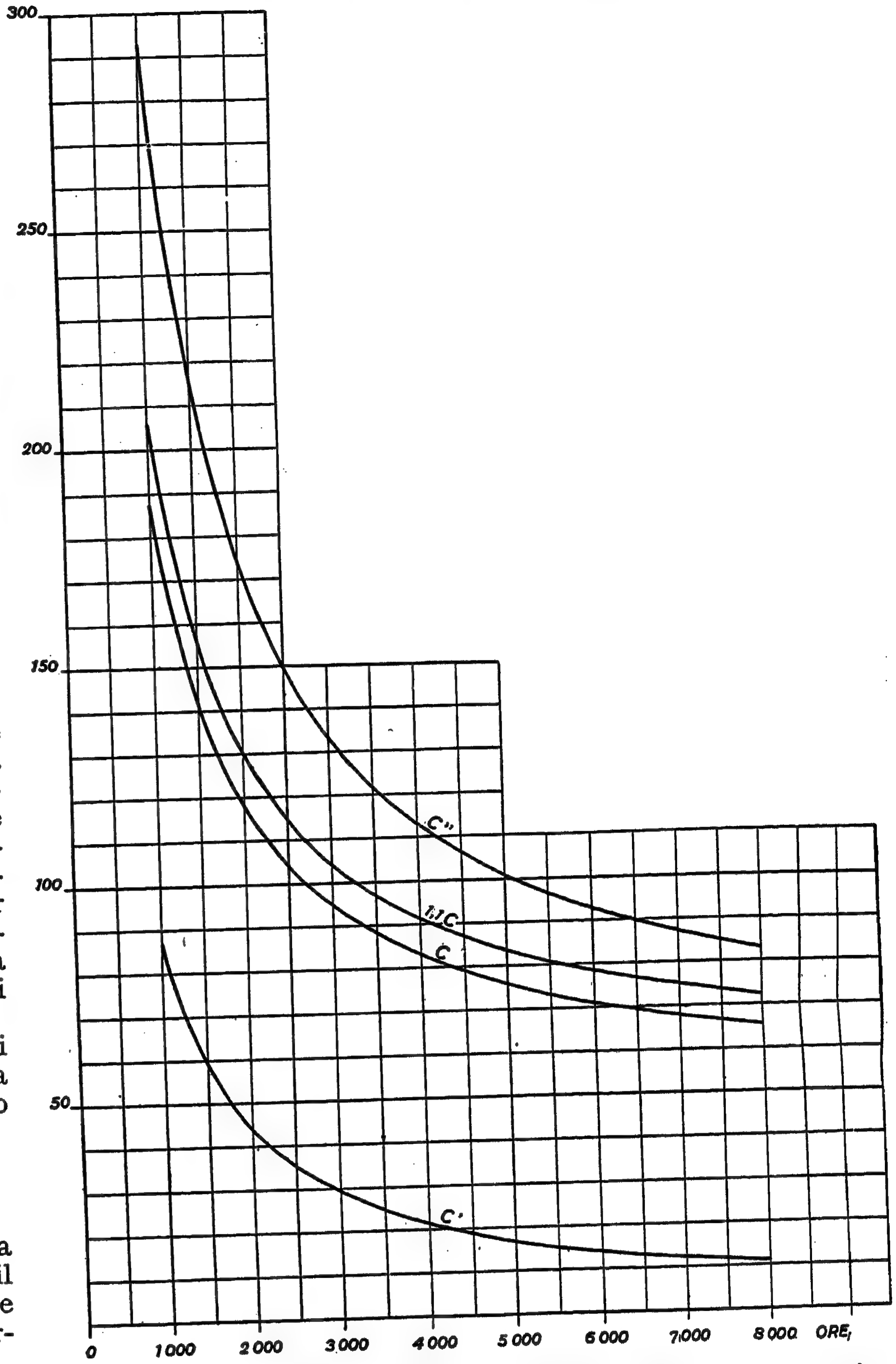


Fig. 2. - Variazione del costo di impianto per kWh di energia (idroelettrica) annua in funzione delle ore di utilizzazione).

C' = Costo d'impianto linea e macchine di trasformazione,
C = » » per energia all'uscita della Centrale, già trasformata,
C'' = » » » » in arrivo trasformata.

C' e P' per l'energia di 3500 ore, sono dati rispettivamente dalle formule

$$C'_x = C' \frac{3500}{x}$$

$$P'_x = P' \frac{3500}{x}$$

Se ne deducono i costi complessivi all'arrivo:

$$C''_x = 1{,}1\ C_x + C'_x$$
$$P''_x = 1{,}1\ P_x + P'_x$$

che ammettono una perdita media di quasi il 10 % nel trasporto, nella trasformazione e nei sincroni.

Ottenute così le curve di variazione, devo fissare il costo dell'energia di 3500 ore.

La Commissione della UNFIEL per i dati di costo degli impianti idroelettrici ha suddiviso gli impianti esaminati in tre tipi (seguendo in tale concetto quanto ha fatto il Prof. Ganassini nel suo studio «Determinazione del numero indice del «costo capitale specifico della energia idroelettrica in funzione «di cifre-indici fondamentali» in riguardo al salto utilizzato) e precisamente:

1° tipo – con salto superiore a 450 m
2° tipo – » » compreso fra 100 e 450
3° tipo – » » minore di 100 m.

A tale criterio si è però derogato per qualche impianto compreso in un sistema di impianti in prevalenza appartenenti ad altro tipo, e ciò nell'intento di ottenere dati riassuntivi sulla

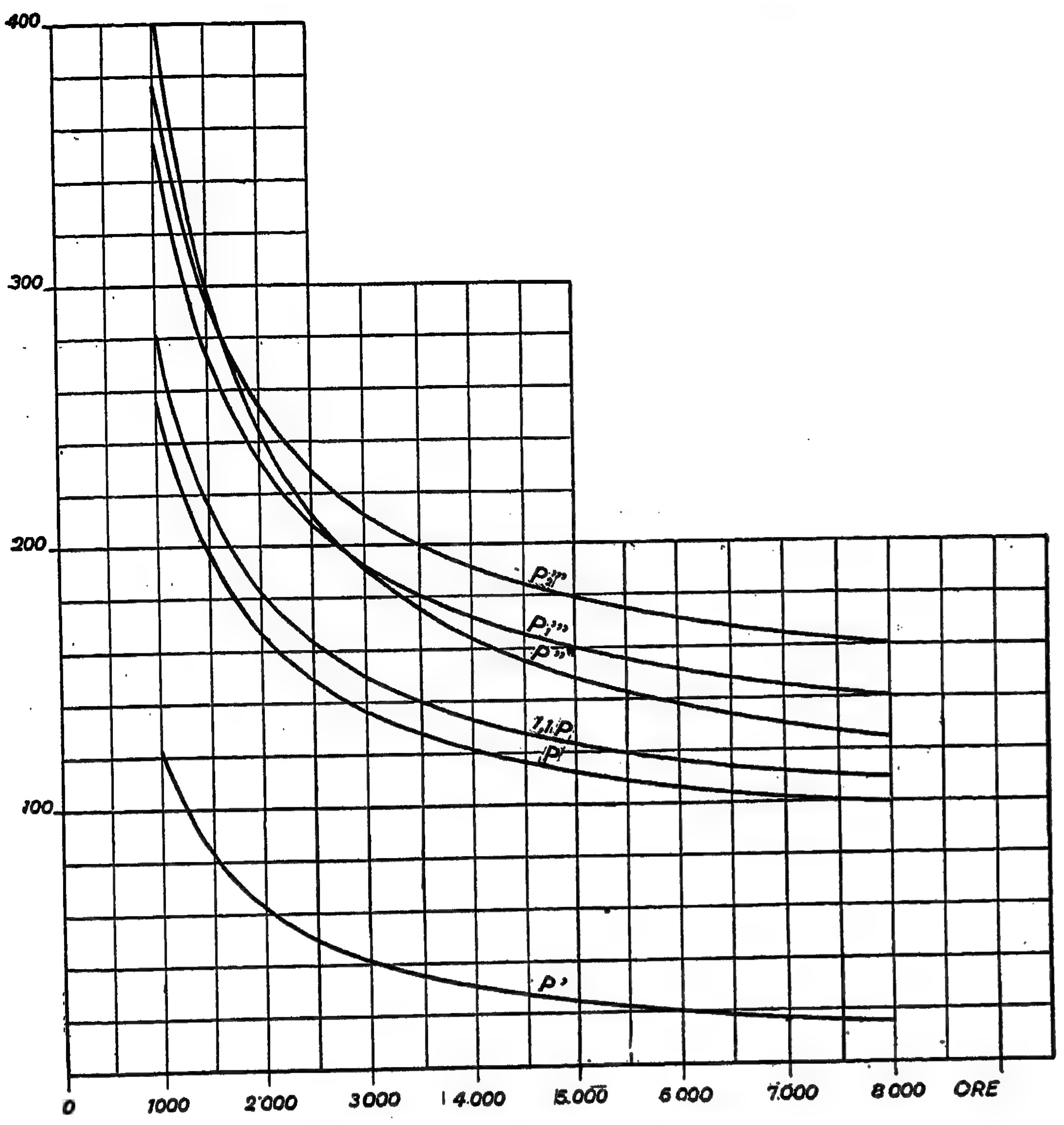


Fig. 3. - Variazione del costo di esercizio per kWh di energia annua in funzione delle ore di utilizzazione (le curve comparative per l'energia termica sono calcolate per impianti con riserva del 50 %.

P' = Costo d'esercizio linea e trasformazione,
P = » » riferito all'energia che esce dalla Centrale, già trasformata,
P'' = » » » » in arrivo, trasformata,
P_1''' = » » per energia termica al mare,
P_2''' = » » » » » nell'interno.

utilizzazione totale dei singoli bacini: ciò che è apparso utile agli effetti del nostro studio. Un'altra deroga si è fatta per un impianto alpino a salto minore di 450 m, che sarebbe stato l'unico impianto alpino del 2° gruppo e che si è preferito portare nel 1° tipo per maggiore uniformità.

La suddivisione fatta in tre tipi risponde ad una realtà di fatto:

a) nel 1° tipo sono compresi, e costituiscono la grande maggioranza, impianti alpini (continentali) insieme ad altri peninsulari ed insulari; risultano per essi costi medi del kilowattora prodotto in ciascun bacino abbastanza prossimi.

Tale uniformità non si riscontra fra gli impianti dello stesso bacino, ma può ritenersi già significativo ed interessante che essa esista fra i costi medi.

b) Il secondo tipo comprende sei impianti peninsulari e tre insulari; le condizioni fondamentali diverse di tali regioni si fanno naturalmente risentire sul costo degli impianti.

c) Il terzo tipo comprende un gruppo di impianti in condizioni notoriamente favorevoli per ubicazione e per quantità d'acqua disponibile.

Dagli elementi così raccolti e dalle mie ricerche dirette, risulta che il costo impianto varia da L. 0,75 a L. 1 per kWh di 3500 ore all'uscita dalla centrale e il costo esercizio fra cent. 11 e cent. 14 con qualche esempio di costi molto più elevati; il valore medio si avvicina però maggiormente alla cifra superiore che non alla inferiore.

Per il trasporto e la prima trasformazione mi risulta un costo medio di impianto di cent. 25 per kWh e costo esercizio di cent. 3,5 per kWh.

Cosicchè io ritengo che il costo esercizio del kilowattora di 3500 ore portato ai centri principali di distribuzione, dopo la prima trasformazione alla tensione di grande distribuzione, non sia inferiore in media a cent. 17,5.

Nel calcolare il costo dell'energia devesi ricordare che, mentre per gli impianti ad accumulazione si può considerare come utile tutta la produzione, non altrettanto può farsi per gli impianti ad acqua fluente, pei quali è necessario applicare ancora un coefficiente di riduzione. Inoltre il costo degli impianti va gravato, agli effetti della presente ricerca, degli interessi passivi, non solo del periodo di costruzione, ma anche parzialmente del periodo di avviamento. Questo è maggiormente necessario per le linee, che solitamente hanno al loro inizio larghi margini nella potenzialità di trasporto e soltanto dopo parecchio tempo vengono saturate. Tutti elementi questi che troppe volte, e con motivo, sono trascurati.

Nella fig. 3 ho tracciato la curva di variazione del costo dell'energia termoelettrica, prodotta da grandi centrali moderne, a semplice scopo comparativo (senza pretesa di precisione, poichè altri si è assunto il compito delle minute indagini al riguardo), adottando le formule

$$P_x''' = \frac{24500}{x} + 11 \text{ per impianti al mare}$$

$$P_x''' = \frac{24500}{x} + 13 \text{ per impianti all'interno}$$

che ammettono macchinario di riserva nella misura del 50 %; con un complesso di centrali termiche tra loro collegate questo coefficiente può discendere anche al 25 % ed allora evidentemente le curve corrispondentemente si abbassano.

Per energia di 3500 ore contro il costo idrico di cent. 17,5 sta il costo termico medio di cent. 19 col 50 % di riserva e cent. 17,85 col 25 % di riserva. Costi ben più elevati sono raggiunti dagli impianti termici di potenza modesta.

Parte Seconda

Vediamo ora quali previsioni si possono fare sul costo degli impianti idroelettrici nell'avvenire.

Per fare un parallelo di costo fra gli impianti idroelettrici costruiti nel periodo 1925-1928 e quelli da costruirsi dal 1930 in poi, ho preso in esame due impianti tipo:

a) un impianto o meglio un complesso di impianti sfruttanti in modo razionale una intiera vallata e integrati da serbatoi stagionali (iniziato nel 1924 e ultimato nel 1928);

b) un impianto senza integrazione stagionale, di tipo normale e provvisto di serbatoio settimanale (iniziato nel 1926 e ultimato nel 1928).

Sono entrambi classificati dalla Commissione della UNFIEL nel 1° Tipo - salto superiore ai 450 m.

Dai consuntivi risulta quanto segue:

Impianto A)

Seguendo il concetto di ripartizione delle spese, suggerito dall'Ing. Prof. Ganassini nel suo articolo sopra menzionato:

	Percentuali	Importo
Mano d'opera	42 %	L. 61.616.000
Agglomeranti	13,9 %	» 20.322.000
Esplosivi	4,6 %	» 6.737.000
Forniture metalliche	13,7 %	» 20.095.000
Macchinario	15,8 %	» 23.172.000
Energia elettrica	2 %	» 2.914.000
Legnami	4,5 %	« 6.623.000
Forniture diverse	3,5 %	» 5.178.000
(Interessi passivi)	—	
	100 %	L. 146.657.000

Esaminiamo ora quale sarebbe il costo di questo gruppo di impianti se venisse costruito nel periodo 1930-1933, naturalmente con i medesimi criteri e nell'ipotesi che nel suddetto periodo i prezzi tutti si mantengano quali sono oggigiorno. Nella tabella che segue ho assunto come cifra indice per il periodo 1925-1928 la media ponderale quale è risultata dal consuntivo. Come cifra indice per il periodo 1930-1933 ho assunto il prezzo attuale del mercato. Ne risulta:

	Cifra indice periodo 1925-1928	Cifra indice periodo 1930-1933	Variazioni percentuali +	Variazioni percentuali —
Mano d'opera	2,03	1,95		3,94
Agglomeranti	20,28	16,70		17,65
Esplosivi	14,40	11,40		20,83
Forniture metalliche (tubazioni, ecc.)	4,50	4,05		10
Macchinario	234,31	207,80		11,36
Energia elettrica	0,25	0,25		—
Legnami	180	160		11
Forniture diverse	—	—		8

Applicando queste percentuali di variazione alle varie voci, risulta una diminuzione complessiva del costo degli impianti del 9 %.

Infatti:

Mano d'opera	3,94%	di L. 61.616.000	L. 2.428.000
Agglomeranti	17,65%	» » 20.322.000	» 3.587.000
Esplosivi	20,83%	» » 6.737.000	» 1.402.000
Forniture metalliche	10 %	» » 20.095.000	» 2.009.000
Macchinario	11,36%	» » 23.172.000	» 2.632.000
Energia elettrica ..	—	» » 2.914.000	» —
Legnami	11 %	» » 6.623.000	» 728.000
Forniture diverse .	8 %	» » 5.178.000	» 414.000
		L. 146.657.000	L. 13.200.000

$$\frac{13.200.000}{146.657.000} = 9\ \%$$

Impianto B)

	Percent.	Importo
Mano d'opera	35	L. 19.200.000
Agglomeranti	6,8	» 3.730.000
Esplosivi	4,8	» 2.630.000
Forniture metalliche	31	» 17.000.000
Macchinario	15,9	» 8.860.000
Energia elettrica	—	—
Legnami	2	» 1.090.000
Forniture diverse	4,5	» 2.395.000
		L. 54.905.000

Seguendo gli stessi concetti sopraesposti si deduce la seguente tabella:

	Cifra indice periodo 1925-1928	Cifre indice periodo 1930-1933	Variazioni +	Variazioni —
Mano d'opera	2,08	1,95		6,24
Agglomeranti.............	20,28	16,70		17,65
Esplosivi	14,40	11,40		20,83
Forniture metalliche	4,30	3,96		7,9
Macchinario	184,78	155,20		16
Energia elettrica	—	—		—
Legnami	180	160		11
Forniture diverse	—	—		8

Applicando queste percentuali di variazione alle varie voci, risulta una diminuzione complessiva del costo di questo impianto del 10 %.

Infatti:

Mano d'opera	6,24%	di L. 19.200.000	L. 1.198.000
Agglomeranti	17,65%	» » 3.730.000	» 658.000
Esplosivi	20,83%	» » 2.630.000	» 548.000
Forniture metalliche..	7,9 %	» » 17.000.000	» 1.343.000
Macchinario	16 %	» » 8.860.000	» 1.418.000
Energia elettrica ...		—	—
Legnami	11 %	» » 1.090.000	» 120.000
Forniture diverse ...	8 %	» » 2.395.000	» 192.000
		L. 54.905.000	L. 5.477.000

$$\frac{5.477.000}{54.905.000} = 10\ \%.$$

Quanto sopra si riferisce, come già detto, ad impianti del 1° Tipo e cioè ad alta caduta; l'esame delle variazioni dei singoli elementi costitutivi del costo dell'impianto ci autorizza ad affermare che anche per gli impianti a media ed a bassa caduta si possa ritenere la medesima riduzione di costo.

Nelle cifre sopraesposte non si è tenuto conto dei sussidi e degli interessi passivi; anche il tasso degli interessi va diminuendo.

***

Contro queste considerazioni in favore del ribasso dei costi, stanno altre non meno importanti che aumentano il costo e precisamente: disponibilità di nuovi impianti a caratteristiche intrinseche, nella loro media, meno favorevoli, soppressione dei sussidi, probabilità di aumento del prezzo di alcuni materiali tosto che abbia a verificarsi la ripresa intensa delle costruzioni. Per modo che si deve prudentemente concludere che il costo specifico degli impianti idroelettrici da costruirsi nel prossimo futuro sarà, con tutta probabilità uguale o poco superiore di quanto è risultato nelle ultime costruzioni.

ING. ALDO RONCALDIER.

12 maggio 1930 - VIII.

ING. GIUSEPPE CENZATO

DELLA SOCIETÀ MERIDIONALE DI ELETTRICITÀ

Costo della distribuzione nei grandi centri

La ricerca essenzialmente economica che è nei fini della presente relazione ha manifestamente alla sua base un problema tecnico. Si deve tuttavia riconoscere che il trarre deduzioni economiche da una impostazione teorica di detto problema ci avrebbe portati assai lungi e forse perduti in computi laboriosi e poco persuasivi, non tanto per la molteplicità delle soluzioni tecniche, quanto per il coefficiente « dimensione » (inteso questo sotto il duplice aspetto della estensione del centro e della densità della distribuzione) e per l'estrema varietà dei diversi fattori che intervengono nel costo di un impianto di distribuzione e nel suo esercizio.

La stessa natura del nostro Congresso ci ha pertanto indotti, dopo aver separatamente considerati i singoli capitoli della distribuzione e le linee essenziali di maggior riflesso sul tema proposto, ad approfondire piuttosto l'esame dei risultati concreti dei grandi centri italiani, vagliando essi risultati al lume dei reciproci confronti e giovandoci altresì, per la critica e la coordinazione delle cifre, dei dati che abbiamo potuto procurarci sulle metropoli estere. Il carattere riassuntivo della relazione ci ha portati d'altra parte ad esporre solo le cifre più significative e le grandi medie che abbiamo potuto trarre dal complesso e delicato lavoro statistico.

La questione dell'urbanesimo è oggi all'ordine del giorno in tutte le Nazioni e molto si discute se l'ingigantirsi degli agglomerati cittadini sia un bene o un male, un segno di civiltà o un pericolo per la razza. Può dirsi che se l'energia elettrica tende a diventare il substrato necessario della vita civile, questa tendenza è particolarmente esaltata nelle agglomerazioni urbane, e potrebbe forse aggiungersi, senza eccessiva avventatezza, che spetterà alla elettricità di risolvere la spinosa questione, se essa potrà esser posta a disposizione di tutti, anche nelle campagne, e consentirà a chiunque lo spostarsi da un punto all'altro, su grandi distanze, in modo facile, rapido ed economicamente accessibile.

Sotto l'angolo visuale del distributore l'urbanesimo è un bene o un male? Evidentemente la caratteristica preminente delle distribuzioni urbane, che è la forte concentrazione dei carichi, costituisce un elemento favorevole per il distributore. Di fronte a questo fondamentale vantaggio e come elementi tecnicamente ed economicamente opposti esistono esigenze e difficoltà connesse con l'agglomeramento della popolazione, col decoro cittadino, con la densità e la natura del carico.

L'esigenza fondamentale. che è manifestamente la regolarità e la continuità della fornitura, investe non solamente i servizi pubblici propriamente detti, che nei grandi centri hanno acquisito un carattere di primissima necessità, ma numerosi altri servizi connessi ad attività essenziali della vita cittadina, i quali reclamano alimentazioni di assoluta sicurezza e con caratteristiche costanti. D'altra parte lo stesso rapido ingigantirsi delle città, l'aumentare delle richieste, il sovrapporsi di nuovi problemi e di nuovi bisogni portano il distributore di fronte a difficoltà di impianto e di esercizio, a contrastarsi con gli innovatori in nome del vivere moderno o coi tutori delle bellezze antiche, a rivedere il proprio « piano regolatore » in relazione ai piani regolatori altrui, a risolvere quotidianamente situazioni che definiremo « passive » nei riguardi dell'esercizio industriale.

L'era della elettricità, per quanto recente, ha già visto invecchiare una prima epoca, quella della corrente continua e delle riserve di accumulatori che offrivano una soluzione ideale per la continuità del servizio. Basta ormai guardarsi intorno per escludere che alla corrente continua possa ritornarsi, almeno in un prossimo avvenire e nella forma testè abbandonata. Genova ha 21.000 abbonati a corrente continua contro 93.500 a corrente alternata; la zona a corrente continua viene ogni anno ridotta col proposito di abolirla completamente. Catania ha a corrente continua la sola linea che alimenta il Teatro Massimo, mantenuta in attesa della trasformazione dell'impianto interno del Teatro. A Firenze esiste un'utenza a corrente continua nella zona centrale, residuo della vecchia rete che serviva l'intera città, e anch'essa in progressiva diminuzione. A Napoli la corrente continua è stata conservata in una zona assai ristretta del centro, al solo scopo di dare una fornitura di assoluta sicurezza al Palazzo del Governo, al Palazzo Comunale e al Teatro S. Carlo, e di fornire circuiti di illuminazione di riserva ad alcuni Istituti. Nessun'altra, fra le città maggiori, ha impianti a corrente continua. In tutto il resto d'Europa si è pure orientati nettamente verso la corrente alternata. In America il movimento di trasformazione nei quartieri degli affari è cominciato nel 1922 e New-York, la roccaforte della corrente continua, modifica in grande stile i suoi impianti.

La scomparsa della corrente continua e delle relative batterie ha avuto da noi una ragione nettamente economica, che si riferisce sostanzialmente alle spese esercizio delle Sottostazioni di conversione e alle maggiori perdite, mentre in America vi ha concorso la difficoltà di fronteggiare col sistema Edison l'incremento dei carichi. Se i perfezionamenti dei raddrizzatori a mercurio hanno sensibilmente modificato i termini del problema per quanto riguarda le Sottostazioni di conversione, altrettanto non può dirsi delle batterie che hanno pur sempre bisogno di una costosa manutenzione e sono grandi divoratrici di kilowattora. Le perdite nelle distribuzioni a corrente continua variavano infatti fra il 35 e il 40 % mentre le perdite nelle distribuzioni a corrente alternata segnano valori incomparabilmente minori: in Italia si passa da un minimo dell'11 % (Bologna) a un massimo del 19 % (Bari) (1).

---

(1) L'indiscutibile garanzia di sicurezza offerta dalla distribuzione a corrente continua ha portato al concetto di un parziale impianto centrale, destinato al servizio di utenze privilegiate. A tale concetto, sorretto da considerazioni di ordine pratico ed economico laddove esiste un impianto a corrente continua, e qua e là seguito, come si è visto, si deve contrapporre l'altro di impianti di sicurezza presso i singoli, ai quali impianti la diffusione di raddrizzatori statici, suscettibili di funzionare senza nessuna sorveglianza, ha portato un notevole contributo di praticità. Impianti consimili diventano assolutamente consigliabili per alcune utenze speciali, come le Centrali telefoniche e telegrafiche, i servizi ferroviari di blocco, i servizi di fari, le Banche, gli Ospedali.

A proposito di nuclei centrali cittadini a corrente continua come quello di Napoli può farsi del resto una considerazione assai ovvia. È indiscutibile che se vi è un servizio di cui si debba garantire in modo assoluto la continuità esso è la illuminazione stradale. Gene-

La distribuzione a corrente continua, nell'ipotesi che fosse realizzata attraverso Sottostazioni di conversione con accumulatori, risolveva manifestamente in sè stessa il problema della continuità del servizio per quanto riguarda gli impianti generatori. Nelle distribuzioni a corrente alternata il problema della continuità degli impianti generatori acquista per contro una particolare importanza e assume uno speciale aspetto laddove la produzione è affidata a Centrali idrauliche connesse ai grandi centri mediante lunghe linee di trasporto: è questo notoriamente il caso del nostro Paese.

Come assicurare la continuità del servizio in una distribuzione a corrente alternata alimentata da Centrali lontane? Le lunghezze sempre maggiori dei trasporti, la marcia in parallelo di molte Centrali, la interconnessione degli impianti, che hanno corrisposto al prepotente bisogno di sfruttare nel miglior modo le nostre risorse idrauliche, hanno indubbiamente portato, nei riguardi della regolarità e della continuità del servizio, dei coefficienti negativi, e i progressi della tecnica, nonostante l'entusiasmo e la solerzia dei produttori, non hanno potuto completamente eliminarli: la mancanza di un trasporto è pur sempre un'eventualità da mettere sul tappeto.

Alcuni centri maggiori (Napoli, Livorno, Venezia, Genova), che avevano pressochè abbandonate le vecchie Centrali termiche, sono stati oggi arricchiti, anche in relazione ad altre necessità, di impianti a vapore modernissimi, che, per essere nella immediata vicinanza della Città, rappresentano una preziosa riserva ai trasporti. Ma se tali impianti permettono di raggiungere in una condotta economica costi di produzioni paragonabili a quelli degli impianti idroelettrici, ben diversamente si prospetta la situazione se si pretende di affidare alla Centrale un compito di immediata riserva quando non v'è una concomitante richiesta di produzione termica; se, in altri termini, si pretenda di avere costantemente una « riserva calda », o, ancor peggio, del macchinario in moto. In realtà le Centrali termiche possono garantire dei carichi preferenziali se e in quanto sono funzionanti per necessità o per convenienza di produzione, dovendosi in generale escludere di ricorrere ad accumulatori di vapore, in quanto alla elevata potenza delle Centrali moderne corrispondono volumi enormi di serbatoi e di tubazioni, anche per prestazioni limitate (1).

È pertanto la molteplicità delle fonti di energia che si è prospettata come una necessità e la nostra tecnica si è decisamente orientata in tal senso, e insieme verso la ricerca del mezzo più economico per assicurare un relativo margine di potenza disponibile. E ben si comprende come tutti i problemi relativi alla determinazione e alla separazione rapida di tronchi di linee guasti, ai relais selettivi e ai dispositivi congeneri siano diventati di appassionante attualità. Correlativamente, di fronte alla importanza crescente delle diverse sorgenti, all'eventualità di corti circuiti formidabili, si è imposto l'abbandono del collegamento diretto, mentre è andato sempre più diffondendosi il principio delle zone di energia (*power areas*), ossia di zone facenti capo a separate sorgenti di energia, fra loro collegate con cavi provvisti di apposita reattanza, che consentano scambi fra esse, ma le separino in caso di accidentalità.

Con riserva di ritornare in argomento a proposito dei più recenti sistemi di distribuzione, interessa qui rilevare il riflesso economico di quanto veniamo esponendo, e cioè che per garantire il servizio attraverso la molteplicità delle fonti è sostanzialmente necessario un congruo margine nel macchinario di produzione, nelle linee di trasporto e nelle stazioni ricevitrici: il che corrisponde a dire che per una determinata distribuzione una porzione delle Centrali o di una Centrale (impianti a bacino) e una porzione dei trasporti (o delle linee) debbono restare normalmente inutilizzati. Un indice di quello che può essere il rapporto fra la potenzialità delle Centrali idrauliche e dei trasporti e le massime potenze utilizzate è dato dal confronto fra le potenze di trasformazione installate nei Centri di arrivo delle maggiori città nostre e i carichi massimi corrispondenti. Il margine sul carico massimo risulta per esempio del 120 % a Milano, del 90 % a Napoli, del 70 % a Bologna, del 55 % a Torino.

La traduzione in cifre degli oneri che la continuità del servizio importa per una distribuzione di corrente alternata prodotta in Centrali idrauliche lontane non è agevole. La determinazione di quello relativo alla molteplicità delle alimentazioni, definito come il maggior dispendio conseguente a quell'insieme di provvidenze che va dalle interconnessioni degli impianti alle maggiori potenze installate, ai gruppi o alle Centrali e alle linee di sostanziale riserva, date le interferenze con le esigenze della preparazione del mercato e con quelle dell'esercizio, è infatti suscettibile di diversa impostazione. Tutti i grandi gruppi elettrici italiani hanno tuttavia valutato l'onere in questione, riferendolo, come è naturale, al complesso degli immobilizzi di produzione e di trasporto, fra il 20 e il 25 % degli immobilizzi stessi.

Per quanto riguarda la riserva termica, tralasciando l'ipotesi che essa sia tenuta in servizio continuativo, poichè, come si è già osservato, tale provvidenza non è nella pratica corrente ed è facile prevedere che non potrà mai adottarsi per grandi potenze, possiamo distinguere un onere patrimoniale e un onere di esercizio. Dagli elementi raccolti per le grandi città italiane troviamo che la riserva termica grava patrimonialmente da un minimo dell'11 % (Milano) (1) a un massimo del 35 % (Roma) sugli immobilizzi complessivi relativi alla distribuzione. Riferendoci al massimo carico in kW, l'onere patrimoniale varia da un minimo di 800 lire (Venezia, Firenze) a un massimo di 1.200 lire (Genova, Roma), potendosi indicare come valore medio per kW di massima punta 1.000 lire (2). Le spese di esercizio, sempre per kW di massima punta, e naturalmente prescindendo da ogni spesa di combustibile, si aggirano intorno a 30 ÷ 35 lire per anno.

L'industria elettrica, che è stata tante volte paragonata dal punto di vista patrimoniale all'industria delle case di affitto, appare sensibilmente lontana da questa se, abbandonando Centrali, bacini e canali, costruiti su suoli di sua proprietà, si passa a considerare le sue linee di trasporto e ancor più le sue reti di distribuzione. Le une e le altre sono sostanzialmente in casa d'altri; ma se una linea di trasporto che attraversa monti e vallate per centinaia di kilometri è soggetta a pochi spostamenti, le linee di distribuzione in città hanno sotto questo aspetto una vita ben più difficile.

L'obbligo di spostamento delle reti sotterranee ogni volta che l'Ente concedente lo richieda, la necessaria coesistenza con altri servizi pubblici, la soggezione delle linee aeree appoggiate su fabbricati ad ogni nuova costruzione, le esigenze dei proprietari degli stabili per le colonne montanti, creano a carico del distributore una situazione onerosa e sovente precaria, una

---

ralizzandosi per l'illuminazione stradale il servizio a corrente alternata con trasformatori a corrente costante, diventano necessarie delle precauzioni speciali per assicurare a questo carico una particolare sicurezza di funzionamento. Nulla vieta allora che alcune speciali utenze si accomunino a questo carico preferenziale, in modo da essere egualmente privilegiate di fronte al resto dell'utenza. La soluzione diventa tanto più facile quanto più l'illuminazione stradale tende a prevalere di fronte a tali carichi speciali, come oggi si verifica, sia perchè l'illuminazione razionale delle vetrine fa perdere alla strada un importante contributo di luce, sia perchè l'aumentata intensità del traffico e il progresso del vivere civile fanno di una migliore illuminazione della strada una necessità e argomento di emulazione fra i diversi centri.

(1) Solamente del macchinario costantemente in moto permetterebbe, ma con enorme dispendio, la sollecita ripresa del servizio su carichi preferenziali in caso di mancanza dei trasporti. La « riserva calda », pur assai dispendiosa, non consente, nelle grandi Centrali moderne con turbine a vapore, che la ripresa del servizio dopo circa mezz'ora dall'interruzione. Una più rapida ripresa con minor spesa di esercizio, ma con onere assai maggiore di immobilizzi rispetto alle Centrali con turbine a vapore, presentano gli impianti con motori Diesel, i quali peraltro, nel caso di potenze rilevanti, incontrano sotto questo riguardo difficoltà notevoli.

Impianti di accumulazione di vapore per il servizio di un carico preferenziale che rappresenti un'aliquota modesta del carico cittadino si presentano in condizioni favorevoli dove si tratti di utilizzare vecchie Centrali con unità di limitata potenza e ci sia la possibilità di installare caldaie elettriche per fornire vapore all'accumulatore nelle ore notturne di carico ridotto. Marciando a vuoto coi turbo alternatori (utilizzati, se del caso, come rifasatori della rete) e fornendo alle turbine quel tanto di vapore necessario a tenerle calde, dispositivi automatici di apertura rapida delle valvole di vapore in caso di mancanza dei trasporti e dispositivi elettrici che separino immediatamente turbo-alternatore e carico privilegiato, possono consentire che la modesta aliquota del carico cittadino corrispondente goda di un servizio privilegiato. Si tratta sempre di esercizi onerosi, la cui diffusione non è prevedibile. Esempi cospicui di impianti di accumulazione di vapore si hanno tuttavia in Svezia e in qualche città della Germania.

(1) Non si è tenuto conto della Concenter (Genova) che è collegata a Milano attraverso una lunga linea di trasporto. Come si rileverà altrove, Milano ha per contro un insieme di immobilizzi imponente per assicurare alla città la disponibilità delle diverse sorgenti di energia. A Genova, per ragioni diverse, si ha una percentuale notevolmente maggiore (59 %).

(2) Tutte le cifre relative a immobilizzi sono date in lire attuali, secondo il meccanismo di rivalutazione usuale consentito dal fisco.

specie di equilibrio instabile che deve tradursi necessariamente in una più larga percentuale di ammortamento degli impianti (1).

Più grave è la preoccupazione derivante dagli sviluppi delle città, quando si tratta di scegliere il posto dei centri di arrivo dei trasporti. Mentre ragioni di economia spingono ad accostarsi al baricentro dei carichi, il pericolo che la Sottostazione venga rapidamente circondata da nuovi fabbricati e che le linee di arrivo siano prese in mezzo alle case obbliga ad allontanarsi da quelli che sono i confini esistenti, a prevedere con prudente larghezza quelli futuri, ed a riportare altresì esternamente a questi ultimi quell'anello di collegamento fra i diversi centri di arrivo dei vari trasporti convergenti sulla città, che è indispensabile ai fini della reciproca riserva (2).

La storia dettagliata delle reti delle grandi città nostre, che sarebbe in gran parte la storia dei successivi rifacimenti, potrebbe dimostrare quanto vi hanno contribuito contingenze estranee agli impianti di distribuzione e quanto, sotto questo profilo, si sia ancora troppo ottimisti.

Un impianto di distribuzione cittadino è normalmente costituito da una rete ad alta tensione in partenza dai centri di arrivo dei grandi trasporti, che alimenta le diverse cabine di trasformazione, da una serie di cabine destinate alla trasformazione alla tensione di distribuzione e da una rete secondaria a bassa tensione che alimenta i singoli utenti.

Il tutto va però considerato come un complesso in continua evoluzione, dove ogni variazione a monte è immediatamente risentita a valle. È tipica al riguardo la ripercussione che ha sulle reti di distribuzione l'avvento di un nuovo trasporto o di una grossa Centrale termica, per l'aumento della potenza di corto circuito. In tali casi è frequente l'aprirsi di un periodo di disservizio dovuto a interruttori diventati insufficienti, che scoppiano al primo incidente, a cavi di piccola sezione che dopo un corto circuito si trovano abbrustoliti, a linee aeree i cui fili cominciano a spezzarsi o ad incavallarsi per molte campate. Si verifica allora la necessità di dover procedere al ricambio di apparecchiature, forse ancora in piena efficienza ma non più rispondenti alla nuova situazione, e alla protezione della rete.

Per quanto riguarda le cabine, la difficoltà che più di frequente si incontra è l'insufficienza di spazio per apparecchiature di maggiore portata, che può essere ovviata con l'uso di apparecchiature blindate, cui le maggiori case europee ed americane stanno dedicando studi molto seri. La protezione della rete rappresenta per contro un problema ben più grave e generale; dopo esaurita la risorsa di abbreviare i tempi di scatto degli automatici, non resta per i vecchi cavi che la installazione di reattanze di protezione, e per le nuove pose l'adozione di una sezione minima indipendente dal carico.

Queste considerazioni si aggiungono a quelle svolte più sopra per mettere in rilievo come le quote di ammortamento debbano tener conto della diminuita durata industriale degli impianti di distribuzione, sia per effetto degli sviluppi dei piani regolatori e dei riordinamenti dei servizi cittadini, sia per effetto degli incrementi della distribuzione e delle maggiori potenze immesse di conseguenza sulle reti.

Riservandoci di vedere in seguito i diversi criterii attualmente seguiti nelle grandi metropoli americane e notando, per quanto superfluo, che il complesso della distribuzione risente in tutte le città i precedenti storici del suo sviluppo, e che per la rete ad alta tensione è strettamente legato alle caratteristiche topografiche della città, rileveremo che sotto il particolare riguardo della continuità del servizio si possono per le reti ad alta tensione distinguere fra noi due tipi di distribuzione: quello con congiungenti fra i diversi centri di alimentazione e quello con anelli chiusi su un solo centro (1).

Il primo tipo è ideale per la rapida ripresa del servizio in caso di mancanza di uno dei trasporti quando la congiungente si tiene aperta a una delle sue estremità; il secondo è legato al sistema di sbarre del proprio centro e ne segue le sorti, con conseguenti difficoltà per i servizi di ordinaria manutenzione, sempre che non esistano, fra anelli appartenenti a diversi centri, dei collegamenti che permettano immissioni di corrente dall'uno all'altro, almeno nelle ore di carico ridotto. Entrambi i tipi in caso di bruciatura di cavo consentono il ripristino del servizio, non però la ripresa immediata, la quale è solo possibile con anelli provvisti di protezioni selettive, e quindi con l'installazione in ogni cabina di altri due automatici oltre l'automatico dei trasformatori, uno sull'arrivo e l'altro sulla partenza.

Quest'ultima disposizione richiede evidentemente apparecchiature e relais delicati, se pure non un cavo di fili piloti, così che non se ne è fatta finora nessuna applicazione generale. Vi sono tuttavia esempi di applicazioni particolari per carichi preferenziali. Così a Napoli, nel ricostruirsi tutto l'impianto di pubblica illuminazione col sistema a corrente alternata con trasformatori a corrente costante, si è predisposto un anello a 9 kV che alimenterà le cabine contenenti i trasformatori oscillanti, e insieme al cavo di energia si è posato un cavo pilota per proteggere con relais selettivi ciascun tronco compreso fra due cabine successive.

Comunque la responsabilità del servizio ha indotto ovunque i distributori ad avvistare i mezzi per limitare la ripercussione di un guasto al minor numero di utenti possibile, il che si è sostanzialmente raggiunto col disporre sulla rete numerosi automatici in cascata in punti opportunamente scelti. Il sistema delle cabine satelliti presenta sotto questo profilo i suoi maggiori vantaggi, perchè essendo tali cabine prossime al baricentro del carico, la distribuzione può farsi frazionando il carico su numerose uscite, ed è d'altra parte abbreviato il percorso compreso fra l'ultimo elemento a cui si può garantire il servizio e l'utente (2).

(1) Gli oneri che annualmente si sopportano per le diverse sistemazioni edilizie, stradali e dei servizi cittadini in genere, sono notevolmente superiori a quanto ordinariamente non si creda; ad es. a Napoli, nell'anno 1929, si è speso per spostamenti di cavi il 3 % del loro valore di impianto; a Bologna il 5 %.

(2) Di fronte alla lunghezza che vengono ad assumere le linee di prima distribuzione, i rimedi adottati normalmente sono l'elevamento della tensione di distribuzione o l'adozione di due trasformazioni successive. Un'altra soluzione consiste nello stabilire in corrispondenza di ogni centro di arrivo, un centro satellite di smistamento, ubicato assai più del primo in vicinanza dei carichi, e collegato al primo con un fascio di feeders. Questa soluzione di cabine satelliti è stata adottata a Roma ed è in corso di attuazione a Napoli. Essa risolve in modo soddisfacente alcuni difficili problemi. Il locale per un centro di solo smistamento è più agevole a trovarsi di un locale destinato all'arrivo di grandi trasporti, contenente grosso macchinario, con le complicazioni dovute ai rumori, ai servizi accessori ecc. D'altra parte, nel centro di alimentazione, dove circolano grosse potenze sulle sbarre, dove la preoccupazione di corti circuiti è grave, e sono più temibili i loro effetti distruttivi, è opportuno ridurre le apparecchiature secondarie ai pochi e grossi interruttori del fascio di feeders, il cui costo elevato si giustifica allora coi carichi trasportati. In quanto alla garanzia di continuità, la cabina satellite può portarsi ad equivalere al centro corrispondente se il fascio di collegamento si protegge con sistemi selettivi.

La soluzione della doppia trasformazione è in atto attualmente a Bologna, a Torino, ma piuttosto per una ragione di successive variazioni delle reti, che per un concetto organico informatore.

L'allontanarsi dei centri di arrivo importa naturalmente dei problemi di regolazione. La distribuzione a corrente alternata ha probabilmente costituito, nei riguardi della regolazione della tensione, oltre che della continuità del servizio, un passo addietro rispetto al sistema classico della distribuzione a corrente continua. Nelle nostre distribuzioni l'uso di condensatori rotanti per regolare la tensione agli arrivi dei trasporti si è diffuso con le ben note necessità dell'installazione dei detti condensatori rotanti nei grandi trasporti ad altissima tensione. L'ulteriore regolazione delle cadute fra le partenze dei centri e gli apparecchi utilizzatori, ossia una regolazione sulla rete di distribuzione propriamente detta, pur sufficientemente sentita laddove si adottano trasformatori a forte impedenza e reattanze di protezione, non ha larga applicazione fra noi, dove si è preferibilmente risolto il problema attraverso un aumento della tensione primaria.

Questa seconda regolazione è per contro abbastanza praticata all'Estero, assai largamente in America, dove, come è noto, sono molto diffusi i regolatori automatici a induzione. La adozione di questi importa un incremento apprezzabile degli oneri patrimoniali ed anche delle spese di sorveglianza e di manutenzione se il regolatore non è, come avviene negli impianti americani, uno dei tanti elementi automatici dell'impianto.

(1) La tensione prevalente è intorno ai 10 kV: Genova 12; Messina 10,5; Catania 10; Palermo 10; Napoli 9; Bari 9; Venezia 6; Livorno 5. Hanno due tensioni: Torino 20 e 3; Bologna 15 e 3; Firenze 9 e 5; Roma 8,4 e 2; Milano 6 e 3,6.

(2) La necessità di limitare il tempo della interruzione importa il controllo degli automatici che in maggiore o minore misura si debbono pur sempre installare oltre che nei centri di alimentazione (arrivi dei trasporti), in altri punti importanti (cabine satelliti o punti nodali della rete). Chi deve provvedere a riattaccare l'automatico dopo un guasto? Gli americani hanno senz'altro affidato questo compito alla macchina, non solo per l'eccessivo costo della mano d'opera, ma per la maggiore fiducia riposta nella macchina rispetto all'uomo. È prevedibile anche da noi un orientamento in questo senso, oltre che per l'onere del personale, che nel settore distribuzione assume un'importanza notevole, per le già accennate difficoltà che la città oppone alla distribuzione e particolarmente a quelle di spazio

Nella discriminazione dei costi degli impianti di distribuzione fino alle cabine, abbiamo distinto le spese afferenti le Sottostazioni primarie intese come centri di arrivo dei grandi trasporti e come punti di partenza della rete cittadina ad alta tensione, e quelle afferenti quest'ultima rete, includendo nelle prime i condensatori rotanti per la regolazione dei grandi trasporti e nelle seconde tutti i collegamenti di qualsiasi genere a partire dalla più alta tensione cittadina, le cabine di smistamento (non di trasformazione) e le eventuali regolazioni ulteriori. Le Sottostazioni primarie importano immobilizzi crescenti col crescere del loro numero a parità di potenza, diminuenti col crescere della loro potenza a parità di numero. Ha manifestamente un'influenza sensibile l'ubicazione, il frazionamento delle unità, la percentuale di riserva che sovente raggiunge il 100 %. Riferite ai kW di massima punta, dette Sottostazioni da un massimo di 870 lire per Bologna, scendono a un minimo di 400 lire per Torino e Venezia: mediamente si hanno per kW di massima punta 600 lire.

Sul costo delle reti ad alta tensione (per la massima parte in cavo) e delle cabine di smistamento hanno ripercussione più o meno sensibile le circostanze analizzate più sopra. Alcune provvidenze che aggravano l'onere patrimoniale hanno riflessi favorevoli per l'esercizio. La tensione, l'ubicazione e il numero dei centri di smistamento, l'estensione delle città, il tipo di posa intervengono in modo assai vario. In alcune città italiane (p. es. Napoli) la spesa di posa arriva a L. 55 per metro lineare di cavo, laddove si tratti della posa di un cavo unico. L'introduzione di cunicoli, generalmente accessibili, adatti per i diversi servizi di distribuzione cittadini (acqua, gas, luce, eventualmente telefoni, posta pneumatica), di cui si è già parlato, riduce le spese di posa, ma aggrava notevolmente la spesa di impianto per la minore portata del cavo in aria rispetto al cavo sotterrato (come è noto, si arriva a differenze del $20 \div 25$ % e quindi a corrispondenti aggravi economici) (1).

Malgrado che il km di rete non abbia un significato omogeneo, può essere interessante rilevare che il costo medio della rete ad alta tensione varia da un massimo di circa 90.000 Lire/kilometro a Catania, a Firenze e a Torino, a un minimo di 51.000 Lire/kilometro a Messina: la media italiana è intorno alle 80.000 Lire. Riferendosi alle potenze distribuite si passa da un massimo di circa 1.000 lire per kW di massima richiesta a Messina e a Palermo, a un minimo di 450 lire per Venezia e Firenze: in media 700 lire.

Lo sviluppo cittadino, che tende a ricacciare alla periferia e nei sobborghi le industrie ed a valorizzare sino a limiti iperbolici le aree e gli ambienti del centro, rende sempre più difficile al distributore di trovare presso i singoli utenti i locali per installarvi i suoi trasformatori. Si è generalizzato il caso della Cabina installata in locale di affitto, di fronte al quale dobbiamo richiamare la situazione di precarietà già affacciata per le reti. Le crescenti difficoltà hanno tuttavia favorito anche nelle nostre distribuzioni la cabina ricavata nel sottosuolo stradale. Anche questa è una proprietà sui generis, creata in suolo altrui, ma la sicurezza di una tranquilla permanenza è maggiore, e restano solo a superare difficoltà tecniche relative alla ventilazione, all'accesso, allo smaltimento delle acque di pioggia ecc.

Le potenze medie delle cabine installate nelle nostre grandi città variano fra limiti molto estesi: ad esempio da una massima media di 360 kVA a Firenze, si passa a 250 kVA a Napoli, a 155 kVA a Venezia e si scende a una minima di 60 kVA a Roma. La potenza che si può assumere come media per i grandi centri italiani è 120 kVA.

Queste medie sono manifestamente influenzate dalla distribuzione per forza motrice (non però eccessivamente, poichè i grandi stabilimenti industriali hanno per la maggior parte cabine proprie). È assai variabile anche il numero di utenti per cabina, che passa da un minimo di 68 (Roma), a un massimo di 1.300 (Catania), evidentemente in relazione alla potenza delle cabine, alla tensione di distribuzione e alla ricchezza dell'utenza; la tendenza odierna è piuttosto nel senso di aumentare il numero delle cabine, installandone una per ogni isolato o gruppi di isolati contigui.

Gli immobilizzi medi, riferiti al kVA installato, variano da un massimo di circa L. 450 per kVA (Catania, Messina, Venezia) a un minimo di L. 150 per kVA (Firenze). Se ci si riferisce alla punta massima complessiva si va da un massimo di L. 800 (Messina) a un minimo di L. 250 (Firenze), con una media di L. 450 circa (1).

Il sistema di rete secondaria sostituito al vecchio sistema Edison a tre fili nelle città nostre, o comunque introdotto, è quello oggi denominato « alternato radiale ». All'unica rete a maglie chiuse, con cassette di sezionamento a valvola, alimentata da feeders allacciati nei vari nodi, si sono andate sostituendo tante reti, nella maggior parte dei casi a 4 fili, diramantisi con andamento radiale dalle singole cabine. Normalmente i cavi secondari delle cabine diverse non sono collegati fra loro.

Si hanno generalmente distribuzioni miste, parte in cavo e parte aeree, ma si tende naturalmente ad avere una rete sotterranea almeno per le zone centrali, ammettendo l'aerea nella periferia. Quasi sempre la rete è unica per luce e per piccola forza motrice. Reti separate per i soli servizi di luce sono del tutto eccezionali. Del resto, prescindendo dalla grande industria che è in massima all'infuori dell'agglomeramento cittadino, si hanno di regola, anche per potenze medie, cabine di trasformazione apposite, sicchè sulla rete secondaria propriamente detta restano solo piccole forze motrici le quali non danno ripercussioni dannose sul servizio luce.

Le potenze medie erogate per km^2 anche nelle più popolose e più industri città italiane sono relativamente modeste (da 0,5 a 2 $Watt/m^2$) e non si sono quindi imposti ai distributori i problemi tipici delle grandi metropoli americane. Tuttavia densità abbastanza rilevanti si hanno nelle zone centrali (Milano 6 $Watt/m^2$; Roma 4 $Watt/m^2$; Napoli 3,25 $Watt/m^2$), tali da far pensare alle possibilità di doverli affrontare fra non molto (2). Come vedremo, tali problemi sono connessi all'aumento della utilizzazione degli impianti conseguente ad una larga diffusione delle diverse applicazioni elettriche e alla necessità di dare ai servizi un grado di sicurezza che l'aumentata utilizzazione degli impianti può consentire di raggiungere senza oneri troppo gravi.

Allo stato attuale troviamo nei maggiori centri italiani un utente ogni 4 abitanti a Milano, a Bologna, a Firenze; uno ogni 6 a Roma e a Napoli; uno ogni 7,5 a Bari. I consumi di luce a privati variano da un massimo di 400 kWh (Roma) a un minimo di 125 kWh (Palermo) con una media di 250 kWh per anno. Gli immobilizzi sono variabili prevalentemente a seconda del tipo di impianto (sotterraneo od aereo, corrispondendo naturalmente al primo caso, come fattore compensativo, un minor coefficiente di esercizio); subordinatamente a seconda della densità del carico, della topografia cittadina, del tipo di pavimentazione ecc. Riferendosi al km di conduttura come unità di rete, come si è fatto per le reti ad alta tensione, si hanno cifre variabili da 55.000 a 25.000 lire; ad esempio Firenze 55.000 L./km; Napoli 46.000 L./km; Catania 38.000 L./km; Messina 25.000 L./km. Riferendosi al massimo carico richiesto si va da un massimo di L. 1.400 (Napoli, Palermo, Firenze) ad un minimo di L. 700 per kW (Bologna). Si può ritenere come buona media una cifra di L. 950 per kW di massima punta.

Anche per le reti a bassa tensione si può ritenere circa gli ammortamenti, sia pure in misura ridotta, quanto si disse per le reti ad alta tensione e per le cabine.

Un centro di smistamento sotterraneo, per es. al quale si può essere sovente costretti, può difficilmente immaginarsi presidiato da personale. Si tratta allora di scegliere fra l'automatismo e il controllo a distanza. L'automatismo è stato notevolmente sviluppato nel campo della trazione, ma in un servizio cittadino sembra più ragionevole un controllo continuo di quanto accade sulla rete. In questo campo si possono citare due applicazioni fatte in Italia, e cioè il controllo dell'impianto di illuminazione pubblica a Torino e a Roma, e il comando a distanza delle principali cabine di smistamento a Napoli.

(1) La posa di cavi in cunicoli, contrariamente a quanto può apparire in un primo momento, presenta anche notevoli inconvenienti di esercizio (ad esempio la difficoltà di riparazioni) e pericoli gravi per l'estensione del guasto di un cavo ai cavi contigui, praticamente esclusa nei cavi interrati. La tecnica registra qualche interruzione gravissima (è nella memoria di tutti quella che ha lasciato senza corrente quasi tre quarti di Parigi per circa dieci ore nel febbraio 1929) per la contemporanea messa fuori servizio di tutti i cavi di un cunicolo. Si tratta in fondo di una pratica superata, a cui è comunque preferibile la posa in condotta.

---

(1) Notevole è la modesta utilizzazione del macchinario, che si rileva dai dati degli impianti italiani. In una cabina con servizio tipicamente cittadino, e cioè con carico di uffici, negozi ed abitazioni, non si raggiunge che un'utilizzazione media di 2.500 ore sulla punta massima invernale. In particolare troviamo 3.000 a Roma; 2.800 a Bologna; 2.700 a Milano e a Napoli; 2.200 a Firenze; 1.800 a Bari e a Palermo.

(2) Questi dati si riferiscono alle distribuzioni delle Aziende private. Poichè, particolarmente a Milano e a Roma, vi è anche nel centro una sovrapposizione dell'Azienda Municipale, essi vanno, quando si volesse considerare la densità della distribuzione ad altri effetti, sensibilmente maggiorati.

Ricordiamo per confronto che la densità di distribuzione ha raggiunto nel quartiere degli affari di S. Paolo (Mississipi) i 35 $Watt/m^2$ e in qualche zona di Manhattan i 38,5 $Watt/m^2$.

Per quanto riguarda l'allacciamento degli utenti e i misuratori non vi sono particolari rilievi da fare per le distribuzioni cittadine e basterà solo accennare per i primi che le prese della rete a bassa tensione sotterranea, il maggior decoro delle abitazioni, la stessa struttura dei fabbricati, importano colonne montanti evidentemente più costose degli attacchi aerei di uso generale nei piccoli centri e nelle distribuzioni rurali.

L'immobilizzo medio per l'allacciamento di un utente varia da un minimo di lire 90 (Torino, Firenze) a un massimo di lire 230 (Messina). La spesa media per apparecchio di misura montato presso l'utente risulta di circa L. 150 per abbonato (queste medie sono sensibilmente abbassate dai forfait popolari).

Dai varii capitoli di impianto che siamo andati via via esaminando si possono evidentemente trarre gli elementi del costo della distribuzione attraverso la determinazione dei singoli oneri patrimoniali (interesse e ammortamento degli investimenti) e di quelli di gestione. Resterebbero da aggiungersi le spese generali, comprendenti la spesa di lettura, di fatturazione e di esazione, le spese di amministrazione e di direzione, imposte e canoni.

Le cifre che abbiamo avuto occasione di indicare dimostrano però come ci siano notevoli divergenze fra le diverse città, dovute alle peculiari caratteristiche di ciascuna e alle condizioni del mercato. Intervengono nel fatto fattori compensativi, riflesso di chiare leggi economiche. Tuttavia, reputando arbitraria una indagine su un insieme ipotetico, abbiamo preferito continuare a considerare ogni distribuzione nel suo complesso e sulla scorta dei risultati concreti della propria gestione, e discriminare, ai fini della nostra relazione, sia gli immobilizzi complessivi, sia i coefficienti di esercizio.

Comprendendo i centri di arrivo e ogni altro impianto fino agli apparecchi di misura presso gli utenti (e solo escludendo le riserve termiche, il cui onere, insieme a quello relativo alla molteplicità delle alimentazioni idroelettriche, si intende gravare sul costo del kWh fornito alle città e non sul costo della distribuzione di cui ci occupiamo), e riferendoli al kW di massima punta, gli immobilizzi complessivi risultano variabili fra un massimo di 5.800 lire e un minimo di 2.800 lire. Gli stessi immobilizzi per kWh annuo variano entro limiti assai più vasti in dipendenza delle utilizzazioni del massimo carico (da 3 Lire/kWh a 1 Lira/kWh). Per la maggior parte dei centri si oscilla però entro limiti molto più ristretti (da L. 1,30 a L. 1,50 il kWh).

Poichè in detti immobilizzi i diversi capitoli di impianto entrano mediamente nelle percentuali che seguono:

Sottostazioni	(16÷20) %
Reti A.T.	(17÷21) %
Cabine	(10÷11) %
Reti b. t.	(21÷25) %
Attacchi abbonati	(14÷17) %
Apparecchi	(13÷15) %

il coefficiente medio di ammortamento può valutarsi nell'8%, la quale cifra dovrebbe peraltro maggiorarsi per tener conto del più rapido deprezzamento degli impianti cittadini rispetto agli altri impianti di distribuzione. Gli oneri patrimoniali, fissato nel 9 % il tasso del danaro, corrispondono al 17÷19% degli immobilizzi.

Le spese complessive di gestione variano da 15 ai 30 centesimi per kWh distribuito; riferite agli immobilizzi oscillano fra il 10 % e il 15%.

Sommando i due capitoli di spesa, si arriva pertanto come costo della distribuzione a percentuali fra il 27 % e il 34% dell'immobilizzo, a parte naturalmente le spese di produzione (costo del kWh trasportato ai centri, maggiorato delle perdite fino all'utente).

I dati suesposti si riferiscono alle grandi distribuzioni italiane, quali oggi si presentano, e comprendono quindi, oltre le distribuzioni più peculiarmente cittadine, le forniture di carattere industriale (1). Indice significativo al riguardo è la percentuale luce a privati, la quale passa da un minimo del 27 % a Milano (Edison), al 33 % a Bologna, al 43 % Roma (E.G.R.), al 53 % Napoli (Gens), al 60 % a Palermo per raggiungere il 70 % a Bari. Ne consegue che i valori di costo medio del kWh distribuito che si possono dedurre dai dati stessi vanno considerati con estrema prudenza e che è senz'altro da escludere un paragone diretto dei singoli valori.

È tuttavia interessante rilevare qualche legge che risulta dall'esame comparativo dettagliato. Nei limiti che ci interessano gli immobilizzi per kW di massima punta diminuiscono con l'aumento della densità di carico (Watt/m²) risultando detti immobilizzi inversamente proporzionali alla potenza 0,5 ÷ 0,7 della densità di carico: da 5.600 Lire/kW in corrispondenza di una densità media di 0,5 Watt/m² si scende a 3.500 Lire/kW per la densità di 1 Watt/m², a 2.600 Lire/kW per 1,5 Watt/m². Del pari diminuiscono rispetto alle densità di utenza (utente/km².), ma con legge più lineare, le spese di gestione per kW di massima punta: contro una spesa di gestione di 600 Lire-anno/kW in corrispondenza di 3.000 utenti/km² si scende a 440 lire-anno/kW in corrispondenza di 4.000 utenti/km² e a 320 lire-anno/kW in corrispondenza di 5.000 utenti/km².

Il carico di utenza (kW/utente) cresce normalmente col crescere della densità di carico (Watt/m²) con una legge all'incirca lineare ed indipendentemente dalle densità di utenza (utente/km²).

La legge di variazione che risulta più evidente è però quella degli immobilizzi per kW di massima punta riferiti al carico di utenza (kW/utente) ed è assimilabile all'iperbolica: da 5.500 Lire/kW in corrispondenza a 150 Watt/utente si scende a 3.600 Lire/kW in corrispondenza a 250 Watt/utente, a 2.800 Lire/kW in corrispondenza a 250 watt/utente, a 2.800 Lire/kW in corrispondenza a 350 Watt/utente. Ne viene di conseguenza che le cifre degli immobilizzi per abbonato si mantengono intorno ad un valore costante; le divergenze rilevantissime fra i diversi centri si attenuano in maniera sensibile quando si confrontano gli immobilizzi per abbonato (da 850 Lire/utente a 1.100 Lire/utente (1). Manifestamente i maggiori oneri dovuti alle esigenze tecniche portate dall'utenza più densa e più ricca intervengono ad assorbire i vantaggi della concentrazione del carico e dell'utenza. I coefficienti di costipamento o di sovrapposizione che intervengono nelle grandi produzioni e nei grandi trasporti svaniscono in certo modo una volta arrivati alla distribuzione cittadina, dove l'utente singolo ha sul complesso della distribuzione delle ripercussioni che eccedono l'importanza del suo allacciamento e del carico assorbito.

L'utilizzazione che l'utente fa mediamente della massima potenza richiesta (e quindi dell'immobilizzo relativo) si afferma pur sempre d'altra parte come elemento preponderante nel costo del kWh distribuito, mentre lo scarso incremento di cui deve gravarsi per oneri di distribuzione il kWh consumato in più dall'utente nei limiti della potenza già assorbita costituisce evidentemente il presupposto economico per una grande diffusione delle applicazioni domestiche, ove appena soccorra la ricchezza del paese e quindi la ricerca di maggiori agi da parte dei singoli. Le prospettive che possono farsi in tal senso inducono a considerare correlativamente le maggiori garanzie del servizio, la cui assoluta sicurezza, come si è avuto già occasione di rilevare, diventa tanto più indispensabile quanto più le applicazioni elettriche entrano a permeare la vita cittadina.

Gioverà appunto, prima di chiudere la presente relazione, soffermarsi sulla continuità del servizio, di fronte alla quale il pubblico tende a diventare sempre più esigente. È nostra opinione che non sia da contrastare l'esigenza, ma piuttosto da divulgare in ogni propizia occasione come i due termini, sviluppo dei consumi e perfezionamento dei servizi, siano strettamente interdipedenti. Le Società distributrici nei grandi centri italiani non possono, senza oneri troppo gravi, affrontare le più moderne soluzioni che sarebbero giustificate, come dicevamo, solo da una diffusione delle applicazioni elettriche ben maggiore di quella che oggi riscontriamo nei nostri centri più progrediti.

Anche in America, del resto, dove alle distribuzioni cittadine si sono dedicati gli studi più seri e dove il « degree of reliability », il grado di sicurezza, ha raggiunto i massimi desiderati, le interruzioni furono per un certo tempo considerate come un male inevitabile. L'importanza dei servizi nei nuclei centrali delle città ha portato in un primo tempo ai sistemi di distribuzione di maggiore sicurezza, sia pur più costosi; ma alla migliorata qualità della fornitura ha corrisposto la richiesta per applicazioni meno ricche per cui, insieme ai problemi tecnici già accennati, si è imposta la ricerca di sistemi capaci di assicurare una completa eliminazione delle interruzioni con minore dispendio. Così nuove applicazioni si sono andate diffondendo in quanto il grado di sicurezza si accompagnava con un costo del servizio sufficientemente basso, le quali riducevano a loro volta il costo della distribuzione, provocando utilizzazioni nuove. Il processo fondamentale che caratterizza la vita elettrica dei grandi centri americani è realmente la maggiore utilizzazione creata dal per-

(1) Per quanto è stato possibile si è cercato di scindere dalla rimanente la distribuzione alle grandi industrie della periferia. Anche qui si presentano differenze cospicue e valutazioni relative diverse che hanno complicato le nostre ricerche.

(1) Solo Milano dà un valore alquanto più elevato (1.250 Lire/utente) che trova la sua spiegazione nei forti immobilizzi di Sottostazioni e di reti primarie che consentono l'alimentazione della intera città da tre centri diversi.

fetto servizio a un costo corrispondente a quel clima economico, e la conseguente necessità di un'ulteriore perfezione nel servizio stesso.

Si tratta tuttavia di storia assai recente. Nell'anno 1924 la situazione della distribuzione nella grande maggioranza delle metropoli americane era ancora la seguente: nucleo centrale delle città (quartiere degli affari) con distribuzione a sistema Edison a tre fili, quartieri di abitazione, periferia e forze motrici con distribuzione alternata radiale. Si aveva la convinzione che il sistema Edison, ottimo nei riguardi del servizio, era eccessivamente costoso, ma nessun dubbio si aveva sulla possibilità di distribuire con quel sistema quantità sempre crescenti di energia su aree di limitata estensione.

Quando tali difficoltà incominciarono a delinearsi, si cercò dapprima di perfezionare il sistema, ricorrendo alla moltiplicazione delle Sottostazioni di conversione e progettando le nuove Sottostazioni automatiche, oppure controllate a distanza da quelle già esistenti presidiate, o da appositi posti di comando. I tentativi fatti per distribuire corrente alternata con sistemi di maggiore sicurezza del «radiale» a cui inducevano ragioni tecniche ed economiche non avevano dato alcun risultato pratico notevole. Per essi però ancora mancava l'idea nuova, che si affermava nell'aprile del 1922, quando la United Electric Light and Power Co., dopo ben dieci anni di studi e ricerche sperimentali, installava in un distretto di Manhattan (uno dei cinque quartieri di New-York) una rete di distribuzione a corrente alternata basata su principii assolutamente originali.

Per quanto il « network system » sia abbastanza conosciuto per i diversi articoli comparsi sulla stampa americana, pure non sarà inopportuno descriverne brevemente le caratteristiche principali. In detto sistema l'energia viene trasmessa dalle Centrali a un certo numero di feeders alla tensione di generazione. A ciascun feeder è collegato, senza alcun dispositivo di protezione, un certo numero di trasformatori detti « network-transformers ». Tutti i secondari dei trasformatori sono collegati alla rete di distribuzione a bassa tensione attraverso uno speciale interruttore a funzionamento automatico detto « network-protector ».

La rete di distribuzione è costituita da un sistema a maglie rigidamente chiuse, da cui si alimentano le prese degli utenti. I trasformatori hanno il secondario a stella, con il neutro rigidamente a terra che costituisce il quarto filo del sistema. Nessuna protezione di sovracorrente è installata sulla rete a bassa tensione. Le fasi guaste devono isolarsi da sè; ossia l'arco, distruggendo il rame dei conduttori ed il piombo dell'involucro nel punto del guasto, deve portare all'isolamento del guasto stesso. In caso di guasti ai trasformatori o ai feeders primari, questi vengono automaticamente aperti dalla Sottostazione di partenza. Successivamente si aprono tutti i « network-protectors » dei trasformatori collegati al feeder, per il ritorno di energia sul feeder guasto e questo viene completamente isolato dal sistema.

La rete a bassa tensione rimane però tutta in tensione, in quanto alimentata dai rimanenti feeders. Le cose sono predisposte in maniera che con un feeder fuori servizio nessuna parte del sistema si trova in sovraccarico. Non appena il guasto è riparato od isolato dalle parti rimanenti ed il feeder richiuso dalla Sottostazione, i vari « network-protectors» si richiudono automaticamente. I relais che comandano i « network-protectors » hanno sensibilità sufficiente per determinare l'apertura anche nel caso di ritorno della sola energia magnetizzante dei trasformatori. Col decrescere del carico, il distacco di un certo numero di feeders dalla Sottostazione porta quindi alla messa fuori servizio dei relativi trasformatori. All'aumentare del carico i feeders ed i relativi trasformatori vengono rimessi in servizio con la semplice richiusura dell'interruttore in Sottostazione e con una eventuale piccola correzione della tensione di partenza.

I risultati di esercizio dell'impianto di Manhattan durante due anni furono particolarmente favorevoli; e col 1924 si è iniziata l'applicazione su vasta scala del nuovo sistema di distribuzione, destinato a portare alla soppressione della corrente continua anche nei più congestionati quartieri d'affari americani, in quanto si era finalmente riusciti a distribuire l'energia direttamente sotto la forma di produzione (alternata) e con un grado di « reliability » non inferiore a quello della vecchia intermediaria: la corrente continua (1).

Quando si pensi ai formidabili interessi in gioco, alla necessità di cambiare un sistema di distribuzione senza turbare l'esercizio, al tempo che occorre per operare tali cambiamenti, la diffusione avuta dal « network system » in soli cinque anni, dal 1924 al 1929, è semplicemente meravigliosa. Alla fine del 1929, in effetti, negli Stati Uniti il sistema era già stato adottato da 22 Società, 6 lo avevano in corso di installazione, 5 ne avevano deciso la installazione, 20 stavano studiando di applicarlo. Fuori dagli Stati Uniti si aveva un impianto a Cuba, uno a Messico, 2 nell'America del Sud. In Europa tuttavia, per quanto è a nostra conoscenza, non ci sarebbero che degli studi per applicarlo a qualcuna delle grandi metropoli del Nord (1).

Diamo in appendice qualche dato circa l'applicazione del « network system » alle minori città americane e alle città nostre. I confronti degli immobilizzi e delle spese di esercizio vi sono fatti fra impianti costruiti interamente a nuovo. In pratica il problema si presenta però in modo diverso. In generale preesiste un sistema di distribuzione in uno stato più o meno avanzato di saturazione rispetto al carico e si tratta di esaminare se per le esigenze dello sviluppo convenga modificarlo.

Particolarmente favorevole al «network» risulta l'ipotesi della sostituzione di un sistema Edison a tre fili. In questo caso entra in effetti in gioco il notevole maggior costo dell'Edison per perdite e spese di esercizio. Più delicato invece è il caso della sostituzione del « network» a un sistema « radiale ». Se il « radiale », per recenti ampliamenti e trasformazioni, è capace di permettere, senza investimenti patrimoniali di notevole entità, i previsti incrementi del carico, manca dal punto di vista economico la convenienza della introduzione del « network». Se il «radiale» invece ha già raggiunto i suoi limiti di saturazione e, in vista di notevoli aumenti della densità della distribuzione, si prevedono importanti lavori di ampliamento, lo studio dell'introduzione del nuovo sistema si presenta opportuno.

Poichè fondamentalmente il « network » è basato sulla possibilità di disporre di rilevanti correnti di corto circuito sui cavi a bassa tensione, uno degli elementi più importanti dello studio è realmente la densità del carico, quanto meno nelle previsioni per il futuro, di cui è funzione il numero e correlativamente la distanza delle cabine (2).

Elementi gravi di incertezza per gli impianti italiani vengono dal tipo di posa generale in uso da noi: quello in terra. Sulla possibilità di bruciare i tronchi guasti di cavi posati in terra non si hanno dati sperimentali sicuri. Se da apposite ricerche sperimentali dovesse scaturire la necessità della posa in condotta, il «network» risulterebbe, anche in caso di sufficienti densità del carico, più costoso del «radiale» con posa in terra. Si concluderebbe allora che alla sostituzione del «radiale» non converrebbe addivenire se non a seguito di una richiesta di un sistema di maggiore «reliability» alla quale dovrebbero, naturalmente, corrispondere dei ritocchi di tariffe.

APPENDICE.

Nella letteratura tecnica americana sono apparsi degli studi dettagliati sulle applicazioni del «network» alle minori città americane, come New-Orleans, Dallas (Texas); Cincinnati (Ohio), che per le loro caratteristiche di distribuzione meglio si prestano al paragone con le nostre città.

Riportiamo più in particolare qualche dato su New-Orleans. New-Orleans si trovava nel 1924 nelle seguenti condizioni: Zona centrale tutta a corrente continua, carico totale 10.000 kW, densità media circa 4,5 Watt/m². Il quartiere degli affari propriamente detto (Zona A) raggiungeva però una densità di 6,8 Watt/m² con una punta di 9.300 kW, mentre che la rimanente porzione (Zona B) scendeva a 0,7 Watt/m² con una punta di soli 600 kW. L'utilizzazione annua era di 3.800 ore circa. Lo studio della trasformazione degli impianti veniva dai tecnici della Electric Brown and Share Co. impostato facendo le ipotesi seguenti:

(1) In America si sta facendo un ulteriore passo, nel senso di assicurare alla distribuzione un alto grado di stabilità anche rispetto ai fenomeni transienti.

Pubblicazioni assai interessanti sono apparse sostenendo a questi fini il concetto della sincronizzazione delle sorgenti di energia soltanto sulla rete di bassa tensione (*Power supply synchronized at the load*).

(1) Si è anche studiato di adottare il « network » alla distribuzione « verticale » degli *Sky-scrapers* e alla distribuzione nei grandi stabilimenti industriali. I progetti preliminari prevedono il collocamento di trasformatori nei differenti piani, col gruppo di ogni piano connesso ad un «network» che può sia rimanere indipendente, sia essere collegato, dal lato secondario, ai «network» degli altri piani. Negli stabilimenti industriali il sistema può avere importanti applicazioni dove il processo di lavorazione è tale che un'interruzione anche di breve durata produce serie conseguenze.

(2) Secondo recenti notizie, la United Electric Light and Power Co., in vista appunto di notevoli aumenti del carico, avrebbe adottato il «network» in una zona di Manhattan, avente oggi una densità di soli 0,38 Watt-m².

1ª Zona A + Zona B servite col « network system », a tensione di generatore (13,2 kV), secondaria 115/200 per luce e forza motrice.

2ª Zona A + Zona B con sistema « alternato radiale », altre caratteristiche come sopra.

3ª Zona A + Zona B con « network system » a 4 kV (con Sottostazioni 12,3/4 kV).

4ª Zona A + Zona B con « alternato radiale » a 4 kV.

5ª Zona A a sistema Edison, Zona B con « alternato radiale » a 4 kV.

In tutte le 5 ipotesi si supponeva che la trasformazione completa dovesse verificarsi in 30 anni. Nei primi 10 anni i nuovi impianti dovevano quindi portare tutto lo sviluppo più un terzo del carico esistente. Le previsioni d'incremento erano del 10 % per la Zona B e del 9 % per la zona A, con carichi finali sul nuovo impianto rispettivamente di 23.400 e 1.225 kW (anno 1933). Il carico totale, sempre nel 1933, sarebbe stato di 24.500 kW circa.

Le conclusioni dei progettisti furono che il risparmio nelle spese patrimoniali di un sistema rispetto all'altro si potessero stabilire come segue:

« Network »	13 kV	sul	sistema misto		74 %
« Network »	13 kV	»	« Network »	4 kV	44 %
« A. radiale »	13 kV	»	« A. radiale »	4 kV	38 %
« Network »	13 kV	»	« A. radiale »	13 kV	21 %
« Network »	4 kV	»	« A. radiale »	4 kV	15 %

e che analogamente così si potessero stabilire le economie di esercizio:

« Network »	13 kV	sul	sistema misto		128 %
« Network »	13 kV	»	« Network »	4 kV	59 %
« A. radiale »	13 kV	»	« A. radiale »	4 kV	52 %
« Network »	13 kV	»	« A. radiale »	13 kV	15 %
« Network »	4 kV	»	« A. radiale »	4 kV	8 %

Consimili risultati si rilevano dagli studi per Delley e Cincinnati, talchè se ne dedurrebbe che in città aventi al centro densità da 5 a 7 Watt/m² il « network » a tensione di generatore permette, di fronte a un sistema misto corrente continua-corrente alternata, un risparmio annuo dell'ordine del 128 % del valore del « network » stesso, e dell'ordine del 15 % rispetto al « radiale » pur avendo una « reliability » maggiore di quella di quest'ultimo e dell'ordine di quella a corrente continua.

Riteniamo interessante riferire anche uno studio di applicazione del « network » fatto dai tecnici della Società Generale Elettrica Napoletana del « Gruppo Meridionale » per la città di Napoli, naturalmente impostato sul confronto fra il « network » e il « radiale » attualmente funzionante. Nelle sue linee sostanziali esso si può riassumere come in appresso. Si è partiti dalla seguente ripartizione di immobilizzi del « radiale: »

Reti alta tensione	33 %
Cabine	19 %
Reti bassa tensione	48 %

Nel « radiale » i cavi ad alta tensione devono considerarsi saturi, per ragioni di riserva, quando sono caricati col 50 % della loro portata normale. Nel « network », supposto che ad ogni cavo facciano riserva, attraverso la rete a bassa tensione, i due cavi adiacenti, i cavi sono, per lo meno parzialmente, caricabili al 66% della loro portata, parzialmente, perchè la particolare conformazione topografica della zona servita potrebbe portare che a qualche cavo dovesse farsi riserva come nel « radiale ». L'economia per la rete ad alta tensione (supposte compensate le variazioni di tracciato) può essere commisurata alla diminuzione nel prezzo dei cavi quando le portate scendono nel rapporto 66 a 50, e quindi per sezioni fra 150 e 60 mm² valutata fra il 23 e il 30%. Ritenendo che nel costo della rete alta tensione entri per 2/3 l'importo del cavo, e per 1/3 la spesa di posa (posa in terra sotto lastricato), si ha una riduzione dell'indice 33% a 27%.

Circa la cabina tipo, rilevato che gli americani nel « network » partono quasi sempre dall'ipotesi dei trasformatori caricati all'80 % in via normale e al 100% in casi di emergenza, si è assunto prudenzialmente il 75 % per tener conto della maggiore irregolarità della città di Napoli e si è ammesso che nel « radiale » l'intera potenza dei trasformatori sia utilizzata al 65% (si tratta di un valore massimo, specialmente per zone centrali). Si è prudenzialmente assunto, per quanto riguarda il costo delle apparecchiature, il risparmio del solo interruttore primario ed ancora che l'abolizione dei sistemi di sbarre (primari e secondari) del quadro primario (interruttore escluso) e del quadro secondario compensino la spesa del « network-protector » e della scatola blindata per le teste dei cavi; infine che l'immobilizzo dovuto al locale della cabina diminuisca nel rapporto 15 a 11. Ritenendo che l'indice 19% della cabina si divida fra apparecchiature, trasformatori e locale in 7%; 5,8%; 6,2% si arriva ad una riduzione dell'indice della cabina del « network » a $(7+5+4,5)\ \% = 16,5\%$.

Per la rete bassa tensione una parte (circa il 50 %) rimane invariata ed una parte si riduce all'incirca nelle stesse proporzioni della rete ad alta tensione. Sempre nelle ipotesi di posa in terra, l'indice della rete a bassa tensione si riduce pertanto a $24+0,75\times16+8 = 44$.

E quindi complessivamente per l'intero impianto (Rete A.T. + Cabine + Rete b.t.) si scende a $27+16,50+44 =$ ca. 87,5. Il risparmio del « network » rispetto al « radiale », preso come unità il costo del « network » stesso, risulterebbe del 15% circa, il che corrisponde alle cifre date per gli impianti americani.

I computi sopra riassunti presuppongono la posa dei cavi in terra. È però assai incerto il comportamento della rete a bassa tensione, relativamente alla eliminazione del guasto per bruciatura. Secondo le esperienze americane, occorrerebbero per cavi monofasi in condotta, con sezione fra 100 e 256 mm², delle cadute comprese fra i 20 e gli 80 Volt per 100 metri. Potrebbe allora intervenire, per realizzare questa caduta in ogni punto, la necessità dell'inserzione di nuove cabine, non richieste dalla densità della distribuzione. Elementi di incertezza ancora più gravi vengono dalla posa in terra e dall'adozione di cavi trifasi. Se i cavi della rete a bassa tensione invece che in terra si dovessero posare necessariamente in condotte, la rete a bassa tensione non verrebbe a diminuire il suo numero indice, ma invece ad aumentarlo dal 44% al 70% almeno, e complessivamente per l'intera rete, si avrebbe:

$$(27+16,50+70)\ \% = 113,5\ \%$$

ossia un maggior costo del « network » del 30% almeno.

Sui probabili costi di esercizio non si è giunti a risultati sufficientemente sicuri per essere riferiti.

ING. GIUSEPPE CENZATO

Napoli, 12 maggio 1930-VIII.

ING. PIERO CASINI
DELLA SOCIETÀ MERIDIONALE DI ELETTRICITÀ

Il costo della distribuzione in campagna per scopi agricoli

La energia elettrica ebbe la sua prima applicazione nella luce; seguirono la forza motrice, la trazione, l'industria chimica. Oggi, nelle grandi città come nei più piccoli centri, essa è mezzo e misura di ogni forma di attività, è penetrata in ogni manifestazione della vita cittadina e domestica. In meno di cinquant'anni, questa ha assorbito e realizzato le nuove possibilità, e da queste è derivata una evoluzione di cui, forse, per la sua stessa rapidità, noi stessi non siamo sempre in grado di valutare la portata, di riconoscere le conseguenze meno immediate.

Le ha avvertite la campagna con più vivace reazione. Fino a ieri essa era rimasta lontana e, in gran parte, esclusa dal quotidiano progredire della vita civile; ma, quando questa ha tanto accelerato i suoi tempi ed esaltato i suoi risultati, più netto si è rivelato ed è apparso il distacco. E come, per molti secoli, si è lavorato la terra con l'aratro a chiodo dei primitivi o si è franto l'olio con gli stessi procedimenti della più antica agricoltura, così ora questa, iniziata la sua trasformazione scientifico-industriale, sente la necessità e il buon diritto di raggiungere, senza passaggi intermedi, tutte le nuove posizioni. Dal lume a olio, alla lampada nel gas; dalla mèta di fieno, al foraggio essiccato elettricamente.

Questo è certamente giusto ed è assai desiderabile nell'interesse generale. Che non sia altrettanto facile è, all'evidenza, indicato dalla situazione odierna della elettrificazione rurale. Le primissime applicazioni sono di circa trent'anni fa; da dieci anni si può affermare che l'argomento è all'ordine del giorno. Oggi ancora siamo, dove più dove meno, alla fase esperimentale e di avviamento; comunque lo sviluppo è stato ed è incomparabilmente più faticoso e lento di quanto sia stato negli altri campi.

Nessuno pensa che la causa di questo possa individuarsi nella deficienza della energia elettrica, che ha sempre anticipato le richieste e assicurato largo margine di produzione.

Occorre ricercarla altrove, ed è ormai tempo; e sarà opportuno compiere una rimessa a punto della questione, forse non ancora esattamente impostata.

Bisognerebbe cominciare a chiarire che cosa si intende per elettrificazione rurale. Costruire delle linee elettriche nelle campagne significa piantare dei pali e distendere dei fili, ma non significa affatto elettrificare le campagne. Sono queste che devono mettersi in grado di usufruirne: e si tratta non solo di installare apparecchi o motori, ma, assai più generalmente, di conformare la vita rurale ad una organizzazione tecnico-economica completamente nuova, piegando l'energia elettrica a degli usi ancora ieri impensati, e che potranno non essere perfetti nell'immediato domani.

Forse, lo stesso rapidissimo diffondersi dell'elettricità nei centri urbani ha nociuto, perchè ne è derivata una sensazione quasi miracolista dell'energia elettrica, come se questa non fosse — quale è in realtà — soltanto uno strumento, e potesse invece contemporaneamente impostare dei problemi e risolverli. Sono due funzioni assai diverse: nella città hanno potuto avvicinarsi, fin quasi a coincidere, perchè l'ambiente era già preparato, ma tale non era nelle campagne nè da un punto di vista scientifico e tecnico, nè da un punto di vista sociale.

Questa è, dunque, una questione di tempo: diciamo un ritardo di fase. Ma vi è un'altra considerazione da fare ed è di importanza maggiore.

Nel momento in cui la linea elettrica è uscita dalle città e si è inoltrata fra i campi, ha cessato di essere un'attività industriale, per assumere tutti i requisiti e gli aspetti di un impianto rurale. Ora, se è sorpassato e vieto il concetto di un artifizioso contrasto fra industria e agricoltura, che sussisterebbe solo se si sovrapponessero, ed è vero, al contrario, che esse si completano, è implicito, in questa stessa affermazione, il riconoscimento di una netta differenziazione di funzionalità, di attributi e, specialmente, di caratteristiche economiche.

Nell'industria sono sempre più necessarie e convenienti la suddivisione del lavoro e la specializzazione; nell'agricoltura, ciò è molto difficile, talvolta dannoso, spesso impossibile. Nell'industria, che ha fra i compiti principali la riduzione dei tempi di produzione, bisogna sapere affrettare; nell'agricoltura, che sul tempo non può agire, bisogna sapere attendere. Ma viceversa il tempo è il peggior nemico dell'industria che si logora e si sorpassa, ed è, invece, la garanzia dei campi.

Queste, come tutte le altre che il tema consente, non sono differenziazioni sterili di significato. Esse denunziano una demarcazione di sistemi così netta, che richiama a considerare se la inserzione dell'uno nell'altro non sia meno semplice di quanto, spesso, si è fino ad oggi creduto.

Ciò equivale a porre la questione dei limiti di competenza fra industria e agricoltura, non più solamente nei riguardi del tempo, come prima accennato, ma sotto l'aspetto delle reciproche possibilità e della comune economia.

Ancora oggi si pensa che il lato economico della elettrificazione rurale consista, esclusivamente o principalmente, nel prezzo dell'energia: questo è un errore, dal quale conviene liberarsi, nell'interesse della campagna. Noi non vogliamo certo che il cliente riconosca di pagare poco o, anche, di pagare il giusto: ciò sarebbe assai più meraviglioso della stessa elettricità. Noi chiediamo, soltanto, di voler vedere gli altri fattori economici, senza dei quali il problema rimarrà sempre insoluto.

Tutte le merci, dopo le iniziali collusioni di interessi, hanno trovato — e devono sempre trovare — il loro punto di vendita. Non è dunque ammissibile che, per trent'anni, da una parte si produca energia elettrica, dall'altra la si chieda, e i campi non si elettrifichino per la sola discordanza nel costo del kWh. La negativa è nel fatto stesso.

In realtà, si confonde una causa con una conseguenza: per chiarire questa affermazione e risalire alle cause, occorre indagare che cosa è questo costo del kWh.

***

Noi possiamo intendere, con tali parole, il valore di consegna della merce o della prestazione sia come risultante delle spese sopportate dal fornitore, sia in rapporto al servizio che la merce o la prestazione può rendere al cliente.

Se applichiamo alla prima più specificatamente la designazione di costo e diciamo prezzo il corrispettivo, dobbiamo vedere se e come il costo può coincidere col prezzo. Nessuno pensa che il servizio possa essere pagato più del suo valore, come nessuno può dubitare che il costo occorrente per assicurare il servizio stesso debba essere intieramente compensato.

Possiamo distinguere i seguenti elementi di costo:

1°) la produzione dell'energia elettrica nelle centrali, e quindi un primo costo del kWh;

2°) le centrali devono servire una grande estensione e sono lontane dai centri di consumo: bisogna trasportare l'energia prodotta e questo non può farsi per ferrovia. L'industria produttrice provvede essa stessa, creando il mezzo di trasporto, le grandi reti ad alta tensione. E questo è un nuovo costo per kWh;

3°) come le direttissime non fermano in campagna a tutte le case, le grandi linee elettriche non possono servire l'agricoltore. Bisogna prendere la merce, renderla commerciabile, presentarla in dettaglio, curarne il recapito fino a destino.

Vediamo di esaminare soltanto quest'ultimo costo del kWh, prescindendo completamente dai primi due.

Le tensioni delle reti rurali più frequentemente usate sono comprese fra i 6000 e i 10.000 V, con trasformazione diretta per la utenza fra 220 e 500 V. Non può, al riguardo, stabilirsi una regola precisa, essendo evidente che le caratteristiche dell'impianto sono strettamente collegate alle caratteristiche agricole della zona da servire, le quali, in Italia, si presentano diversissime da regione a regione.

Può soltanto dirsi che, per le basse tensioni, si va confermando la opportunità di stare oltre il 220 o il 260, applicate e mantenute principalmente per immediata uniformità con le reti urbane e per criteri di sicurezza, non del tutto persuasivi. Tensioni sui 400 Volt aumentano notevolmente il raggio di azione dei trasformatori, il cui numero deve ridursi quanto possibile, perchè le perdite a vuoto e le spese di manutenzione delle cabine costituiscono uno dei più gravi oneri della elettrificazione rurale. Il 380 è impiegato largamente in Danimarca e in Germania, si sta diffondendo nella Francia; il 440 negli Stati Uniti; il 500 in Svizzera.

Per l'alta tensione è da aggiungere che potrà esaminarsi la convenienza di oltrepassare i 10.000 Volt, dove e quando si abbia un notevole numero di applicazioni di elettroaratura; oppure in quelle zone — specialmente del Mezzogiorno — nelle quali, per la minor densità dei centri abitati e delle conseguenti reti di trasporto da cui derivare l'energia, potrà essere opportuno, se in presenza di grandi estensioni, l'impianto di una o più dorsali a tensione maggiore. In tali casi, però, emergerà la convenienza — o, per piccole utenze sparse, la necessità — di un sistema a due tensioni, riducendo cioè, in una prima trasformazione, al disotto dei 10.000 Volt, che, per la più diffusa e comune elettrificazione rurale, è già limite elevato.

Con tensioni di questo ordine si può trasportare da 400 a 500 kW ad una distanza di 20 Km, con una perdita intorno al 10%÷12%. Il costo di una tale linea — conduttori 60/10 di diametro —, tenendo conto anche degli attraversamenti, sezionatori, pali speciali, è fra L. 16.000÷17.000 al Km.

Ciò corrisponde a L. 35 per kW-Km, e, per la intiera lunghezza della linea, a L. 700 per kW.

Bisogna ora aggiungere gli impianti di trasformazione alla presa e all'arrivo. Questi ultimi sono di notevole costo unitario, trattandosi sempre di potenze piccole, spesso dell'ordine di 5 kW; in tali casi la spesa arriva a L. 1.000 per kW, mentre non discende mai sotto le 300. Per il complesso delle due trasformazioni, è certo inferiore alla realtà un costo di L. 650 per kW.

In ultimo abbiamo le linee a bassa tensione. Il costo chilometrico può essere assai minore di quello sopra indicato per l'alta tensione, specialmente adottando conduttori di acciaio zincato: si può oscillare in limiti molto distanti, fra 5.000 e 12.000 lire al Km. Così anche lo sviluppo di queste linee per ogni utenza varia moltissimo, da regione a regione. Nella media si può tenere L. 1.000 per kW, cifra assai probabilmente errata in difetto; ove questa diminuisca, aumenta, press'a poco di altrettanto, quella per l'alta tensione.

Il complesso quindi degli investimenti sale a L. 2.350 per kW.

Teniamo il 12% come spese di capitale (interessi e ammortamento): la aliquota non è certo elevata, specialmente ricordando che oltre il 25% del costo degli impianti è costituito dai posti di trasformazione.

Rimangono le spese di gestione, sempre esclusa l'energia. Esse andrebbero divise nelle due parti, quelle fisse e quelle variabili con le vendite: cosicchè, potendosi per queste ultime ritenere che l'ordine di aumento è minore dell'aumento delle vendite, la spesa complessiva d'esercizio assumerebbe la nota forma parabolica $S = A + Bn^c$, dove c minore dell'unità. In effetti, questa parte di spesa, variabile con la vendita di energia, è così piccola che possiamo trascurarla.

Dovendosi allora determinare la quota per spese fisse di gestione, conviene ricordare che questa è particolarmente costosa nella elettrificazione rurale, per ragioni evidenti: lunghi percorsi di linee, spesso lontane dalle sede stradali; numerose e piccole cabine di trasformazione, nella maggioranza all'aperto; clientela disseminata su vaste estensioni. Comprendendo spese generali, di manutenzione, di ricambio, di esercizio, non è certo sufficiente, e qui si ammette solo per larghezza di prova, il 10% del capitale.

La spesa annua risulterebbe quindi di L. 517 per ogni kW disponibile in partenza; poichè il rendimento complessivo di questi impianti non è mai superiore all'80%, la spesa per kW consegnato all'utenza sale a L. 646.

Per stabilire quale possa oggi essere la massima utilizzazione media delle campagne, ricordiamo che nella irrigazione si raggiungono — e in speciali casi anche si superano — le 1500 ore; ma sarebbe grave sbaglio restringere il concetto della elettrificazione rurale, che investe tutto il problema della bonifica integrale in tutti i suoi aspetti tecnici, economici, sociali, al solo settore della irrigazione. E, allora, occorre rilevare come la illuminazione utilizza circa 400 ore; la trebbiatura, che costituisce generalmente l'impegno di potenza di gran lunga superiore, da 200 a 300; altrettante, o meno, la lavorazione delle ulive e dell'uva; le minori operazioni di Azienda, quali la mungitura, intorno a 300 ore.

Quando si pensi che, prevalentemente, la irrigazione si pratica su piccole unità agrarie a cultura intensiva, dove manca la attrezzatura della grande Azienda con le altre svariate applicazioni, cosicchè non è frequente la sovrapposizione del carico irriguo con gli altri; e — più ancora — che non tutte le campagne possono essere irrigate, ma tutte devono essere elettrificate, si può dedurre che una utilizzazione media complessiva di 1000 ore è largamente ottimista.

Su queste basi saremmo giunti alla conclusione che il *solo servizio del capitale e dell'impianto di distribuzione rurale* conduce ad un costo di circa L. 0,65 il kWh.

Questa cifra — già chiaramente significativa — è pure inferiore alla realtà. Essa non è ottenuta sulla base dei risultati attuali o di primo impianto, ma della capacità finale di assorbimento da parte delle campagne. Queste sono necessariamente lente nella loro trasformazione: l'avviamento delle linee rurali è dei più faticosi ed è una delle cause principali delle loro difficoltà economiche. L'impianto tipo prima studiato potrebbe servire intorno a 200 utenti: praticamente ne avrà dieci il primo anno, venti il secondo, e così oltre, con un incremento così lento da rendere in pratica o impossibile o inutile ogni previsione sul ciclo completo. Comunque è certo lecito ritenere che questo periodo di avviamento sarà compreso, almeno, fra cinque e dieci anni: assai spesso al disopra, mai al disotto. Se al costo degli impianti si aggiungano gli interessi passivi del capitale corrispondente, le cifre salgono in misura rilevante.

Non basta dunque dire, come giustamente si afferma, che la linea elettroagricola deve essere costruita oggi per domani: bisogna — da un lato — esaminare, e ciò appunto abbiamo cercato di fare, che cosa potrà essere il domani per questa linea elettrica; dall'altro, valutare il tempo e le conseguenze che effettivamente passano fra oggi e domani. Solo su questo terreno l'esame può essere fecondo; e su questo terreno conviene insistere con alcune cifre.

Per l'Alta Italia: nel Novarese e Vercellese una rete di oltre 430 Km di lunghezza complessiva serve una zona di notevole ampiezza, condotta coi sistemi agricoli più progrediti. L'immobilizzo per kW impegnato è di L. 2.580; l'utilizzazione media è di 645 ore. E si noti che vi sono numerosi impianti di sollevamento irriguo, per oltre 1000 ettari, con una utilizzazione eccezionalmente alta (fino a 3000 ore) dovuta alle risaie.

Per l'Italia Centrale: nell'Agro Romano, detto immobilizzo era di L. 6500 nel 1922; di L. 3000 dopo sei anni, nel 1928.

Per l'Italia Meridionale: nel complesso degli impianti elettrorurali di Puglia siamo, dopo cinque anni, a L. 4300 per kW.

Esaminiamo altre cifre, relative ai costi ed ai consumi per ettaro. Il nostro impianto tipo di cui sopra potrebbe servire una estensione di 4500 ettari e, in base alle cifre ammesse, condurrebbe ai seguenti risultati per ettaro: immobilizzo circa L. 270; sviluppo di linee, 25 metri; consumo annuo di energia 110 kWh.

Nella pratica, il maggior consumo è dato dall'irrigazione, la quale può raggiungere i 500 kWh per ettaro, con dei minimi intorno a 100; ma, nei terreni asciutti, queste cifre diminuiscono rapidamente e, se l'aratura può ancora toccare i 100 kWh, le altre applicazioni si riducono a cifre esigue. La stalla, fra trinciatura foraggi, mungitura, caseificio e accessori, richiede fra 40 e 50 kWh; la illuminazione fra 5 e 10; la trebbiatura fra 20 e 25; ugualmente la lavorazione delle olive, quella dell'uva fra 15 e 20. Una cifra ancora minore è rappresentata dalle rimanenti piccole utilizzazioni domestiche e aziendali.

Per mediare questi consumi, in rapporto alle corrispondenti estensioni agrarie, non possiamo che interrogare l'esperienza.

Questa ci dice che, in una vasta plaga della Valle Padana — nella quale, pure, un quarto dell'energia è utilizzato per irrigazione — il consumo unitario si riduce a 47 kWh; in una importante Azienda Romagnola a 44; in Puglia a 14.

All'Estero abbiamo le seguenti cifre: Danimarca 53; Svezia un massimo di 82 una media di 50; Olanda da 25 a 40; Belgio intorno a 20; Francia — nei migliori dipartimenti — circa 25. Per gli Stati Uniti, abbiamo alcuni consumi per Azienda, non per superficie: la California sale a un consumo medio di 14.000 kWh, per ogni Azienda servita, in conseguenza dello sviluppo assolutamente eccezionale degli impianti irrigui (37.500 impianti per oltre 360.000 ettari), ma in tutti gli altri Stati scende fortemente, a 1752 nell'Idaho, a 600 nel Wisconsin, a 573 nella Virginia. Tenendo presente che la estensione media delle Farms negli Stati Uniti è di 58 ettari, si ha un'idea della esiguità del consumo medio unitario.

Vediamo alcuni costi di impianto: nel Novarese e Vercellese siamo sulle 350 lire per ettaro, nell'agro Romano sulle 500; in Puglia si superano le 500 lire per ettaro teoricnamete servibile, si triplicano per ettaro oggi servito.

All'Estero: in Svezia (minor costo del rame) si è speso Lire 237, di cui 107 per la distribuzione secondaria e 130 per l'alta tensione e le cabine; in Francia si arriva a 500 lire per abitante, comprendendo, non solo le case e le fattorie isolate, ma anche tutta la popolazione dei piccoli Comuni rurali; in Svizzera si raggiungono L. 400 per ettaro.

La cifre sopra indicate non possono certo valere come termini di confronto precisi e definitivi: vi sono varie ragioni di inesattezza e di pericolo. Ma è indubitabile che, nel complesso, esse danno una nozione pienamente attendibile della realtà elettrorurale. E questa ci conferma che le cifre da noi trovate sono ottimiste, rispetto a quelle denunziate dalla pratica.

Resterebbe ora da esaminare l'altra interpretazione della parola «costo»; ossia che cosa possa costare per l'agricoltura la energia elettrica, resa in campagna, in rapporto al servizio fornito.

Ciò corrisponderebbe evidentemente a valutazioni di questo servizio e ciò condurrebbe il discorso fuori del nostro tema e della nostra sede; si aggiunga che è argomento assai complesso, legato a circostanze affatto estranee e variabilissime.

Ma noi possiamo averne un'idea indiretta, riferendoci, anzichè al valore dei prodotti, alle altre spese di produzione. Un'azienda zootecnica, modernamente condotta, importa una spesa annua dalle 2000÷3000 lire per ettaro: il corrispondente fabbisogno di energia elettrica è intorno a 50 kWh; potrà salire sui 200 se la Azienda è parzialmente irrigata. Le colture ortalizie intensive, completamente irrigue, tralasciando gli scarti estremi dei massimi, richiedono da 6000÷8000 lire per ettaro, contro un consumo di energia che non supera i 500 kWh. Un ettaro a grano importa una spesa di oltre 1500 lire: l'aratura e la trebbiatura possono impiegare 120 kWh. Nelle culture dell'ulivo e della vite il rapporto diminuisce molto. Ancor più, e in modo notevolissimo, si riduce, se consideriamo tutto il complesso delle culture e delle spese di conduzione agraria, nel quale, a quelle singolarmente sopra esaminate, cui corrispondono le massime richieste di energia, altre se ne aggiungono, in cui questa interviene in misura assolutamente esigua.

È opportuno ricordare, al riguardo, come nella Svizzera si arrivi a ritenere che la spesa per energia elettrica rappresenti lo 0,2% delle totali spese di gestione agraria. Negli Stati Uniti è stata condotta una accurata indagine su cinque Aziende, durante quattro anni: è risultato che la energia — a un prezzo medio di L. 1,20 al kWh — rappresentava, l'ultimo anno, l'1,2% delle spese totali; che il macchinario e gli impianti interni di utilizzazione intervenivano in tali spese, per interessi e ammortamenti, nella misura del 14%; che infine l'utile netto delle Aziende, successivamente alla elettrificazione, era cresciuto del 50,7%.

Possiamo ora rispondere al quesito precedentemente postoci, se o meno il costo può coincidere col prezzo. Teoricamente, se aggiungiamo a quei 65 centesimi il costo del kWh all'inizio della rete rurale, si riterrebbe perfettamente lecita l'affermazione — data la incidenza sul complesso di spese dell'Azienda Agricola — che le due cifre possono coincidere. Praticamente, questo non è.

Le ragioni sono due.

La prima, che noi dobbiamo serenamente riconoscere, è che tutta l'attività agraria, non soltanto Italiana, si trova oggi in una certa difficoltà, perchè quel complesso di spese non è in rapporto con gli introiti e quindi l'agricoltura deve e vuole giustamente ridurlo.

La seconda è che, in contrasto, il costo della distribuzione rurale risulta notevolmente maggiore di quello teorico ora detto, in conseguenza del tempo di avviamento, dei molti anni di relativa inoperosità e di scarsa utilizzazione.

Così stando le cose, si può continuare nei sistemi e nei procedimenti attuali, ma, in questo caso, bisogna dare per accettato che lo sviluppo della elettroagricoltura sia tardo e faticoso, macchia d'olio che si estende con molta lentezza. L'industria elettrica può e deve arrischiare, può e deve, anche, sacrificare, ma solo fino al limite in cui rischio e sacrificio compromettono la iniziativa stessa, ossia si convertono in una inutilità e in una colpa. Qui giunti, bisogna fermarsi e attendere.

Oppure si vuole, come i tempi impongono, che la linea elettrica si diffonda nelle campagne con rapidità programmatica, ma ininterrotta e accelerata, e allora bisogna rivedere il problema e cambiare i sistemi.

***

Siamo, con questo, ritornati al nostro punto di partenza; ma la conclusione si presenta ormai chiara.

Giova riassumere e fissare alcuni punti.

1°) Nessuna merce e nessun servizio privato o pubblico, salvo alcuni fra i pubblici fondamentali, sono portati a domicilio nelle campagne. È il contadino che va alla stazione, al telegrafo, sulla strada nazionale, e, il giorno di mercato, va nella città a far gli acquisti: tutte le spese occorrenti al trasferimento o al trasporto rimangono a suo carico, così come la città non paga il latte al prezzo di stalla.

La energia elettrica, unica fra tutte le merci, dovrà essere portata fino ad ogni fattoria e ad ogni casolare. Questo ricorda che distribuzione elettroagricola non vuol dire vendere energia, ma vuol dire — prima di tutto — costruire degli impianti.

Dal censimento 1921 risulta che solo il 258 per mille della popolazione del Regno vive nelle case sparse; la aliquota scende a 160 nella sola Italia Meridionale, cade a 73 nella Puglia. Per converso, la superficie agraria e forestale rappresenta il 92% della totale superficie italiana: 284.000 Kmq su 310.000.

2°) Tali impianti saranno sempre onerosissimi, senza proporzione compensativa, nella fornitura per la quale si riscontrano le condizioni estreme di svantaggio: una quantità complessiva di merce assai limitata, con un dettaglio di vendita spinto fino al limite massimo.

Nel costo totale della distribuzione agricola, l'energia rappresenta una quota secondaria, quella preponderante essendo costituita dagli oneri di capitale e di esercizio dei soli impianti rurali: in America si ritiene che essi assommino fino al 90%, in Francia all'82%, nel Giappone al 70%, nella Svezia al 63%.

3°) In secondo grado, si può aggiungere che, di tali oneri, il maggiore risulta quello dovuto al capitale, specialmente per il fatto che, mentre gli impianti si dilatano — diciamo — in superficie, la loro utilizzazione si rarefà nel tempo. E si aggiunga che gli impianti elettroagricoli sono nelle stesse condizioni delle grandi opere irrigue: non si prestano a costruzioni successive, in graduale e progressivo rapporto con le richieste, ma pesano fin dall'inizio per la quasi totalità dell'immobilizzo definitivo.

Quali le conseguenze, è superfluo chiarire. Basti ricordare appunto fra le grandi opere irrigue, che nel canale Villoresi, dopo quasi cinquant'anni, scorre ancora inutilizzata una notevole parte delle acque; e basti segnalare che, forse, l'elettrodotto presenta pericoli ancora maggiori dell'acquedotto, perchè il pieno uso di quello presuppone non solo le opere e le trasformazioni da cui dipende l'efficienza di questo, ma altre ancora, in quanto una Azienda elettrificata significa la più completa evoluzione nelle colture, nella organizzazione e nei coltivatori.

4°) L'agricoltura richiede che l'energia elettrica le sia resa a un prezzo notevolmente minore del corrispondente che paga la città e ad ogni modo minore dell'effettivo costo in campagna.

Dalle quattro premesse deriva immediatamente:

che l'elettrificazione rurale non è un problema di tariffe, ma di impianti, non di energia, ma di elettrodotto;

che questi impianti si giustificano soltanto in funzione della utilità pubblica e generale;

che gli impianti stessi hanno tutte le caratteristiche di un'opera di miglioramento agrario o di trasformazione fondiaria.

Queste opere sono eseguite dagli agricoltori e, comunque, non si possono mai considerare sovrapposte ed estranee alla terra, dalla quale invece sono assorbite e nella cui economia si confondono. Esse non possono dare nessuna convenienza a terzi, danno soltanto un servizio alla campagna: la convenienza si immedesima e si esaurisce nel fatto stesso della disponibilità del servizio, ossia sussiste unicamente per chi del servizio fruisce.

La elettrificazione agricola è, come abbiamo visto, un complesso di prestazioni, di cui la fornitura di merce è la minore, la locazione di cosa la preponderante. Ma nessuno ha mai pensato che le abitazioni coloniche debbano essere costruite da terzi, per darle in affitto ai coltivatori; sono questi che le costruiscono, per ritrovarne il valore nei campi. Spesso non ne avranno, per vari anni, un tornaconto di esercizio: vi è, nel tempo, un plusvalore patrimoniale ed essi soltanto ne potranno beneficiare.

La linea elettrica aderisce alla terra come la casa o la stalla, come il canale o la strada.

La strada o il canale non sono costruiti dal singolo proprietario, ma dai Consorzi, di Bonifica o di Trasformazione fondiaria, per tutto un comprensorio di terreni. L'utente non è questo o quell'agricoltore, ma la campagna nella sua unità, il cui superiore e comune interesse è garantito dalla comunanza degli impegni individuali. In considerazione poi del remoto rendimento per il privato, del meno remoto e permanente rendimento per la collettività, lo Stato interviene e sussidia fino all'87%.

Rientrano nella iniziativa dei singoli le case o le stalle; ma assiste allora quella speciale forma di Credito — il Credito Agrario di Miglioramento — a tasso circa metà del normale e ammortamento fino a 50 anni, la cui sola esistenza richiama e conferma quali siano le caratteristiche economiche dei miglioramenti agrari.

Soltanto gli Agricoltori, assumendosi essi stessi, riuniti nei Consorzi o nelle Cooperative, l'impianto elettroagricolo, potranno assicurarne una adeguata utilizzazione e a questa proporzionarlo; renderanno convenienti per la collettività alcune applicazioni e alcuni servizî, non altrimenti possibili; svilupperanno, parallelamente alle reti di distribuzione, quella completa attrezzatura dell'Azienda, che costituisce la parte più importante della cosiddetta elettroagricoltura.

Soltanto per gli agricoltori, la linea elettrica, non più mezzo d'opera aleatorio e inerte, che è doveroso rapidamente ammortizzare, ma parte viva della funzione terriera, da cui riceverebbe solidarietà e garanzia, potrà diluirsi nel tempo nelle sue conseguenze economiche.

Soltanto agli agricoltori, sarà concesso fruire di quel credito agrario, che, in quanto connesso alla proprietà della terra, è precluso all'industria, come se questa potesse, proprio nelle opere elettriche, superare e smentire le caratteristiche e le esigenze, comuni a tutti gli investimenti di capitale nelle opere di miglioramento fondiario-agrario; ed egualmente, infine, soltanto con l'intervento degli agricoltori sarà possibile il pieno riconoscimento alla elettrificazione rurale dei suoi indubitabili caratteri di opera di pubblica e grande utilità, col conseguente adeguamento a questi delle provvidenze Statali.

Fino ad oggi, esse hanno risentito delle idee poco chiare che, nel 1919, si avevano sulla elettroagricoltura: basti qui accennare solo a due punti.

Il primo riguarda il concorso di dieci centesimi a kWh, previsto a favore di alcune utenze rurali. Esso sposta tipicamente la questione dall'oggetto impianti a quello energia: fondamentale il primo, trascurabile il secondo, specialmente ove si avverta che dalle utenze sussidiabili è esclusa l'irrigazione. Se consideriamo, inoltre, come tutta la pratica per la domanda, la verifica dei titoli, la liquidazione del contributo già sia e più diverrebbe domani faticosissima e gravosa, tanto per l'Amministrazione quanto per il sussidiato, noi crediamo che il contributo stesso non debba aver lunga vita. Nè pensiamo di ipotecare le intenzioni della agricoltura o quelle dell'industria, manifestando la convinzione che le utenze in oggetto potranno sempre incontrarsi col fornitore sulla breve distanza dei dieci centesimi.

Viceversa, per quanto riguarda gli impianti, non si pensava — dieci anni fa — che questi potessero avere nelle campagne tale importanza e potessero diffondersi come hanno fatto. Così, oggi, gli stanziamenti per i contributi a favore della elettroagricoltura hanno perso il contatto coi progetti di impianto, di assai più veloce incremento.

Fino all'esercizio in corso erano stanziate solo L. 500.000 all'anno; la Legge sulla Bonifica Integrale ne prevede un graduale aumento dall'esercizio 1930-31, per consolidarlo nella cifra di L. 2.000.000.— con l'esercizio '33-34 e fino a quello '58-59. A tutt'oggi, sono stati emessi Decreti per 8 milioni di contributi, dei quali 2,5 già liquidati.

La superficie agraria e forestale del Regno è, come si è visto, di circa 28.400.000 Ettari; togliendo i terreni incolti, i pascoli, i boschi, si riduce intorno a 14.500.000, con un fabbisogno minimo per l'elettrificazione che si può ritenere dell'ordine di 5 miliardi.

È appena il caso di aggiungere che questa elettrificazione totalitaria delle nostre campagne non potrebbe mai essere compiuta nè in un anno nè in venti: ma si tratta di impostarla in modo definitivo, e non sembra che, a tale scopo, le cifre suddette siano in relazione fra loro.

***

La demarcazione dei limiti di competenza fra l'industria che porta le linee fino ai varî comprensorî rurali, e l'agricoltura, che provvede alla rete interna, è già all'Estero riconosciuta e applicata.

Fanno solo eccezione, fra i paesi dove l'elettrificazione delle campagne ha avuto maggiore sviluppo, gli Stati Uniti di America: ma è appena il caso di ricordare le ben diverse condizioni ambientali. Nel 1926, oltre un milione di apparecchi radio era installato nelle campagne; in alcuni Stati, più che il 70% delle Farms ha il telefono; in altri, quasi il 50% dispone di impianto di acqua corrente; il 45% di automobile. E con tutto ciò, da un lato, le linee vengono rimborsate quasi completamente dai clienti (1); dall'altro si avverte e si dichiara che lo sviluppo elettroagricolo non è nè facile nè soddisfacente.

Passando agli altri paesi, vediamo che in Giappone, nel 1923, vi erano 3538 cooperative per l'uso di motori elettrici.

Nella Svezia, quasi il 40% della superficie coltivata era elettrificata nel 1926, per un totale di 1.500.000 Ettari: questi sono aggruppati in vari Distretti, per la elettrificazione di ciascuno dei quali si è costituita una Cooperativa degli interessati.

In Germania, il consumo rurale è asceso nel 1925 a 670 milioni di kWh su 11,4 miliardi di produzione; le aziende agricole della sola Baviera avevano, in tale anno, 169.537 motori elettrici. Ma il numero complessivo delle cooperative agricole è salito nel 1928 a 40396, con oltre 4 milioni di partecipanti; dopo le Casse di Depositi e Prestiti, il gruppo più importante era formato dalle Cooperative di elettricità, che assommavano a 6083.

Nella Francia, la elettrificazione delle campagne è eseguita da Sindacati intercomunali, da Cooperative o dalle Società agricole di interesse collettivo. Lo Stato oltre a mettere gratuitamente a disposizione di queste Collettività agricole il servizio del Genio Rurale, interviene con un doppio ordine di provvidenze: prestiti di favore a tasso non maggiore del 3% e lungo ammortamento (2); sovvenzioni a fondo perduto, in misura variabile fino al 55% del costo degli impianti (3). Le due provvidenze non si escludono, ma concorrono; per l'esercizio 1928 era disponibile uno stanziamento complessivo di 260 milioni (4).

La cooperazione agricola Italiana ha tradizioni gloriose e presenta un quadro assai lusinghiero, con circa 4100 cooperative. Purtroppo, non una si interessa della elettrificazione rurale.

Si eccepiscono talvolta difficoltà di ordine organizzativo: queste si possono sempre risolvere. Riteniamo, ad esempio, che le collettività rurali (Consorzi e Cooperative) potrebbero alleggerirsi della costruzione e dell'esercizio degli impianti elettrici, affidandole alle Società specializzate: così si pratica sempre nella Svezia.

Dovrebbesi piuttosto rilevare come le condizioni assicurate oggi alle nostre zone agrarie siano invece particolarmente favorevoli, per le reti elettriche eccezionalmente diffuse: mentre in Francia i Comuni serviti, nel 1924, non arrivavano al 20% del totale, in Italia essi superano il 90%.

È dunque ormai essenziale e possibile che la campagna intervenga non più con la isolata iniziativa dei singoli, ma con una programmatica attività collettiva.

Abbiamo già avuto occasione di avvicinare l'elettrodotto rurale alle grandi opere irrigue: l'affinità è strettissima. Sia dunque permesso di ricordare le parole che, nel 1853, diceva il Conte di Cavour al Parlamento Subalpino accompagnando, il « Progetto di Legge per l'affittamento delle acque demaniali derivanti dalla Dora Baltea » alla « Associazione Generale di irrigazione ad ovest della Sesia », la quale già allora contava 3500 aderenti:

« Nè gli attuali, nè i futuri tentativi e successi del nostro « paese potrebbero manifestarsi e prosperare con tutta quella « forza di cui sono suscettibili, se avesse a mancare la leva prodi- « giosa dell'associazione, che aggrega in masse poderose le forze « solitarie e perciò appunto condannate all'impotenza, che ge- « neralizza la solidarietà del pubblico e dell'individuale inte- « resse, che solleva al concetto e al desiderio delle grandi e utili « imprese i primi e gli ultimi, le limitate e le gigantesche fortune; « che, in una parola, crea una doppia potenza morale e mate- « riale, accomunando le speranze e le tendenze e concentrando « i mezzi di azione, ed è oramai divenuta la suprema necessità « e l'indeclinabile dovere dei popoli, che sanno intendere la voce « della propria dignità e del proprio interesse ».

Queste parole possono essere oggi ascoltate con la più ferma fiducia.

ING. PIERO CASINI.

---

(1) In California, la Società fornisce, oltre i trasformatori, le seguenti lunghezze di linea: per ogni attacco luce, 10 piedi — per ogni kW per riscaldamento o cucina, 75 piedi — per ogni installazione frigorifera, 100 piedi — per ogni HP di f. m. (sotto ai 5 HP), 75 piedi — per ogni HP sopra a 5, 100 piedi — per le linee oltre tali lunghezze l'utente rimborsa 25 cents per piede. Effettuandosi altri attacchi su tali linee il cliente gode dei seguenti rimborsi: per un nuovo utente luce, 2,5 dollari — per ogni kW per riscaldamento o cucina, 6 dollari — per ogni HP di f. m., 10 dollari.

Nell'Oregon, gli utenti rimborsano tutto il costo dell'impianto eccedente due volte e mezzo gli introiti.

Nel Nebraska, le compagnie non chiedono contributo finchè l'impianto non supera i 400 dollari, purchè si accetti un minimo garantito (prezzo medio 7-8 cents il kWh) e si paghi un diritto mensile di dollari 3,5. Oltre i 400 dollari di spesa, contribuisce l'utente.

(2) Legge 2 Agosto 1923.

(3) Decreto 5 Gennaio 1924.

(4) Decreto 15 Luglio 1928.

ING. CESARE PEDRINI
DIRETTORE AMMINISTRATIVO DELLA UNIONE ESERCIZI ELETTRICI

Stato attuale e possibilità future delle applicazioni domestiche dell'energia elettrica

Il tema, sul quale sono stato chiamato a riferire, è per sua natura talmente ampio ed importante che, per svolgerlo, sotto ogni suo aspetto pratico, avrebbe richiesto oltre tutto dati statistici molto accurati e precisi che, purtroppo, mancano in Italia ed io, sia per la ristrettezza del tempo ed ancor più per molteplici altre difficoltà di ordine pratico, non avrei potuto, anche con ogni migliore buona volontà, raccogliere tali dati in modo tempestivo per tenerne conto nella presente relazione.

Mi consta però che la UNFIEL, alla cui diligenza dobbiamo la bella iniziativa e la brillante organizzazione di questo nostro secondo Congresso, molto lodevolmente si è accinta da tempo alla compilazione di tale importante lavoro di statistica, che è quanto mai interessante e sopratutto necessario e tutti i Distributori di energia devono augurarsi che tale lavoro possa quanto prima vedere la luce, con i dati più precisi ed aggiornati, che essi stessi sono stati chiamati a fornire.

Per le considerazioni suesposte, mi sono trovato costretto, nello svolgimento del tema, a restare sulle generali, sforzandomi di dare una idea, che mi auguro possa riuscire sufficientemente precisa, sullo stato attuale e sulle possibilità future delle applicazioni elettrodomestiche. Come ognuno vedrà, in mancanza di meglio, mi sono limitato a trattare il problema, un po', come suol dirsi, a sentimento, basandomi in gran parte sulla mia personale esperienza per le applicazioni che da tempo in argomento si sono fatte nel Gruppo UNES, che per avere impianti dislocati, si può dire, in ogni Regione d'Italia, rappresenta, a mio modo di vedere, un buon campo sperimentale, tenendo conto sia delle diverse condizioni di ambienti di bisogni di usi e di costumi delle più diverse popolazioni, come pure della diversa distribuzione ed importanza degli impianti, anche in relazione al regime di produzione idroelettrica.

Non ho potuto naturalmente prescindere ed anzi devo dichiarare di aver tenuto nel massimo conto le cortesi notizie e relazioni, che gentili e competenti amici e colleghi da me interpellati mi hanno fornito; così pure ho cercato di far tesoro dei concetti e delle idee espressi, sia da Case costruttrici come da competenti Autori, in relazioni e pubblicazioni in occasione dell'ultimo Congresso di Pescara dell'A.E.I. e prima e dopo di esso.

I – Come si introdusse l'uso degli apparecchi elettrodomestici.

Per lungo periodo di anni, l'unico apparecchio ufficialmente introdotto nell'uso generale della casa è stato certamente la lampadina elettrica, la quale, dopo una feroce battaglia tecnica ed economica, che dovette sostenere ai suoi primordi, finì per imporsi trionfalmente contro il gas, che al giorno d'oggi si può considerare dovunque bandito dall'uso di illuminazione domestica. Si deve però ritenere che tra noi, già da molto tempo, quasi inconsapevolmente e vorrei dire alla chetichella, si siano venuti introducendo gli apparecchi elettrici, che di mano in mano si dimostrarono particolarmente comodi per gli usi famigliari e primo fra tutti per importanza dovette, a mio avviso, essere il «ferro da stiro», che ormai può dirsi di uso universale.

Può ritenersi che, fino ad una decina di anni fa, tale apparecchio sia stato, specialmente negli impianti meno sviluppati e progrediti, considerato dai Distributori di energia elettrica, un pericoloso strumento clandestino, avente tutte le caratteristiche pregiudiziali di frodare l'energia negli impianti a forfait o quanto meno di bruciare i contatori, nel caso di piccoli impianti a consumo. Difatti non di rado si ebbero appunto a lamentare tali inconvenienti laddove gli Utenti, senza badare alla portata del contatore, in generale molto limitata presso gli utenti che di preferenza ricorrevano a questi sotterfugi, attaccavano un apparecchio di così notevole ed imprevisto prelievo sul loro impianto interno.

Per queste ragioni i Distributori di energia, a quei tempi, non diedero in generale molto impulso alla elettrificazione della casa e non dimostrarono certo soverchio entusiasmo per le altre moderne applicazioni! Quanta strada si è fatto in pochi anni e quanta, auguriamoci per la fortuna degli utenti e dei distributori, se ne dovrà fare ancora specie nel nostro Paese, dove si può dire siamo all'inizio, nonostante che lo sviluppo, già si può notare, sia abbastanza confortante!

Infatti dovunque la tendenza evidente e di cui tutti abbiamo la sensazione, è quella di accelerare il passo nella elettrificazione della casa.

Ormai i negozi di materiali elettrici, sono diffusi anche nei più piccoli villaggi e le loro vetrine sono un continuo invito e, diciamolo pure, una continua tentazione per acquistare apparecchi, che si presentano sotto forme sempre più estetiche ed eleganti ed a prezzi sempre più adeguati ed a portata di tutti.

II – Elenco dei principali apparecchi elettrodomestici.

Ritengo opportuno riportare qui di seguito un elenco, che certamente non riuscirà completo, degli apparecchi, che possono trovare il loro uso in una casa moderna.

Tenendo in tale elenco per criterio di suddivisione l'uso, che dell'energia si fa nell'apparecchio, si possono distinguere in:

a) *Apparecchi nei quali l'energia è usata sotto forma di luce.*

Sistemi illuminanti i più svariati dalla lampadina normale in tutte le sue applicazioni a candelabri, portalampade, abatjour, gingilli ornamentali, specchi per toeletta, per barba etc., alle lampade speciali per illuminazioni indirette con tubi in gas rarefatti;
Sistemi elettromedicali;
Sistemi per bagni di luce;
Lampade speciali per emissioni di speciali radiazioni.

b) *Apparecchi nei quali l'energia viene usata sotto forma di calore.*

Ferri da stiro – stufe e radiatori di qualsiasi foggia – riscaldatori di acqua e scaldabagni – forni, fornelli, cucine – scaldavivande – tostapane – bollitori – caffettiere – tejere – termofori – scaldapiedi – arricciacapelli, etc.

c) *Apparecchi nei quali l'energia viene usata per forza motrice.*

Ventilatori – aspirapolvere – lucidatrici – massaggiatori – tagliacapelli – macina caffè – piccole pompe per acqua – refrigeranti.
Macchine per cucina: lavapiatti – lavaposate – brillaposate – trita carne – trita pane – spremi succhi, etc.
Macchine per bucato.
Motorini per macchine da cucire.
Motorini per fonografo, per piani automatici elettrici.

d) Apparecchi nei quali l'energia viene usata sotto forma mista di calore e forza motrice.

Asciugacapelli – asciugabiancheria – asciugamani ad aria calda.

c) Apparecchi vari.

Apparecchi ozonizzatori per l'igiene degli ambienti e per la sterilizzazione dell'acqua.

Apparecchi Radio.

Orologi elettrici.

Apparecchi di segnalazione a mezzo radiazioni speciali e cellule fotoelettriche, etc.

Se si tiene invece come criterio di suddivisione la importanza del consumo, si possono dividere in quattro classi principali:

1°) Stufe per riscaldamento ambienti
2°) Cucine e forni
3°) Riscaldatori di acqua per usi domestici
4°) Tutte le altre applicazioni di minore importanza o quanto meno non del tutto generalizzate nell'uso.

Come vedremo in seguito però gli apparecchi che si devono considerare come *basilari* per l'economia domestica e quindi da tenersi nella massima considerazione, quando si tratti di studiare ed applicare un progetto di distribuzione di energia per le applicazioni domestiche, sono le *cucine* con o senza forno e i *riscaldatori di acqua* per usi domestici. Tutti gli altri piccoli apparecchi generalmente si devono considerare come complementari e, per quanto possano ritenersi utili per riempire i diagrammi, non influiscono però in modo decisivo nel calcolo delle convenienze tecniche ed economiche del problema generale. Le stufe elettriche per riscaldamento ambienti si debbono considerare come applicazioni possibili e convenienti solo in casi speciali come vedremo in seguito.

III – Suddivisione degli apparecchi in relazione alla tariffa di uso.

Agli effetti pratici ed economici del loro esercizio, vi sono alcuni apparecchi che, anche per essersi automaticamente introdotti nell'uso sotto contatore, dimostrano di potere ancora restare fra quelli, che possono sopportare i prezzi di tariffa normale della luce colle relative tasse e dazi. Tali apparecchi io in seguito indicherò, anche più semplicemente, col nome di « ricchi » per il fatto che generalmente, sia per il loro uso molto limitato o saltuario, sia per il loro modesto impegno di energia in generale, possono ancora sopportare prezzi alti di esercizio e quindi non hanno ancora fatto sentire all'Utente il gravame del prezzo maggiore dell'energia e delle relative tasse, sino al punto da deciderlo a richiedere al Distributore l'allacciamento sul circuito a prezzo speciale ed in esenzione di tassa.

Gli apparecchi, che si possono ritenere « ricchi » nel senso sopra ricordato, sono in generale, oltre beninteso tutti gli apparecchi di illuminazione, anche quelli elencati in appresso:

a) Ferri da stiro di modeste proporzioni e per uso di famiglia – piccoli fornelli – tostapane – piccoli bollitori – piccole caffettiere e tejere – termofori – arricciacapelli.

b) Piccoli ventilatori – aspirapolvere – massaggiatori – tagliacapelli – piccole pompe automatiche per sollevamento acqua dai pozzi o dagli acquedotti per usi di famiglia – motorini per macchine per cucire, per fonografo, per pianoforte elettrico.

c) Asciugacapelli.

d) Apparecchi ozonizzatori – apparecchi Radio – orologi elettrici – apparecchi di segnalazione.

Tutti gli altri apparecchi non elencati sopra, come pure tutti gli apparecchi di grandi dimensioni, rispetto a quelli che ho specificati a ragion veduta « piccoli », si devono considerare apparecchi che, almeno allo stato attuale, delle cose, debbono ritenersi « poveri », nel senso che non possono essere convenientemente usati, se non a prezzi di fornitura ridotti e soprattutto su circuiti speciali non gravati da tasse od imposte sul consumo, che solo per sè stesse ne renderebbero già abbondantemente proibitivo l'uso pratico.

IV – Suddivisione degli apparecchi a seconda della continuità del loro uso.

Alcuni apparecchi elettrodomestici, per loro natura, devono considerarsi di funzionamento prevalentemente stagionale. Sotto questo aspetto sono da considerarsi come:

Estivi : i ventilatori normali e i refrigeranti prevalentemente usati per ville signorili e nei luoghi di cura e sulle spiaggie balneari.

Invernali : le caldaie, le stufe ed i radiatori per il riscaldamento diretto ed indiretto di ambienti di abitazione e gli scaldapiedi.

Tutti gli altri apparecchi possono essere considerati come di arattere normalmente continuo, salvo beninteso le variazioni di uso, che sono in relazione sia all'influenza stagionale, sia alle abitudini dei singoli Utenti.

V – Considerazioni sulla tassazione dell'energia elettrica per usi ricchi.

La tassazione dell'energia elettrica, nel modo e nella misura con cui era per il passato applicata in Italia, rappresentava già un grave peso ed un notevole ostacolo al libero diffondersi di tariffe molto più semplici e tecnicamente meglio congegnate, che sono in uso in quasi tutti gli altri paesi elettricamente di noi più progrediti.

Ciò premesso si può arguire come i recenti aumenti della imposta comunale, che sono risultati notevoli specialmente nei Comuni che avevano le barriere daziarie, vengano ad aumentare le ragioni di disagio tra gli Utenti e quindi sia lecito temere che tali inasprimenti, oltre a dare esca ed apparente ragione alle solite campagne contro gli alti prezzi dell'energia elettrica (perchè purtroppo l'Utente non è solito fare troppo sottile distinzione fra prezzo dell'energia e tasse) abbiano ad influire, in senso naturalmente deprimente, sul consumo di energia per usi ricchi.

Infatti oggi, tra tassa governativa e dazio comunale, nelle città appena un po' importanti si raggiunge la somma di 75 centesimi per ogni kWh che, mentre nella generalità dei casi rappresenta almeno il 50 % del prezzo dell'energia, per tariffe di favore raggiunge e spesso supera tale prezzo stesso.

Anche non volendo arrivare alla conclusione che gli Utenti finiranno per rinunciare definitivamente all'uso di molti apparecchi elettrodomestici finora, per consuetudine, mantenuti sotto il contatore, è lecito però pensare che essi a causa dei nuovi oneri, si vedranno costretti a diminuire nella maggior misura i consumi superflui, e può darsi anche che si decidano a passare tutte le loro utilizzazioni, e cioè anche i piccoli apparecchi elettrodomestici, su circuiti speciali in esenzione di tasse ed a quelle tariffe più basse, che le Società distributrici fin qui volentieri vedevano limitate e riservate ai grossi consumi, che sono sempre in relazione al funzionamento degli apparecchi « poveri ».

Il pericolo è molto grave sia per gli industriali elettrici come per la finanza dello Stato e dei Comuni, perchè si deve ritenere che i consumi inerenti ai piccoli apparecchi elettrodomestici sono tutt'altro che indifferenti. E se tali consumi passeranno al circuito povero, ne deriverà oltre un minor gettito della tassa anche una diminuzione degli introiti da parte delle Società, le quali potrebbero essere obbligate a provvedere ad un ulteriore aumento nel prezzo dell'energia luce per poter portare il necessario equilibrio nei propri bilanci.

Non vi è nessuno che non veda in questo un grave pericolo e si deve in argomento far conto, più che sulle possibilità dell'Utenza a resistere a tali aumenti, sulla provvidenziale inerzia a cambiare sistema e per esperienza pare sia lecito di poter fare buon conto su tale eventualità.

Per tutte queste considerazioni gli industriali elettrici, che già per il passato ed in più occasioni ebbero ad esprimere motivati voti per un alleggerimento della pressione fiscale sull'energia elettrica, non possono essere che contrariati dal recente aumento, che viene a gravare proprio su quei consumi, che sono notevolmente legati al progresso civile ed allo sviluppo industriale della Nazione.

E cade qui a proposito ricordare quanto scriveva recentemente al riguardo della tassa sull'energia elettrica il compianto Ing. Guido Semenza nella sua relazione al XXXIV Congresso della A.E.I. di Pescara: « È una tassa che, per la « sua misura, supera ogni ragionevolezza, arrivando in qualche « caso al 90 % del valore della cosa tassata; è quindi un vero « controsenso in un Paese nel quale la illuminazione deve es- « sere eminentemente se non esclusivamente elettrica. È una « tassa antiigienica in quanto tende a limitare l'illuminazione « nelle scuole, nei laboratori con gravi conseguenze agli organi « visivi: è una tassa antiproduttiva, essendo ormai ampiamente « dimostrato quanto grande sia l'influenza della illuminazione « sulla produzione dell'operaio ».

Come industriali e come patrioti auguriamoci che la graduale sistemazione economica della Nazione, al cui alto fine tendono continuamente le più diligenti cure del nostro Governo, possa portare quanto prima ad un progressivo alleggerimento globale delle tassazioni, che gravano l'energia per uso di illuminazione ed allora l'Italia potrà rapidamente portarsi all'altezza delle altre Nazioni che, sopratutto per la mancanza di tali gravami, tengono il primato delle applicazioni elettriche in ogni manifestazione della vita civile.

VI – Considerazioni sulla tariffazione dell'energia elettrica.

Non è raro il caso di sentire rimproverare alle Società Elettriche la diversità delle tariffe, che vengono praticate a seconda dei diversi luoghi e dei diversi usi che dell'energia fa l'Utente,

sia per quanto ha riferimento alla maggiore o minore utilizzazione e sia in relazione al consumo più o meno notevole o redditizio che di tale energia se ne fa. Per chi ha appena una lontana idea della organizzazione della distribuzione dell'energia elettrica e delle sue necessità, tali differenze non solo non riescono strane e inspiegabili, ma sono facilmente giustificabili in quantochè esse, anzichè da considerarsi come sperequazioni, sono da ritenersi invece come logiche perequazioni e adattamenti più che mai necessari e utili perchè basati su sani criteri di equità e di giusta valutazione delle convenienze e possibilità tecniche ed economiche sia delle Utenze che delle Società distributrici.

Per queste considerazioni, le Società Elettriche, senza bisogno di imposizione alcuna, ma semplicemente in armonia ed in ossequio alle leggi economiche generali, cui esse naturalmente debbono ubbidire, fino dai primi tempi del loro sorgere cominciarono a far distinzione ed a vendere quindi l'energia per scopi luce a diverso e più elevato prezzo rispetto a quella invece destinata a scopi di forza motrice e riscaldamento. Così pure, specialmente in caso di impianti idroelettrici, esse applicarono prezzo minore agli usi a forfait per molte ore di impegno, mentre invece si trovarono nella necessità di praticare prezzi maggiori per energia per poche ore di utilizzazione. Similmente sorse spontanea ed evidente l'idea di offrire energia a miglior prezzo per le utilizzazioni con prelievi notturni e fuori delle punte di carico, in confronto dell'energia prelevata durante le ore chiare o in coincidenza delle punte di carico.

Tutti concetti questi ovvi ed ai quali potrebbe sembrare anche inutile accennare, se non si sapesse purtroppo per pratica che, per quanto logici e giustificabili all'evidenza, non sono da tutti (intendo si capisce parlare della gran parte dei profani della nostra industria) tenuti nella considerazione dovuta, quando si discute in materia così delicata, quale è quella delle tariffe, nella quale purtroppo tutti e specialmente i più incompetenti vogliono dire la loro!

E per citare degli esempi, sono fuori strada quelli che vorrebbero che si stabilissero tariffe uniformi per tutta l'Italia e non meno grossolanamente errano anche coloro, che intenderebbero che i prezzi per l'energia, con carattere stagionale, fossero pure uniformi in tutta la Penisola.

Per limitarci a quest'ultimo caso non riesce difficile dimostrare all'evidenza l'assurdità di tale pretesa.

Infatti è noto a tutti come nell'Italia Settentrionale o per lo meno in tutta quella parte, che si può considerare elettricamente sotto l'influenza del regime idraulico alpino, sono possibili prezzi di favore, durante l'estate; mentre, nell'Italia Centrale, Meridionale ed Insulare, le possibilità si possono ritenere praticamente opposte. Quindi nell'Italia Settentrionale sono meno possibili, a prezzi di convenienza, le utilizzazioni ad uso di riscaldamento invernale delle abitazioni, che invece possono essere, in via generale, meglio favorite nell'Italia Centrale e Meridionale. Però a questo proposito si deve tener presente che anche qui spesso utilizzazioni del genere non possono essere incoraggiate per il fatto che qualche volta insuperabili ragioni tecniche di insufficienza delle cabine e delle linee di distribuzione, che d'inverno sono già più caricate a causa dei maggiori prelievi per illuminazione, ne ostacolerebbero il pratico ed economico esercizio alle Società, che anche disponessero di notevoli quantità di energia di morbida invernale.

Ma a parte queste ragioni di indole generale e speciale, sta di fatto che tutte le Società distributrici in ogni Regione d'Italia, fanno del loro meglio per adeguarsi alle possibilità di esercizio degli apparecchi elettrodomestici, anche di maggior consumo e senza volere pretendere norme generali e fissazione di singole tariffe si può star certi che ogni Società cerca del suo meglio per contemperare le proprie necessità di esercizio tecnico ed economico con i bisogni, i desideri e le possibilità della clientela.

VII – Cautele per evitare il prelievo abusivo da circuiti «poveri» ad usi «ricchi».

Come si è visto sopra, quando il numero o la potenza degli apparecchi elettrodomestici installati in una abitazione assuma una certa importanza, l'Utente stesso già all'inizio, o quando durante il contratto vi si veda costretto da evidenti ragioni economiche, si farà diligente nel richiedere alla Società distributrice una presa speciale per *usi poveri* inerenti alle applicazioni domestiche.

In questo caso, anche se la Società sia nella necessità di imporre il pagamento di qualche minimo di consumo, l'Utente troverà sempre un notevole tornaconto rispetto alla tariffa per usi ricchi perchè, specialmente se si tratta di notevoli consumi stagionali di apparecchi poveri, la tariffa per usi poveri risulta generalmente molto bassa ed in proporzione notevolmente diversa. Cosicchè ad esempio si verificherà in generale il caso che 1 kWh del circuito «ricco», venga, per la Società, ad essere equivalente in prezzo mediamente almeno a 6 kWh del circuito «povero». Di qui da parte dell'Utente l'incentivo al «contrabbando», chiamiamolo così, cioè al prelievo abusivo dal circuito povero per usi di illuminazione. Tanto più che per l'Utente il vantaggio è ancora maggiore che per la Società distributrice, per il fatto che in tal modo esso risparmia oltre che la differenza sul prezzo dell'energia anche le tasse.

È evidente che se ciò avviene la Società di distribuzione, la quale nel fissare la differenza di prezzo fra usi ricchi e poveri, si basa sulla relatività dei consumi e quindi studia ogni miglior mezzo che le permetta di ottenere una media ponderale dei singoli prezzi, tale che le consenta un esercizio industrialmente conveniente, si troverà in tal caso a vedere errati i suoi calcoli con grave suo pregiudizio economico.

Di qui sorge spontanea e logica da parte delle Società la difesa dei propri interessi, che collimano in questo caso particolare con quelli della Finanza, che come si sa con grande zelo presiede alla tutela dei consumi soggetti a tassa.

I sistemi di difesa a cui si usa ricorrere comunemente, sono i seguenti:

1°) Differenza di tensione fra circuiti ricchi e poveri.

2°) Condutture completamente distinte e sotto cavo fino ai singoli apparecchi di utilizzazione con attacchi sigillati dagli Agenti della Società.

3°) Denaturazione dell'energia.

Il primo sistema accennato e cioè quello di distribuire con due tensioni differenti, quando la distribuzione vi si presti, è naturalmente il più facile ad essere applicato, ma anche il più facile ad essere reso praticamente inefficace.

I mezzi sono ovvi e ritengo inutile insistervi tanto più che purtroppo specialmente i profani sono maestri in materia!

Il secondo sistema dà relative maggiori garanzie, però crea anche all'Utente un grave impedimento al libero consumo ed allo smistamento dell'energia su diversi apparecchi, che molto spesso restano inutilizzati con danno del Distributore.

Dove tale sistema può trovare pratica ed utile applicazione, è nei casi di apparecchi di utilizzazione contrattualmente bloccati: ad esempio un riscaldatore di acqua od una cucina fissi e con prese munite di sigilli contro ogni manomissione. Questo è già un caso interessante, che esaminerò particolarmente in seguito.

Quello invece che si presta meglio di ogni altro, è il terzo sistema accennato, che comporta però la denaturazione dell'energia. Allo stato attuale però, per quanto il problema possa dirsi risolto in linea tecnica, non lo è affatto in linea economica, perchè gli apparecchi per la denaturazione presso gli abbonati, sono ancora talmente costosi da risultarne economicamente proibitivo l'uso. A quanto si dice, qualche buono e semplice apparecchio sarebbe già stato preannunziato o costruito da qualche Casa costruttrice, ma purtroppo fino ad oggi, almeno dall'esame di quelli che ho visti, e di cui ho avuta comunque cognizione, non ho ancora potuto trarre la convinzione della loro praticità, oltre che della convenienza del loro costo, che resta ancora sempre elevato per poter pensare ad una corrente applicazione di tali apparecchi presso i singoli abbonati.

VIII – Denaturazione dell'energia.

Si usano chiamare «denaturatori dell'energia» quegli apparecchi, che servono a variare le caratteristiche od anche solo il modo di fornitura dell'energia povera così da renderne impossibile o quanto meno molesta e sconsigliabile la sua utilizzazione a scopi ricchi.

Io ritengo che la costruzione di Apparecchi denaturatori nel senso sopra indicato, possa basarsi su uno dei seguenti principi:

1°) Abbassare la frequenza della corrente povera fino ad un limite intollerabile per la vista.

2°) Procurare automatiche interruzioni del circuito in tal numero e di tale durata da rendere praticamente intollerabile il servizio per usi di illuminazione, non ostacolando però il medio rendimento tecnico degli apparecchi utilizzatori poveri.

3°) Procurare automatiche variazioni di tensione intorno ad una tensione media di esercizio per modo da rendere molesta, se non addirittura impossibile la utilizzazione dell'energia povera per scopi luce. Io sono personalmente convinto che sia inutile spingere troppo il grado di denaturazione, che porterebbe ad apparecchi certamente costosi e che ci si potrebbe accontentare nella pratica di apparecchi più modesti, che interrompessero o abbassassero notevolmente la tensione, ad esempio soltanto ogni $6 \div 10$ minuti primi per alcuni secondi ($6 \div 10$), e che quindi procurassero sole $10 \div 6$ interruzioni orarie o abbassamenti per complessivi $36 \div 100$ sec. I costruttori stanno interessandosi per risolvere il problema del piccolo apparecchio pratico e conveniente da installare presso ogni utente e fanno bene; ma io sono personalmente convinto che le Società Elettriche ben presto si troveranno ed alcune già si trovano davanti alla

necessità di provvedere al servizio per usi poveri elettrodomestici, a mezzo di cabine od almeno di trasformatori a parte ed in questi casi io ritengo che un buon sistema da adottarsi possa essere quello di munire questi circuiti speciali di ben congegnati denaturatori centrali, che a mio parere dovrebbero essere del tipo di cui al punto 3) precedente, cioè limitarsi a creare sulla rete opportune variazioni od ondulazioni permanenti di tensione, in più ed in meno rispetto ad una linea di tensione media di distribuzione, calcolate in modo che, senza pregiudicare il rendimento e la buona conservazione degli apparecchi elettrodomestici, rendessero impossibile l'utilizzazione di quel circuito per scopi di illuminazione.

Su questi concetti io sto appunto facendo un esperimento in un'importante cabina di una Città delle Marche, utilizzando allo scopo un vecchio regolatore di tensione del comune tipo rotativo, servendomi del quale, con l'opportuna variazione automatica e alternativa della posizione del rotore, creo sulla speciale rete per usi poveri, una continua e lenta variazione di tipo sinusoidale, con un massimo di una ventina di Volt in più o in meno, sulla media tensione trifase di distribuzione di 220 V. Da alcune prove istituite al riguardo è risultato che anche tale variazione di tensione, per quanto non notevole, però dato il suo carattere persistente ed uniforme, mentre non reca praticamente disturbo agli apparecchi utilizzatori i quali assorbono mediamente il loro carico riferito alla tensione media di distribuzione rende invece pressochè intollerabile il servizio luce, tanto più che si deve considerare nel fenomeno un fattore morale importantissimo che consiste nel fatto che quella continua variazione, oltrechè potere dare modo agli Agenti della Società di scoprire chi ruba la luce, ricorderà silenziosamente e colla insistenza di una litania all'Utente che volesse approfittarsi, in tal guisa, il contenuto del Settimo Comandamento di Dio.

Con questo sistema potranno trovare possibile applicazione anche gli apparecchi domestici di piccola forza motrice che per i denaturatori basati sul principio 1°) e 2°) di cui si è parlato sopra, non potrebbero praticamente funzionare.

Ad ogni modo sta di fatto che il problema esige, oggi più che mai, una rapida e pratica risoluzione, che non si deve attendere dall'Estero, in quanto il problema può considerarsi di interesse prettamente locale, dato che l'argomento interessa particolarmente il nostro Paese, dove esso s'impone in modo assoluto sopratutto a causa del grave sistema fiscale di tassazione dell'energia elettrica.

IX – Considerazioni tecniche.

Per potersi introdurre, gli apparecchi elettrodomestici debbono dimostrarsi pratici e questa qualità deve essere loro riconosciuta in principal modo da chi li usa e da chi della casa ha il controllo e la responsabilità.

Perciò è necessario che le Società distributrici non si disinteressino della qualità degli apparecchi, che vengono venduti alla propria clientela, la quale deve essere guidata e consigliata in ogni miglior modo. Il buon prezzo è da diffidarsi sopratutto in questi articoli elettrodomestici, che debbono avere qualità tecniche veramente superiori, per essere comunemente affidati a mani inesperte di massaie e di persone di servizio.

L'apparecchio deve avere al sommo grado i requisiti di solidità e bontà intrinseca per conservarsi lungamente e sopratutto non essere pericoloso. Se con queste qualità potrà ottenersi anche un prezzo conveniente, tanto di meglio per il costruttore come per il distributore, che vedranno certamente crescere rispettivamente la vendita degli apparecchi e dell'energia relativa.

Il cattivo risultato pratico di un apparecchio può essere talmente deleterio — specialmente poi se è in relazione ad infortunio od a qualche altro fenomeno di scossa o di abbruciamento di qualche massaia —, che nessuna buona réclame degli interessati potrà per lungo tempo riuscire a compensare quella negativa dell'Utente, presso il quale l'incidente si è verificato.

Faranno bene quindi tutte le Società di distribuzione a seguire con molta cura questo lato particolarmente delicato dell'organizzazione. Molte Ditte per questa ed altre considerazioni, si sono viste spinte ad interessarsi direttamente del problema della vendita diretta, che ha per scopo di far avere all'Utente merce di prima qualità, selezionata ed adatta per lo speciale uso che il cliente ne vuol fare, ed a buon prezzo, rinunciando i Distributori, nella generalità dei casi, a favore dell'Utente a qualsiasi guadagno; anzi se si vuol essere più precisi, vendendo spesso sotto costo e qualche volta cedendo anche gratuitamente qualche apparecchio a titolo di réclame.

Per quanto riguarda le reti di distribuzione, si può ripetere il concetto sopra indicato e quindi tutte le linee di alimentazione, specialmente gli imbocchi di derivazione esterna e i montanti delle case, devono essere dalle Società previste con una certa abbondanza, nella certezza che, più presto che si possa pensare, le applicazioni elettrodomestiche si introdurranno in ogni abitazione anche operaia. Così pure anche gli impianti interni devono essere calcolati sempre con larghezza sia per sezione come per isolamento.

Occorrerà ancora che venga seriamente pensato al collegamento a terra di tutti gli apparecchi elettrodomestici, anche e sopratutto di quelli portatili e di uso più comune come ferri da stiro, piccoli bollitori etc. È bastato, in qualche caso, una semplice ed innocua scossa toccata ad una massaia per far dichiarare il più ostinato ostracismo agli apparecchi elettrici da parte di tutti gli utenti di uno stabile o addirittura di un intero vicinato.

Non deve essere difficile ad esempio munire anche tutti gli apparecchi monofasi portatili di un cordoncino a tre capi, di cui uno da servire per il collegamento a terra, preparando bocchetta e spina di tipo trifase con un attacco convenientemente predisposto per la terra, tipo eventualmente da standardizzarsi.

Così pure si dovranno, negli impianti di una certa importanza, preventivare gli spazi più adatti per l'applicazione dei denaturatori e degli altri apparecchi necessari ad esempio per interrompere la fornitura per dati usi durante certe ore del giorno (di punta generalmente) o per procurare la interruzione di certi carichi, quando ne entrano in funzione certi altri.

Tutti problemi che, come si vede, hanno la loro importanza e dalla cui migliore o peggiore soluzione dipende il più delle volte, il felice risultato di tutta una così importante e delicata branchia dell'esercizio di una azienda elettrica.

Compito speciale poi degli Uffici delle Società distributrici particolarmente adibiti allo sviluppo delle applicazioni elettrodomestiche, deve essere quello di studiare ogni miglior mezzo per inserire il carico delle nuove applicazioni possibilmente negli avvallamenti dei diagrammi di carico in atto, studiando tali possibilità sia con criterio stagionale sia con criterio giornaliero.

Risultati interessantissimi si potranno ottenere specialmente se, per giungere all'attuazione di appiattire il diagramma di distribuzione dell'intero impianto, si persegua, con ogni migliore accorgimento, il programma speciale di appiattire i diagrammi di ogni singola cabina di distribuzione. In tal modo si raggiungerà come ognuno vede, il risultato della migliore utilizzazione tecnica ed economica delle linee di bassa tensione, in quanto che si raggiungerà insieme lo scopo di ottenere una tensione più equilibrata ed un migliore rendimento di tutte le installazioni cabine e linee dell'impianto, concorrendo tutto questo a creare anche la possibilità di poter diminuire i prezzi di vendita.

È raccomandazione ovvia, ma alla quale voglio di proposito accennare, quella che io faccio alle Società di esaminare con cura e di fare tutti i migliori calcoli e le migliori prove per evitare che l'allacciamento in ipotesi anche di un buon utente per usi elettrodomestici, generi, per la insufficienza delle linee o delle cabine, una apprezzabile caduta di tensione sui circuiti luce dell'Utente stesso od anche delle prese vicine. Ne deriverebbe, oltre certe lagnanze dagli utenti interessati, un danno notevole alle Società, per le considerazioni di cui in appresso. È facile convincersi infatti come, data la notevole differenza di prezzo tra i due circuiti a diverso prezzo, potrebbe bastare anche un relativamente piccolo abbassamento di tensione sul circuito luce, per provocare una diminuzione sull'introito della utenza interessata e di quelle finitime, tale che potrebbe in molti casi superare l'introito corrispondente al nuovo circuito allacciato a bassa tariffa.

E se qualche Società distributrice, dopo avere applicato in grande od in piccolo stile, la nuova forma di vendita di energia su circuiti poveri, avrà trovato che il « prezzo medio di vendita » è sceso al disotto di quello che prevedeva in relazione alla nuova applicazione e avrà rilevata una diminuzione od almeno un incremento minore del normale sui «consumi più ricchi», non deve pensare che tutto provenga da furto o nella migliore ipotesi dal venir meno di quei consumi, che prima attaccati sulla luce, dopo il nuovo allacciamento esodano dal circuito ricco per portarsi naturalmente su quello povero, ma in gran parte deve attribuire questo risultato al fatto sopra accennato. È necessario quindi che le Società di distribuzione, prima di allacciare impianti poveri, si convincano bene della capienza delle cabine e delle linee di bassa tensione per non fare una cattiva speculazione oltre che in linea economica anche morale, perchè oltre il danno avranno anche, come si è detto, le proteste degli utenti luce, che serviranno se non altro a gettare il discredito sul servizio.

Per evitare questi inconvenienti, per la mia pratica personale consiglio di costruire e tenere *circuiti* possibilmente *separati* per le utenze povere, tanto più che in tal caso riesce anche pratica l'applicazione della denaturazione centrale.

In caso di impossibilità, allora io consiglierei di preferire l'allacciamento di tali utenze povere su circuiti forza motrice, che ne abbiano capienza e che vi si prestino naturalmente anche come orario di servizio.

X – Considerazioni economiche.

La pratica fatta in argomento specialmente all'Estero ha dimostrato in modo indubbio la convenienza della diffusione dei sistemi elettrici, che specialmente nelle case ricche hanno raggiunto la applicazione, si può dire totalitaria.

Ma i casi di elettrificazione completa sono rari tra noi, perchè ammettono speciali condizioni finanziarie degli Utenti, che in Italia non sono così diffuse come nei più ricchi paesi dell'Estero e particolarmente in America.

In generale però, oltre tutti i piccoli apparecchi, che sono già entrati nell'uso comune, esperienze molteplici, che ci provengono finora dai paesi elettricamente più evoluti, starebbero a dimostrare la convenienza generale, anche per case modeste operaie e della media borghesia, della applicazione e dell'uso corrente dei due apparecchi, che per la loro importanza, si possono a ragione considerare come *basilari* nell'economia domestica e cioè « *la cucina e il riscaldatore di acqua* ».

L'esercizio di tali apparecchi, anche a prezzi che possono ritenersi remunerativi per le Aziende Elettriche, sarebbe conveniente per l'Utente e pare che tale nuovo sistema sostenga vittoriosamente anche la concorrenza del gas nelle città.

Ne discenderebbe quindi la implicita convenienza per gli usi in paesi di campagna e nei casi di villini a mare ed in genere nei luoghi climatici, dove generalmente non vi è servizio di gas.

Il gruppo UNES sta facendo un notevole esperimento in Abruzzo e precisamente in una cittadina, dove vi è il servizio del gas.

Al momento sono state già collocate oltre 200 cucine, sostituendo altrettanti fornelli a gas. Mi permetterò di riferire alla UNFIEL i risultati di tale esperimento, appena avrò raccolti dati sufficienti sotto ogni riguardo.

Per quanto mi risulta a tutt'oggi gli utenti sono molto contenti del cambio e i dirigenti locali della UNES lo sembrano altrettanto dei risultati tecnici ed economici. Le speranze quindi non sembrano deluse.

Per intanto, in mancanza di meglio, ritengo utile riportare esperienze estere, che sono confortanti al riguardo.

In America il « Domestic Cooking and Water Heating Committee », dopo avere instituite numerose e ben organizzate prove su distribuzioni cittadine e rurali, ha comunicato i seguenti risultati ufficiali.

Prima di tutto si è assodato un fatto importantissimo e cioè che in pratica cucine con tre e quattro placche, tra le quali molte della complessiva potenza di oltre 7 kW, non hanno in servizio normale richiesto singolarmente, mai più della metà circa della loro potenza massima.

E quando si esperimentò, in esercizio normale, su di un complesso di 40 utenze similmente equipaggiate, si riscontrò che il prelievo contemporaneo di tali Utenze, non superò mediamente 40 kW e cioè ognuna delle 40 cucine prelevò in media soltanto 1 kW, che corrisponde a poco più del 14% della potenza del massimo assorbimento complessivo di ogni cucina.

Tale prelievo medio unitario si abbassò a circa 0,80 kW, che equivale a circa il 12 % della potenza teorica massima di ogni cucina quando le cucine furono allacciate in numero intorno a 200. Per un complesso di 500 Utenze il prelievo si è abbassato ancora a circa 0,7 kW. I risultati hanno, a prima vista, del sorprendente, ma non si può dubitare della esattezza di essi sia per la serietà del Comitato, che ha riferito come anche perchè abbiamo altri esempi in Europa, che confermano risultati analoghi.

Nella citta di Stavanger (Norvegia) ad esempio, si sono potute eseguire misure sistematiche su un complesso di 217 Utenze, che avevano installate ciascuna una cucina del valore medio di kW 3,00 circa e un riscaldatore di acqua da kW 0,4.

Si è potuto ricavare un diagramma giornaliero medio, dal quale si è potuto dedurre che ogni cucina contribuisce mediamente alla formazione complessiva del carico per circa soli kW 0,7, il che equivale al carico medio che si è dedotto dall'esempio dell'America.

Per quanto riguarda la Germania si possono citare i risultati ottenuti dalla Azienda Elettrica di Schweinfurt. Si tratta di un preciso esperimento pratico, eseguito con circuito a parte in un quartiere operaio e si riferisce a 12 impianti domestici (famiglie composte mediamente di cinque persone) dotati ciascuno di una cucina elettrica da circa 2,7 kW e di riscaldatore di acqua da 0,200 kW. Usando di opportuno commutatore automatico, che disinserisce il riscaldatore d'acqua quando entra in funzionamento la cucina, si ottiene un diagramma appiattito, che migliora evidentemente la utilizzazione del carico e porta a risultati pressochè paragonabili ai precedenti, perchè il massimo prelievo contemporaneo di ciascun impianto è risultato ancora di circa 0,7 kW.

Il consumo di energia, nel giro di un anno, tenendo conto naturalmente dei periodi di inattività degli apparecchi per ferie od assenze, si potè stabilire in circa kWh 22.000 — per modo che la utilizzazione ne risultò di ore 2750 — sulla massima richiesta complessiva, che risultò di circa 8 kW per il gruppo di 12 famiglie.

È evidente che, aumentando il numero delle utenze, sarebbe diminuito l'impegno unitario e di conseguenza sarebbe cresciuto il numero di ore di utilizzazione, che si prevede facilmente potrebbe portarsi a 3000 per un complesso di 40 famiglie.

In tal caso non è chi non veda che le Aziende Elettriche potranno praticare anche prezzi intorno ai 35 centesimi al kWh e anche gli Utenti dovrebbero trovare la loro convenienza, quando si consideri che, coll'energia a tal prezzo, risulta che, ciascuna delle 12 famiglie, che mediamente ha consumato kWh 1850, avrebbe corrisposto alla Società Elettrica circa L. 650.— annue, cioè circa L. 55.— mensili.

I risultati sono, come si vede, confortanti e dirò anzi addirittura allettanti e meritano di essere diligentemente considerati dalle nostre Aziende Elettriche, ancor prima che dagli Utenti, i quali hanno naturalmente sempre bisogno di essere trascinati all'esperimento e toccare con mano la realtà delle cose.

Il Gruppo UNES in Abruzzo, a titolo di esperimento, convinto della bontà della speculazione, è arrivato in parecchi casi a sostituire gratuitamente la cucina elettrica al fornello a gas, come si è accennato sopra, e questo è stato l'unico mezzo pratico e sbrigativo per convincere gli Utenti.

Quando si pensi che, una volta raggiunta una discreta utenza di tale tipo, si può, in base agli esperimenti sopra citati, contare su un prelievo medio per ogni utente di kW $0{,}7 \div 0{,}8$ al massimo e si tenga anche presente, che si può far conto su circa $2500 \div 3000$ ore di utilizzazione, vale la pena di introdurre il sistema su larga scala, arrivando anche, in casi speciali, ad un sistema di cottimo coll'Utente singolo o per una categoria di Utenti, di cui si conoscano pregiudizialmente o mediante esperimento, le abitudini di vita e le medie richieste probabili.

Naturalmente, in questi casi più che mai, il complesso *cucina-riscaldatore di acqua* e apparecchio automatico di disinserzione del riscaldatore, nei momenti in cui funziona la cucina, dovrebbe essere bloccato e sigillato per impedire nel modo più assoluto il prelievo di energia per altri piccoli usi poveri e tanto meno poi per usi ricchi.

XI – Statistiche degli apparecchi elettrodomestici.

Non sarà cosa facile il poter arrivare ad avere dati praticamente esatti del numero di apparecchi elettrodomestici in uso in Italia, dove statistiche del genere non si sono mai avute. È quindi provvidenziale e necessaria in questo senso l'azione della UNFIEL, alla quale auguro un buon successo in materia tanto difficile.

Ad ogni modo, tanto per orientarci in materia, riferisco a puro titolo informativo che c'è chi vorrebbe ritenere che, alla fine del 1929, gli apparecchi installati in Italia dovessero aggirarsi sul milione e mezzo, per un impegno complessivo di circa un milione di kW. Il che potrebbe portare ad una richiesta contemporanea di un massimo di $150.000 \div 200.000$ kW e ad un consumo di circa $80 \div 100$ milioni di kWh annui.

Riconosco che potrei anche errare grossolanamente nelle mie previsioni e se le statistiche UNFIEL, che vedranno spero presto la luce, mi daranno torto, mi conforterò se non altro nel pensiero di avere finalmente dei dati con grande approssimazione sicuri, che mi permettano di fare migliori calcoli per l'avvenire.

Nella vicina Svizzera le applicazioni Elettrodomestiche sono già molto più sviluppate che in Italia, perchè, nonostante la nostra popolazione risulti 10,6 volte maggiore di quella della Svizzera, gli apparecchi elettrodomestici usati colà sarebbero già di qualche cosa superiori che da noi. Senza poi contare che l'incremento annuale colà sembrerebbe mantenersi sempre superiore del 25 % maggiore del nostro.

Se poi ci paragoniamo all'America, anche in via specifica, siamo enormemente indietro. Risulta che in quel Paese sarebbero stati collocati solo durante il 1929 ben 9 milioni di apparecchi.

XII – Considerazioni igieniche e sociali.

L'introduzione degli apparecchi elettrodomestici è anche consigliata per le seguenti considerazioni.

Innanzi tutto concetti di pulizia, di estetica, di decoro personale militano a favore di tale moderna applicazione, che oltre tutto serve ad eliminare fatiche ed a far guadagnare tempo, che è veramente prezioso per tutti, specialmente al giorno d'oggi.

Nei nuovi alloggi cittadini, dove gli affitti sono esageratamente alti, il potere utilizzare bene lo spazio, come lo consente l'elettrificazione della cucina, può, il più delle volte, compensare ad usura anche la spesa di primo impianto di una installazione elettrica e l'eventuale maggior costo di esercizio.

Ha poi il suo peso, che si può dichiarare senz'altro notevole, il fatto che, anche sotto l'aspetto della sicurezza dell'esercizio, la cucina elettrica è quanto mai ideale e superiore al gas, mentre, nelle moderne costruzioni specialmente, ha raggiunto possibi-

lità di regolazione che, anche sotto questo aspetto, nulla hanno da invidiare alla cucina a gas.

Per quanto riguarda gli infortuni, diligenti statistiche svizzere denunciano per il sessennio 1921-1926:

N. 1319 morti volontariamente o per accidente col gas, contro N. 39 morti per l'elettricità.

Le cifre sono eloquenti per dispensarmi da qualsiasi commento favorevole alla elettricità.

XIII – Metodi di propaganda.

Per spingere al massimo la diffusione degli apparecchi e per studiarne ogni migliore possibilità di applicazione, in relazione anche ai desideri dei Clienti, che quasi sempre devono essere instradati logicamente sulla via della maggiore reciproca convenienza, sia per quanto riguarda i tipi da adottare, sia per il migliore metodo e sistema di orari di utilizzazione, le Società debbono convincersi del loro massimo ed urgente interesse di addivenire alla costituzione di Uffici Speciali, ai quali debbono venire preposti funzionari abili esperti intelligenti e possibilmente con speciale predisposizione al commercio.

Solo così si può essere certi che l'importante problema verrà curato e studiato sotto ogni miglior aspetto e se ne vedranno ben presto gli utili effetti.

Parecchie Società, tra le quali quelle del Gruppo UNES, da qualche tempo hanno istituiti, con profitto, Uffici del genere i quali, oltre ad accudire alle delicate pratiche inerenti all'acquisto alla prova ed alla unificazione dei tipi, provvedono alla organizzazione della vendita anche con opportuni negozi, servendosi in ogni miglior modo della pubblicità della propaganda e di ogni altro mezzo, che si dimostri particolarmente adatto allo scopo.

La pubblicità è fatta nei più svariati modi, ma principalmente a mezzo giornali, manifesti, con diciture e figure sulle bollette luce ed anche a mezzo di réclame nei cinematografi.

La propaganda diretta all'Utente è quella che però, meglio di ogni altro mezzo, determina il Cliente all'acquisto degli apparecchi ed alla pratica applicazione. Si ottiene questo a mezzo di personale specializzato, che visita il Cliente portando a domicilio il listino colle fotografie e gli schemi degli apparecchi e meglio di tutto, se possibile, gli apparecchi stessi. Per i paesi di campagna si ricorre a visite a mezzo di speciali camioncini attrezzati con un campionario degli apparecchi di più facile uso, che si portano a domicilio oppure si vendono sulle piazze o sulle fiere, facendone in pubblico le prove di funzionamento e dando le migliori garanzie a mezzo degli incaricati locali della luce elettrica, che sono sempre persone ben conosciute e che concorrono a facilitare la vendita, specialmente se, come si usa, si ha riguardo di interessarli convenientemente nella operazione stessa.

E per arrivare allo scopo di convincere i clienti si ricorre ad ogni miglior mezzo, a cominciare dalla vendita a rate a prezzo di costo e sottocosto, per finire spesso per regalare addirittura un apparecchio, che quasi sempre a titolo di assaggio è un ferro da stiro.

Nelle Società del Gruppo UNES, ad esempio, nelle zone più povere e meno progredite, ogni anno nel periodo estivo dal maggio al settembre — naturalmente là dove tale periodo non coincida con una maggiore affluenza di abbonati spontanei, come avviene nelle zone marine od altri luoghi di cura — vengono concesse speciali agevolazioni per procurare nuove utenze, che vengono allettate e favorite a fare l'impianto in quel periodo particolarmente favorevole per la Società (sia per la generale diminuzione del consumo, come anche per la migliore utilizzazione del personale operaio) concedendo totale esenzione di qualsiasi contributo di allacciamento, l'esenzione del pagamento dell'energia per periodi, che possono anche andare fino a due mesi di consumo e qualche volta anche regalando un ferro da stiro. In questo giro complicato di interessi e di concessioni, la Società tira sempre opportunamente in mezzo anche l'installatore locale, il quale incassa qualche percentuale dalla Società e guadagna poi sull'impianto dell'utente, al quale però concede il pagamento a respiro, rimandando l'incasso all'epoca in cui per gli agricoltori si iniziano i proventi della vendita dei loro prodotti.

Nella pratica diuturna e continua l'abilità del personale preposto agli Uffici Sviluppo, si affina sempre più nel suo mestiere e così si può star certi che nulla resta intentato per migliorare il rendimento globale e specifico dell'utenza, che vuole poi sempre curata e seguita per evitare contrattempi ed inconvenienti, che, anche se di poco conto, potrebbero portare il discredito su di un servizio ed un sistema, che ha bisogno invece del massimo buon nome, per introdursi sempre più rapidamente nella pratica.

XIV – Conclusioni e previsioni per l'avvenire.

Dopo quanto accennato più sopra, le conclusioni da trarsi appaiono evidenti.

Una volta che si abbia la possibilità tecnica di fare una buona e completa distribuzione di energia elettrica per scopi elettrodomestici e si sia ben sicuri di non andare incontro a quelle diminuzioni di tensione nella zona della utenza o delle utenze servite, per cui si abbiano a temere pericolose interferenze economiche col servizio luce accennate più sopra, occorre decisamente dar luogo ad una intensa propaganda, per procurarsi di colpo parecchie utenze elettrodomestiche introducendo, senza preoccupazione alcuna, i complessi «*cucina e riscaldatore d'acqua*» combinati nel senso già precedentemente indicato, che sono utenze che danno garanzia di una buona utilizzazione del carico complessivc.

I buoni risultati anche presso di noi non potranno mancare, se si avrà cura di risolvere bene il problema della denaturazione con sistema centrale su circuiti separati per le utenze domestiche povere, e ancora meglio se si potrà ricorrere, come detto sopra, al sistema di bloccare il complesso cucina e riscaldatore d'acqua.

In America, già fin da oltre tre anni fa, in base alle esperienze alle quali si è fatto accenno più sopra, il Comitato Domestic Cooking and Water Heating concludeva nei seguenti termini:

«L'allacciamento alle reti di fornelli elettrici è un buon «affare per il distributore di energia, ove questi lo renda pos- «sibile adottando speciali tariffe. Il reddito, riferito al capitale «investito, risulta superiore a quello prodotto da qualsiasi altro «consumo di energia, compresa l'illuminazione».

In Germania, il Signor A. Schönberg, Consigliere Edilizio strettuale di Monaco, a seguito delle esperienze di Schweinfurt sopra riportate, concludeva pure così:

«L'uso della cucina elettrica risulta economico non solo per «le famiglie agiate, ma anche nelle case operaie ed in quelle «della piccola borghesia. Le officine di produzione possono, «adottando tariffe adeguate alle utenze, non solo aumentare «notevolmente il consumo dell'energia, ma anche veder cre- «scere i loro utili. Le distribuzioni di energia nelle zone perife- «riche delle città e nei sobborghi, che rappresentano una pas- «sività, quando si hanno solo utenti d'illuminazione, diventano «attive appena si distribuisce energia per riscaldamento e nei «centri rurali di basso reddito questo si eleva appena si riesce, «con appropriate tariffe, a fornire energia di riscaldamento «anche solo ad una piccola parte degli abitanti. La fornitura «di energia per cucina porta ad un consumo annuale di circa «300 kWh per ogni componente la famiglia e quindi, special- «mente nelle piccole città ed anche nelle campagne, il con- «sumo riceve un incremento considerevole».

Noi non abbiamo ancora esperienze nostre, per quanto, come ho riferito sopra, tutto dia bene a sperare su analoghi ed ottimi risultati anche per il nostro paese.

Per quanto riguarda il grosso riscaldamento domestico invernale, si tratta di utilizzazione stagionale, che come ho fatto notare, può trovare soltanto applicazione nelle Regioni centrali e meridionali d'Italia. Anche per l'esperienza fattane, ritengo che sia applicazione sulla quale si debba fare poco affidamento e che può andar bene solo in qualche caso, in cui vi siano quantitativi di energia stagionale da smaltire e si abbiano insieme cabine e linee di bassa tensione, che ne permettano la pratica distribuzione, senza inconvenienti per il servizio luce.

Poco conto poi si deve fare sulla diffusione dei refrigeranti, sia per il consumo ridotto ed in gran parte di carattere stagionale come anche perchè in Italia ben poche famiglie possono permettersi il lusso di installazioni del genere.

Tutti gli altri piccoli apparecchi invece, si debbono propagandare nel miglior modo, specialmente se essi, come nella maggior parte dei casi avviene, vanno a finire sotto il normale contatore luce.

Ritengo che questo sia un ausilio molto importante per le aziende elettriche, anzi sono convinto che, senza tale consumo, che non si può valutare ma deve essere notevole, le industrie elettriche non potrebbero registrare quegli aumenti di consumo che vengono posti sotto la categoria generica di luce e che le nostre statistiche riportano.

È ingiusto che i consumi dei piccoli apparecchi che per legge sarebbero esenti da tassazione debbano per ragioni di cose sopportare un gravame così notevole di tasse ed imposte sulla luce e se non fosse altro, basterebbe questa considerazione per far ritenere giusto ed equo uno sgravio di tasse del genere. Ma purtroppo i tempi non sono come abbiamo visto favorevoli a ciò! Perciò dobbiamo augurarci che l'aumentato gravame non rechi danni insopportabili per le Aziende Elettriche e che esse, come sempre, sappiano trovare la migliore soluzione per difendere onestamente i propri interessi e nel contempo efficacemente contribuire alla restaurazione economica ed alla grandezza della Patria.

Ing. Cesare Pedrini.

ING. ALESSANDRO TACCANI

PRESIDENTE DELLA SEZIONE TECNOLOGICA DELL' « UNFIEL »

Incidenza della spesa dell'energia elettrica sui vari bilanci

Dell'incidenza del costo dell'energia elettrica nel bilancio economico della Nazione, e nei bilanci famigliari, industriali, commerciali ed agricoli, è stato più volte detto, da studiosi autorevoli, in svariate occasioni.

Per non dire che dei più noti, ricorderò il pregevole studio dell'Ing. Norsa « Energia Elettrica ed Energia Umana », la monografia del nostro Presidente Onor. Motta « Tariffe e Prezzi dell'energia elettrica », e quella del nostro Direttore Ing. Cèsari « La produzione e l'impiego dell'energia elettrica in Italia nell'annata 1928 ».

Il compito mio perciò non può essere di dire cose nuove su questo argomento: dovrò invece limitarmi a coordinare in un unico quadro le constatazioni che dagli studi precedenti sono emerse, procurando di trovare, nei dati statistici che ho potuto raccogliere, una nuova conferma della loro attendibilità.

INCIDENZA DEL COSTO DELL'ENERGIA ELETTRICA NEL BILANCIO ECONOMICO DELLA NAZIONE.

Si ode talora, per non dire sovente, ripetere il luogo comune che l'energia elettrica ha un'importanza basilare sull'economia nazionale. L'Onor. Motta ha già osservato che « l'energia elettrica sarebbe arbitra dello sviluppo economico se fosse sempre insostituibile e, dove fosse tale, quando l'incidenza del suo costo la mettesse in primo piano fra gli elementi che determinano il costo di ciascun prodotto o servizio », ed ha aggiunto che « ciò non è vero in nessun campo ».

L'Onor. Motta valuta con un calcolo sommario l'incidenza dell'energia elettrica sull'economia nazionale nel 2 % o poco più. Ho tentato di fare un calcolo più approssimato.

La produzione dell'energia elettrica in Italia nel 1929 è stata censita dall'Ufficio statistico della UNFIEL in 9,75 miliardi di Kilowattora, essendo le aziende produttrici censite in numero di 322 comprendenti 900 Centrali di produzione: essa rappresenta presumibilmente il 90 % della produzione totale del Regno ed è leggermente superiore a quella censita dal R. Servizio Idrografico del Ministero dei Lavori Pubblici. Si può perciò ammettere con buona approssimazione che la produzione totale in Italia nel 1929 sia stata di 10.8 miliardi di kWh, compresi 0,25 miliardi di kWh importati dalla vicina Svizzera.

Per passare dalla produzione al consumo occorre togliere le perdite di distribuzione. È questa una indagine assai difficile sopra tutto perchè l'organizzazione della nostra industria è assai complessa, essendo formata da imprese produttrici che consegnano l'energia ad imprese distributrici, che tra di loro effettuano numerosi scambi, e che a loro volta in molti casi alimentano aziende sub-distributrici, da altre aziende produttrici e distributrici assieme, e da altre infine che producono l'energia per speciali usi propri.

Tuttavia una inchiesta condotta presso le principali aziende produttrici e distributrici mi fa ritenere di non essere molto lontano dal vero valutando tali perdite globalmente nel 25% della produzione, ossia complessivamente in 2,7 miliardi di kWh. Il consumo totale di energia nel 1929 può perciò ritenersi di 8.1 miliardi di kWh.

Tale consumo risulta ripartito approssimativamente come segue:

Illuminazione privata	kWh	780.000.000
Illuminazione pubblica........	»	150.000.000
Trazione	»	720.000.000
Piccola e media forza motrice ed usi vari industriali	»	2.950.000.000
Grande industria uso continuo	»	2.250.000.000
Grande industria uso stagionale	»	1.250.000.000
Totale	kWh	8.100.000.000

L'indagine, alla quale ho accennato più sopra, e che ha contemplato un complesso di consumi di circa 6 miliardi di kWh, ossia circa il 75% del consumo totale, mi ha portato a stabilire come segue il ricavo medio per kWh in ciascuna delle categorie considerate.

Illuminazione privata	L. 1,10	per	kWh
Illuminazione pubblica.........	» 0,54	»	»
Trazione	» 0,18	»	»
Piccola e media forza motrice ed usi industriali vari	» 0,31	»	»
Grande industria per uso continuo	» 0,184	»	»
Grande industria per uso stagionale	» 0,054	»	»

Applicando i suesposti ricavi medi a tutta l'energia consumata, e per tutti i produttori e distributori di energia, si ottiene il ricavo globale seguente:

Illuminazione privata	L.	858.000.000.—
Illuminazione pubblica...........	»	81.000.000.—
Trazione	»	129.600.000.—
Piccola e media forza motrice ed usi industriali diversi	»	914.500.000.—
Grandi industrie per uso continuo.	»	414.000.000.—
Grandi industrie per uso stagionale	»	67.500.000.—
Totale	L.	2.464.600.000.—

con una media generale di L. 0,302 per kWh.

E siccome il reddito complessivo della Nazione è stato valutato, da parecchi studiosi, in cifre che variano fra i 90 ed i 120 miliardi all'anno, ne consegue che l'incidenza complessiva del costo dell'energia elettrica sul bilancio economico della Nazione sta fra 2,05 % e 2,74 %.

Se si considera che il consumo di frumento rappresenta per l'Italia una spesa annuale di circa 11 miliardi, che il consumo

del vino comporta una spesa di oltre 7 miliardi all'anno, mentre la spesa per i manufatti di cotone sorpassa i 5 miliardi, quella per i manufatti di lana i 4 miliardi, e quella per il tabacco i 3,5 miliardi all'anno, non si può certo affermare che l'energia elettrica sia in primo piano fra gli elementi che determinano il costo di ciascun prodotto o servizio.

Incidenza dell'energia elettrica nel bilancio famigliare.

Abbiamo visto che il quantitativo di energia consumata per illuminazione ed usi domestici è di 780 milioni di kWh all'anno, con un ricavo globale di 858 milioni di lire. Per studiare quanta parte di tale spesa gravi sui bilanci famigliari, occorre dedurre la quota di energia che viene consumata per luce altrove che nelle famiglie, e cioè negli uffici, nei negozi, negli esercizi pubblici, nei teatri, nei cinematografi, nelle insegne e reclames luminose, negli stabilimenti industriali. L'indagine sarebbe oltremodo difficile e laboriosa: tuttavia basandomi su alcuni dati indiziari non ritengo di essere lontano dal vero limitando il quantitativo di energia consumato nelle abitazioni famigliari a non più di 500 milioni di kWh all'anno, con un ricavo di circa 600 milioni di lire.

Il numero dei Comuni serviti da distribuzione di energia elettrica raggiunge il 91 % del totale numero dei Comuni del Regno: ma tenendo conto di quella parte di popolazione che abita lontano dai capoluoghi e dalle frazioni comunali servite, possiamo ritenere che la popolazione effettivamente servita si limiti al 70% della popolazione del Regno, ossia in cifra tonda, a 28 milioni di abitanti. Ne deriva un carico medio annuale per abitante di circa L. 21,50 che, riferito al reddito medio, stimato dai vari economisti fra 2100 e 2800 lire all'anno, corrisponde ad una incidenza fra 1 e 0,8 %.

Ad un risultato poco diverso si arriva consultando la cifra della Rivista mensile del Comune di Milano. Essa dà, per la famiglia tipo, un consumo di 104 kWh all'anno, che al prezzo attuale di L. 1,10 forma una spesa di L. 114.— pari al 0,88 % della spesa complessiva annua della medesima famiglia tipo, calcolata in L. 13.000.—. Si noti che la spesa per l'illuminazione e per il riscaldamento, che nelle pubblicazioni statistiche è generalmente espressa in una cifra unica, va notevolmente diminuendo in percentuale col crescere dell'agiatezza della famiglia. Così ad esempio si rileva da una inchiesta fatta dall'ufficio di statistica Germanico, i cui risultati sono pubblicati nel numero di Gennaio della belga *Revue du Travail*, che, mentre la spesa per illuminazione e riscaldamento in famiglie aventi il reddito annuo di 2.500 marchi è del 4,3 % della spesa totale, tale percentuale diminuisce al 2,8 % per le famiglie aventi un reddito annuo superiore a 4.300 marchi.

Concludendo possiamo ritenere che la spesa media per l'energia elettrica consumata dalle famiglie sia assai vicina all'1 % della spesa famigliare totale.

È da rilevare però che questa percentuale riguarda solo la spesa per l'energia: essa è poi gravata dalla tassa governativa e dall'imposta comunale, che assieme l'aumentano di circa il 50 % (40 % nei piccoli centri, 60 % nei grandi centri). Perciò il costo totale, per la famiglia, compresi i gravami fiscali, può ritenersi dell'ordine dell'1,5 % della spesa famigliare totale.

Incidenza dell'energia elettrica nelle industrie.

Tanto il Norsa come il Cesari, negli studi sopracitati, forniscono numerosi dati su tale argomento. In base ad essi si può ritenere che al consumo di 1 kWh di energia elettrica corrispondono in media i seguenti prodotti:

1) Caseifici	400 lire	di formaggio
2) Filature seta	180 »	di filati di seta
3) Tipografie	100 »	di stampati
4) Fabbriche fiammiferi	85 »	di fiammiferi
5) Tessiture seta	75 »	di tessuti di seta
6) Calzaturifici	70 »	di scarpe
7) Vetrerie	60 »	di vetro
8) Fabbriche cioccolato	50 »	di ciaccolato
9) Calzifici	45 »	di calze
10) Fabbriche mobili	40 »	di mobili
11) Pilerie riso	35 »	di riso
12) Molini	28 »	di farine
13) Concerie	25 »	di pelli conciate
14) Officine meccaniche	25 »	di prodotti
15) Fabbriche laterizi forati	20 »	di laterizi forati
16) Filatura lana	18 »	a filato di lana
17) Costruzioni ferroviarie	18 lire	di materiale ferr.
18) Tessiture di cotone	16 »	di tessuto di cot.
19) Raffinerie zolfo	15 »	di zolfo
20) Fabbriche concimi	14 »	di concimi
21) Bottonifici	13 »	di bottoni
22) Tessitura juta e canapa	13 »	di tessuti di juta e canapa
23) Filatura juta e canapa	12 »	di filato di juta e canapa
24) Filature cotone	12 »	di filato di cotone
25) Pastifici	12 »	di pasta
26) Colorifici	12 »	di colori
27) Zuccherifici	8 »	di zucchero
28) Fabbriche laterizi comuni	8 »	di laterizi comuni
29) Panifici elettrici	6 »	di pane
30) Fabbriche seta artificiale	4 »	di seta artificiale
31) Fabbriche cemento	3,50 »	di cemento
32) Fonderie di acciajo	2 »	di acciaio fuso
33) Fabbriche ghiaccio	1,50 »	di ghiaccio
34) Acciaierie e Ferriere	1 »	di laminato
35) Cartiere	1 »	di carta da giornale
36) Fabbriche di zinco	0,60 »	di zinco in pani
37) Fabbriche di soda	0,50 »	soda
38) Forni per ferro manganese	0,50 »	ferro manganese
39) Fabbriche di pasta di legno	0,35 »	pasta di legno
40) Fabbriche di alluminio	0,30 »	alluminio in pani
41) Forni per ghisa elettrici	0,20 »	ghisa
42) Forni per ferro silicio	0,15 »	ferro silicio

Se applichiamo, alle singole produzioni, i prezzi presumibilmente pagati per l'energia elettrica nei vari casi, tenuto conto dei quantitativi consumati singolarmente, e delle singole durate di utilizzazione, ne dovremo dedurre che:

a) per i primi 10 prodotti l'incidenza è sicuramente minore dell'1 %

b) per i prodotti dall'11) al 20) l'incidenza è sicuramente minore del 2 %

c) per i prodotti dal 21 al 30) l'incidenza è compresa fra il 2 ed il 5 %

d) per i prodotti dal 31) al 35) l'incidenza è compresa fra il 5 ed il 10 %

e) per i prodotti dal 36) al 42), per i quali però è da ritenersi possibile l'uso di energia non solo a forte utilizzazione, ma anche a caratteristiche stagionali, l'incidenza è superiore al 10% raggiungendo in qualche caso il 30 % circa.

Si può perciò affermare che, per la grande maggioranza dei prodotti industriali, il costo dell'energia elettrica è quota così piccola da non avere influenza apprezzabile sul prezzo di vendita del prodotto, ma rientra invece nelle spese generali, alla diminuzione delle quali normalmente corrisponde l'aumento di profitto dell'industriale.

Incidenza dell'energia elettrica nei bilanci commerciali.

Il Mortara valuta in 10 miliardi all'anno la quota di reddito nazionale derivante dai commerci. E tale cifra è da ritenersi per attendibile, se non forse bassa, quando si osservi che una grandissima parte del reddito viene consumata attraverso al commercio, e che moltissime merci passano dalla produzione al consumo attraverso parecchi intermediari, ciascuno dei quali grava la merce di una quota di utile, sicchè non di rado il prezzo di acquisto pel consumatore riesce di molto più elevato del prezzo di vendita del produttore. Il complesso degli affari commerciali che si effettuano perciò negli uffici, nei magazzini, e nei negozi assomma certamente ad una cifra di parecchie, e forse di molte, decine di miliardi. L'energia elettrica sotto forma di illuminazione, di insegne e reclames luminose, e per qualche altro uso accessorio, impiegata dal commercio è compresa in quei 780 milioni di kWh annuali dai quali abbiamo già tolto 500 milioni per i consumi domestici: se consideriamo che nei restanti 280 milioni di kWh è incluso anche il consumo per illuminazione degli opifici industriali, dei teatri, dei cinematografi ecc., dobbiamo dedurne che il consumo del commercio (uffici e negozi) deve essere dell'ordine dei 150/180 milioni di kWh all'anno, e la relativa spesa dell'ordine del 150/200 milioni all'anno: il che significa l'1,5/2 % sul reddito commerciale, e forse il 2-3 per mille sul valore delle merci vendute.

Incidenza dell'energia elettrica sui bilanci agricoli.

Nel campo agricolo, un computo anche approssimato dell'incidenza del costo dell'energia elettrica non solo è pressochè impossibile, ma, se anche fosse tentato, i risultati non potrebbero avere che uno scarsissimo valore, e ciò per due ordini di ragioni: anzitutto perchè diversissimi sono i fabbisogni di energia elettrica, che variano, anche in modo essenzialissimo, non solo in relazione alle diverse culture, ma, per ogni cultura, a seconda della qualità del terreno, delle condizioni metereologiche, della maggiore o minore o inesistente dotazione d'acqua per l'irrigazione, e di tante altre condizioni specifiche: in secondo luogo, perchè il problema dell'elettrificazione agricola, lo si è già detto più volte, ma conviene ripeterlo qui e sempre, non è problema di costo dell'energia, ma di costo degli impianti specificatamente necessari all'utilizzazione dell'energia.

Dagli studi del Casini presentati nel Congresso di Francavilla ed in questa riunione, da quelli dell'Ing. Zannini pubblicati in *L'Energia Elettrica* e da altri molti, emerge che i consumi di energia per Ettaro variano e possano variare da un paio di decine a parecchie centinaja di Kilowattora all'anno: e risulta pure che la spesa propria degli impianti di utilizzazione può variare da un minimo di 200/250 a forse più di un migliaio di lire per Ettaro servito e da due a cinque o sei lire per kWh distribuito, e che perciò il gravame di tale spesa può raggiungere in qualche caso un valore quadruplo o quintuplo del costo dell'energia.

Il Casini ha valutato per tutta la Puglia, ossia per una estensione di un milione e seicentomila Ettari, in 88 milioni di kWh all'anno il fabbisogno di energia elettrica per l'elettrificazione integrale. Estendendo tale computo a tutto il territorio nazionale, e tenuto conto della superficie non coltivata, il fabbisogno per l'elettrificazione integrale del nostro Paese dovrebbe essere di circa 1.5 miliardi di kWh all'anno. Se a tale quantitativo di energia noi applichiamo il prezzo di L. 0,30 per kWh che abbiamo ricavato come medio per tutta l'energia consumata in Italia, la spesa annua relativa sarebbe dell'ordine di 450 milioni, ossia poco più dell'1 % del valore della nostra produzione agricola che, com'è noto, è valutata dagli economisti in circa 40 miliardi all'anno. Ma l'elettrificazione integrale di tutta la nostra agricoltura, avverte il Casini, importerebbe una immobilizzazione di forse 5 miliardi, ed una conseguente ulteriore spesa annua per interessi, ammortamenti, manutenzione ed esercizio di oltre 1 miliardo!

Conclusioni.

Da quanto più sopra esposto, risulta che, salvo in poche lavorazioni industriali, alle quali però la notevole importanza dei quantitativi d'energia richiesti permette di ottenere, anche in vista dell'adattabilità delle lavorazioni stesse alle variazioni periodiche nella disponibilità dell'energia, condizioni speciali di prezzo dell'energia stessa, o di crearsi propri impianti produttori a caratteristiche speciali, con costi di impianto e perciò d'esercizio assai ridotti, l'incidenza del costo dell'energia elettrica sui vari bilanci è di un ordine modestissimo, sicchè una variazione anche notevole dei prezzi non avrebbe ripercussione sensibile nè sul costo della vita, nè sui prezzi di vendita dei prodotti agricoli ed industriali.

Ing. Alessandro Taccani.

24 Aprile 1930.

ING. ETTORE CESÀRI

DIRETTORE DELL'« UNIONE NAZIONALE FASCISTA INDUSTRIE ELETTRICHE »

Legislazione comparata

SOMMARIO.

I – ORIGINE DELLE LEGISLAZIONI SULL'ELETTRICITÀ.

Il moltiplicarsi delle attività umane e l'accrescersi incessante nel corso dei secoli del nostro patrimonio spirituale non ha gran che modificato il fondo dell'umana coscienza: perciò da tempi molto remoti fino ad oggi le basi fondamentali del diritto rimasero quasi immutate. Il nostro diritto civile ha ancora la sua fonte principale in quel meraviglioso monumento che è il diritto romano: modello che legislatori e giureconsulti andarono gradatamente adattando a sempre nuovi oggetti, man mano che il progresso civile andava creando nuove forme di vita dalle quali scaturivano nuovi bisogni e nuovi problemi. Le grandi scoperte scientifiche e la conseguente rivoluzione dei procedimenti industriali avvenute nel secolo scorso e nel nostro diedero luogo ad innumerevoli adattamenti di classici principî del diritto a forme nuovissime: e fra questi sono i provvedimenti legislativi che interessano l'energia elettrica.

Lo studio dei fenomeni elettromagnetici e le prime loro applicazioni pratiche (telegrafia, elettrolisi, illuminazione ad arco) per parecchi decenni non interessarono che indirettamente il legislatore perchè o non sortivano dai laboratori o non toccavano interessi generali o particolari: finchè l'apparire delle prime reti di distribuzione, che segnò la nascita dell'industria elettrica, quale oggi è da noi intesa, pose in evidenza una quantità di problemi che non potevano essere risolti se non mediante interventi legislativi.

Fino al 1882 erano bensì state emanate leggi in diversi paesi per regolare le trasmissioni telegrafiche: fra le altre quella piemontese del 1853, che fu tra le prime, e due convenzioni internazionali (1865 e 1875). Ma trattavasi di leggi nelle quali non figurava mai come obietto nè l'energia elettrica nè l'elettrodotto. Nel 1882 comparve in Inghilterra una prima legge che regolava i monopoli relativi alle reti di distribuzione. Essa fu il primo segnale del sorgere in quasi tutti i paesi civili di una serie di provvedimenti legislativi slegati fra di loro, quasi sempre di carattere contingente, che diedero vita al nuovo « diritto elettrico ».

Il 1894 segna, per merito dell'Italia, una seconda importantissima tappa: è vanto nostro l'aver creato una legge sull'Elettrodotto fin da quell'anno, che, insieme con quella sulle Acque venuta più tardi, rimane ancora un mirabile esempio in materia, imitato da molti, ma non ancora superato.

La guerra fu d'impulso a regolare e favorire l'industria elettrica, riconosciuta ovunque come principale ausilio delle industrie belliche e più tardi come elemento prezioso della ricostruzione economica. Poi l'esperienza dei primi anni del dopoguerra rese quasi ovunque necessario il perfezionamento e la concentrazione delle numerose leggi, sovente slegate e sparse, che costituiscono ciò che qualcuno chiama i « codici elettrici » delle varie nazioni.

II – DIVERSE CONDIZIONI NELLE QUALI SORSERO LE VARIE LEGISLAZIONI.

Non presso tutte le nazioni l'industria elettrica nacque e crebbe nello stesso modo: di conseguenza fu diverso da paese a paese il procedimento che diede corpo ai vari « codici elettrici ». Il diritto nasce dal fatto, e perciò assume varie forme a seconda delle circostanze che gli danno vita.

In Italia l'industria elettrica si orientò fin dalle origini su due direttive segnate dalla utilizzazione delle forze idrauliche e dalla trasmissione dell'energia a considerevoli distanze. Non starò a ripetere, a chi meglio di me le conosce, le cause di questo fatto. Ricorderò soltanto che il trasporto Isoverde-Genova è del 1887 e quello Tivoli-Roma del 1889. Per questo e per altre cause accessorie lo sciame dei provvedimenti legislativi sull'industria elettrica venne in Italia a gravitare intorno ai due nuclei di importanza basilare costituiti dall'*elettrodotto* e dalle *acque*.

In altri paesi di avanzata civiltà, come ad esempio la Francia, l'Inghilterra e la Germania, l'industria elettrica nacque in tutt'altre circostanze. Ivi i grandi trasporti di forza sorsero assai più tardi, quando già si erano formate numerose distribuzioni locali indipendenti: ivi anche oggi l'industria elettrica si basa principalmente sulla produzione termica e serve una clientela formata da piccole utenze, laddove il grande cliente industriale vi costituisce l'eccezione.

In Italia si comprese subito l'importanza nazionale della utilizzazione delle risorse idriche, e il legislatore si preoccupò di aprir la strada ad una industria elettrica vitale quale soltanto poteva sorgere in condizioni di piena libertà, riconoscendo ad essa il carattere di utilità pubblica e sacrificando al suo sviluppo qualche piccolo interesse particolare. Negli altri paesi di cui ho detto sopra mancò per molti anni questa chiara visione. E mentre da noi la Legge sull'elettrodotto, saggiamente interpretata da una magistratura intelligente, toglieva agli enti locali ogni ingerenza in materia, altrove i legislatori si perdevano in un meandro di provvedimenti dettati da meschine vedute di carattere demagogico o locale, o meglio, come ha scritto in proposito un arguto collega americano, di « carattere parrocchiale ». Questa è l'origine dei monopoli locali, dei controlli asfissianti, delle inframmettenze di organi disadatti e soprattutto del ritardato sviluppo dell'industria elettrica presso alcune nazioni, che ne fu la naturale conseguenza.

Alcuni di questi paesi si trovarono a un certo punto a possedere una industria caotica, a carattere sporadico, senza collegamenti, limitata ai grandi centri, in condizioni tecnico-industriali disastrose. Esempio tipico: l'Inghilterra. Si dovette allora (sovente in più riprese) modificare la legislazione, creare enti speciali, fare intervenire lo Stato con gravi spese e cercare con ripieghi d'ogni genere un costoso e penoso riordino dell'industria.

Presso altre nazioni minori e meno progredite l'industria elettrica vera e propria o non nacque affatto o rimase a lungo allo stato embrionale. I governi pensarono allora a vari mezzi per allettare il capitale, specialmente straniero, ad investirsi nell'industria elettrica: talvolta crearono « schemi » di elettrificazione costituiti da piani regolatori e da provvedimenti legislativi di favore. Ed ecco un altro ordine di idee ben diverso ancora dai due precedenti.

Questi ed altri esempi che si potrebbero portare bastino a convincere che uno studio comparativo delle varie legislazioni non può essere disgiunto dall'esame delle ragioni storiche e dalle circostanze locali che le hanno prodotte. L'esempio di un

paese non ha talvolta alcun senso se applicato ad un altro, e ciò che fu provvido o necessario per l'uno potrebbe divenire dannoso per altri. Sopratutto non bisogna generalizzare e credere che pel fatto che un provvedimento è stato adottato in parecchi altri paesi ciò significhi che esso è buono, e tanto meno dimostri che sarebbe utile applicarlo anche da noi.

Per fortuna nostra l'industria elettrica, affidata ai privati e libera di svolgersi, non ebbe fra noi bisogno di molti stimoli per crescere vigorosa. È quel regime libero che le ha dato forza e che ha permesso alla intelligente iniziativa dei suoi capi ed alla ingegnosa operosità dei suoi tecnici di portarla alla posizione attuale.

III – Principî fondamentali.

Per le ragioni anzidette ogni legislazione ha dunque preso un proprio orientamento, e questo ha influito, talvolta in varia proporzione, sulle varie leggi che in uno stesso paese regolano i diversi oggetti: *produzione* dell'energia, *elettrodotto*, *vendita*.

I *principî fondamentali* si possono tuttavia ridurre a tre: regime *libero* o di semplice *autorizzazione;* regime di *concessione;* regime di *controllo*. Tralascio il regime di *statizzazione* che, come applicazione integrale, non si trova che in Russia, ed in Svezia soltanto in forma parziale.

Il *regime di libertà* ha prevalso in Europa nei paesi dove l'industria elettrica si è sviluppata presto, non sotto la spinta artificiale dei provvedimenti governativi, ma per opera di sane iniziative private. Sono in genere i paesi dove l'industria elettrica costituisce uno dei rami più importanti dell'attività nazionale, perchè dà alimento a tutte le altre. In prima linea fra questi furono l'Italia, la Svizzera e alcuni paesi tedeschi e scandinavi, dove si comprese fin dai primi passi dell'industria che essa sarebbe divenuta, con l'utilizzazione delle grandi risorse idrauliche, uno dei caposaldi della prosperità avvenire: e sopratutto dove si valutò a tempo che una così cospicua somma di intelligente lavoro e di capitali quale occorreva per condurla in porto non poteva realizzarsi che nel libero espandersi dell'attività privata.

L'Austria imperiale, pur trovandosi in circostanze affini, non seguì questa politica nella errata e forse obliquamente interessata opinione che la nuova industria, facendo concorrenza al carbone, riuscisse nociva alla economia nazionale. Ma la Confederazione austriaca, spazzato il campo dai vecchi interessi e dai pregiudizi, ha anch'essa aperto all'industria elettrica un regime di libertà.

Al polo opposto di questa concezione si posero fin da principio le nazioni anglo-sassoni.

In Inghilterra ancora oggi l'industria elettrica, servendo solo le minori utenze, è legata alle distribuzioni locali. Essa è ben lontana dal rappresentarvi quell'importante elemento dell'economia nazionale che essa costituisce da noi.

Fin dall'inizio in Inghilterra si parificò il servizio elettrico a quelli dell'acqua e del gas, cioè ad una cosa di interesse locale. Un po' per analogia, un po' per lo spirito tradizionale inglese che dà al Comune un'importanza assai maggiore che altrove, un po' per non turbare interessi particolari dei municipi che in buon numero erano legati e non sempre pacificamente da contratti con le compagnie del gas, un po' per l'impressione ancora viva di precedenti lunghi contrasti giudiziari relativi all'uso delle aree pubbliche, e sopratutto perchè nessuno immaginava che la nuova industria potesse assumere mai un carattere *nazionale*, lo Stato finì per lasciarne la cura agli enti locali, tenendo per sè solo il diritto di autorizzare caso per caso la costituzione dei singoli enti distributori.

Nacque così quel deprecato « sistema parrocchiale » di cui l'Inghilterra sta oggi scontando a caro prezzo le conseguenze. E quando, durante la guerra, si vide finalmente chiaro nella questione, la mentalità anglosassone riprese il sopravvento, ed anzichè sciogliere i ceppi chè impedivano all'industria di fondersi, di uniformizzarsi e di crescere, essa non trovò di meglio che la creazione di una « Commissione » (Legge del 1919) avente per fine il riordino dell'industria *d'autorità*. Degno di nota che pur avendo quest'organo ottenuto poteri quasi dittatoriali, fu fatta eccezione per gli impianti che non hanno carattere di minuta distribuzione, per i quali i poteri furono limitati a dar pressochè sole prescrizioni di ordine tecnico. Vigeva ancora e sempre l'idea ristretta della distribuzione a carattere parrocchiale.

I due ordini di fatti che dirò per meglio intenderci italiano ed inglese, hanno avuto quindi due origini, due procedimenti, e due sviluppi completamente diversi *fin dall'inizio*. Le due industrie sono nate e cresciute in questi due diversi climi, che non è possibile confondere, come non sarebbe più possibile senza gravi pericoli il trapianto dell'una nel terreno dell'altra.

Questi due diversi e caratteristici sviluppi hanno avuto anche una sensibile influenza sulle tariffe: il sistema inglese che ammette un controllo su queste ultime, ha portato in pratica oltre che ad una elevatezza di tariffe da noi sconosciuta (conseguenza anche della produzione a carattere locale che è sempre più costosa) ad una limitazione sensibile di quella vasta differenziazione dei prezzi che da noi è stata una leva potentissima per lo sviluppo delle applicazioni dell'energia elettrica. La libertà di tariffficazione ha permesso alle imprese italiane di servire tutte le classi di utenti pur mantenendo l'equilibrio dei propri bilanci. È questo uno dei punti più scabrosi che i sostenitori nostrani del controllo sull'industria elettrica non hanno mai considerato. Quest'ultima ha sempre più assunto un carattere nettamente immobiliare e si è formata, assai più che sui capitali azionari, reggendosi sopra svariate forme di finanziamento, che esigono a scadenze fisse ed irrevocabili retribuzioni gravose ed irriducibili. E poichè d'altra parte vige fra noi una differenziazione tariffaria sviluppatissima, è evidente che non sarebbe possibile ridurre un unico prezzo senza doverne correlativamente ritoccare altri, pena il non raggiungere più l'equilibrio del bilancio.

Si comprende che dove l'industria è nata sotto il controllo e in questo regime è cresciuta, essa ha dovuto *adattare per gradi* i tipi delle tariffe ed i prezzi alle esigenze del suo caso. In pratica ne sono sortiti dei risultati tutt'altro che favorevoli agli utenti, come dimostrano le tariffe colà vigenti, e l'industria è cresciuta storpia: ma tutto ciò è ancora avvenuto se pur con danno generale, almeno senza disastrose scosse. È facile invece immaginare che cosa avverrebbe se ad un'industria cresciuta sana e robusta in regime libero si applicassero simili concetti: e come un ritocco di tariffe sarebbe laborioso e complicato e sopratutto azzardoso per le vaste ripercussioni d'ogni genere che avrebbe sia nei riguardi delle imprese elettriche che nell'interesse stesso di alcune classi degli utenti che si vorrebbero difendere.

La Commissione inglese del 1919, come tutte le consorelle analoghe, finì per concludere ben poco di pratico; e ciò sopratutto perchè non basta dar dei poteri a cinque galantuomini perchè questi possano cambiare una situazione come era quella dell'industria elettrica inglese. Mancavano ad essa i mezzi per porre in atto le più importanti sue decisioni. E allora se ne creò un'altra (Electricity Board) munita oltre che di autorità e di poteri anche di quattrini: in poche parole lo Stato si prese sulle spalle l'onere di eseguire il riordino dell'industria. Ed i milioni di sterline dell'erario corrono e correranno a centinaia: non è ancor detto quale sarà il risultato.

In Italia non è mancato chi, avrebbe voluto seguire la concezione anglosassone attraverso le municipalizzazioni. Ma alla prova dei fatti queste ultime non hanno corrisposto alle speranze che le avevano create perchè appunto esse non hanno ragione d'essere dove l'industria assume per forza propria importanza *nazionale* e perde il carattere *locale;* e sopratutto dove essa è chiamata a supplire in modo *integrale* a tutti i bisogni della Nazione, non solo a soddisfare i bisogni domestici e delle industrie più modeste localizzate nei maggiori centri.

Dallo stesso spirito anglosassone nacque la concezione americana: ma in parte ragioni locali, in parte il fatto che gli americani hanno saputo spogliarsi da quel conservatorismo che è caratteristico degli Inglesi, condussero a tutt'altri risultati. Oltre Atlantico si comprese molto più presto che non in Inghilterra l'errore costituito dal voler mantenere un carattere locale all'industria elettrica, e si cercò di favorirne lo sviluppo organico a base statale. Tutto quanto si riferisce quindi alla costruzione ed allo sviluppo degli impianti vi è fatto in regime di semplice autorizzazione, cosicchè hanno potuto prendervi uno sviluppo enorme la produzione, il trasporto e la distribuzione dell'energia: per ciò che riguarda invece la vendita minuta, fin dalle origini fu adottato il principio del controllo, per ragioni di analogia con gli altri servizi pubblici i quali, al nascere dell'industria elettrica, avevano già raggiunto uno sviluppo senza precedenti. Pei servizi ferroviari, del gas, delle tramvie urbane, già fino dal 1870 si era iniziata una serie di campagne nel campo politico e giudiziario che si risolsero nel principio, consacrato in sentenze delle Corti, pel quale se da un lato un esercente di pubblici servizi non deve abusare eccedendo nei guadagni, ad ogni impresa di questo genere deve essere garantita una giusta retribuzione. Siamo ben lontani, nonostante le apparenze, da quanto è avvenuto fra noi, dove i primi decenni furono assai duri per l'industria elettrica, la quale ha subito, e talvolta ancora subisce indifesa, gli attacchi della concorrenza, specialmente a carattere municipale. E non va taciuto che anche in America il controllo (che decide solo in primo grado, riservato l'appello alla Corte Suprema di Cassazione) fu applicato agli esordi dell'industria che ha avuto

tempo di adattarvisi e che non ne fu mai sacrificata, e che si applica più che altro alla minuta distribuzione.

Va poi tenuto conto dell'ambiente tutto particolare degli Stati Uniti, così diverso dal nostro. Ad esempio, mentre colà è stato sancito il principio del più minuto controllo estendendo i poteri delle Commissioni fino all'esame dettagliato dei libri contabili, è ammesso un sistema di ripartizione degli utili che in parte distrugge l'effetto che col controllo si vorrebbe raggiungere. E non è il caso di insistere su altri particolari.

Concludendo, i sistemi anglosassoni non si adatterebbero al nostro dosso più che non sia avvenuto delle giurie e di altre istituzioni del genere: allo stesso modo che non allignerebbero in quei paesi alcuni nostri particolari istituti, e non vi ha allignato neppure il sistema metrico decimale.

Logica conseguenza del sistema anglo-sassone è la concessione del monopolio, il quale finisce per tendere ad un effetto contrastante col principio ispiratore del controllo. La mancanza della libera concorrenza non può che nuocere al progresso tecnico dell'industria, favorendone piuttosto la fossilizzazione: come si è visto chiaramente in Inghilterra. Altra conseguenza, che conferma le osservazioni fatte, è il diverso effetto che i regimi inglese ed americano conseguivano nei riguardi delle aziende municipalizzate. In Inghilterra, dove si conservò all'industria il carattere locale, esse si moltiplicarono, in America, dove le si diede in tempo il carattere nazionale, esse tendono rapidamente a sparire. Ciò avviene anche perchè l'industria si esercita in regime di monopolio, e questo regime non sembra abbia dato i migliori risultati in mano ai Comuni.

Fra questi due procedimenti che ho chiamato italiano ed inglese, sta quello che dirò francese, del *regime di concessione*. Secondo questo concetto i pubblici poteri rimangono agnostici in tutti i casi nei quali un impianto elettrico non tocca ben di pubblico demanio ma si riservano di *autorizzare* in qualche caso, di *concedere* in qualche altro, il diritto di occupazione, di passaggio e di vendita.

In Francia l'industria si svolse da prima in regime libero. Mancando le ragioni che in Italia e in Svizzera ed altrove le hanno dato un carattere *nazionale*, sorse qui pure la tendenza localizzatrice; le imprese finirono per dare la preferenza ai centri più redditizi ed importanti trascurando i minori. Fu questa la cagione principale per la quale lo Stato decise di adottare un sistema che può ritenersi intermedio tra il regime libero e quello di controllo assoluto.

Per i trasporti non destinati alla alimentazione di reti e pei casi più modesti si è mantenuto quasi integralmente il regime di libertà. Le distribuzioni sono state assoggettate al regime di concessione per zone limitate: solo in casi di eccezione è stato concesso il monopolio. In compenso delle limitazioni poste lo Stato e gli enti locali concedono aiuti, esoneri e sussidi: su tutta la legislazione incombe ad evidenza la preoccupazione di favorire lo sviluppo delle distribuzioni nei piccoli centri rurali che per le ragioni dette sopra erano finora stati scartati.

È ancora una volta il diritto che nasce dal fatto e dal bisogno e cerca di adattarvisi. Forse gli stessi legislatori avrebbero preferito il nostro regime libero se le particolari circostanze (fra le quali non ultime le difficoltà che in Francia si manifestano nella concorrenza fra produzione termica ed idraulica a danno di quest'ultima) non avessero consigliato altra via.

Molte delle imprese elettriche francesi vivevano già in buoni rapporti con le autorità locali, e l'assestamento del nuovo ordine di cose procedette senza gravi scosse. Tanto più che in Francia è sconosciuto quel sentimento astioso verso le iniziative private che tenne viva tra noi la campagna municipalista: in Francia le municipalizzazioni sono state sempre, come in America, intese ad assicurare un servizio dove esso non allettava l'industria privata e non a creare una concorrenza a quest'ultima. I forti sussidi che si vanno concedendo per la costruzione di elettrodotti e la diffusione ai centri minori delle reti di distribuzione, insieme ai finanziamenti di larghissimo favore, si sono dimostrati un potente correttivo alle titubanze che l'esercizio in concessione induce naturalmente negli industriali.

Va poi notato che in questo regime il controllo sui prezzi anzichè assoluto come avviene in qualche caso specialmente nei paesi anglosassoni è limitato alla fissazione nel disciplinare, cioè all'atto della concessione e prima che l'impresa inizi la sua opera, dei prezzi massimi per alcune principali voci tariffarie, prezzi che sono sempre fissati entro limiti così larghi da essere assai di rado raggiunti nella pratica, nonostante che la media generale di questi sia in generale superiore alla nostra. In qualche caso si stabiliscono formule algebriche nelle quali le variabili sono rappresentate da numeri indici dei costi del carbone e della mano d'opera e dalle quali si deduce semestralmente o trimestralmente un coefficiente da applicare ai prezzi base delle tariffe.

In conclusione anche questo caso intermedio ha avuto la sua ragione d'essere in determinate circostanze e non sarebbe applicabile ovunque.

Altre nazioni, e particolarmente le più giovani, hanno accettato ed applicato talvolta per puro sentimento di simpatia politica quello dei tre punti di vista principali che esse ritenevano più adatto al proprio caso. Nelle nazioni giovani non si può dire che l'uno meglio dell'altro abbia prodotto i risultati che si speravano in quanto finora essi furono quasi nulli: da quanto si è veduto risulta chiaro che se un regime può adattarsi più o meno ad un determinato paese, non si può d'altra parte sperare che basti l'assunzione ex novo od il cambiamento di un regime per far taumaturgicamente prosperare l'industria anche in un terreno maligno; nè che un cambiamento di questo genere porti a sensibili vantaggi pei consumatori.

Esaminata così la questione nei suoi principi fondamentali passerò ad un esame comparativo e critico delle diverse legislazioni nei loro dettagli.

IV – La produzione dell'energia.

Secondo alcune legislazioni la costruzione delle centrali è assolutamente libera, secondo altre è soggetta ad *autorizzazione* da parte delle Autorità governative o locali.

In Italia è libera la costruzione di una centrale termica in piena campagna: in città pure, purchè siano rispettati i regolamenti urbani. Altrettanto dicasi per le centrali idrauliche, purchè beninteso chi le costruisce possegga la disponibilità dell'acqua. Non v'è alcuna differenza a questo proposito fra centrali per uso privato od appartenenti ad imprese elettriche.

Si trovano nella stessa situazione dell'Italia la Spagna, la Germania, il Belgio e la Svizzera. Nel Belgio le autorità provinciali, in Svizzera uno speciale Ispettorato, hanno l'incarico di controllare che la costruzione delle centrali avvenga rispettando determinate norme di sicurezza come per ogni altro opificio; In Austria è richiesta l'autorizzazione solo per le centrali ad uso pubblico o per quelle private che vendano a terzi almeno 20 kW o comunque più del 10 per cento della produzione in kWh. Agli Stati Uniti (1) e in Polonia la costruzione di centrali private è libera, non così di quelle pubbliche. In Francia è libera la costruzione delle centrali termiche, ma quella delle centrali idrauliche è soggetta ad autorizzazione in tutti i casi. Altrettanto avviene in Danimarca.

In Inghilterra devono essere autorizzate dai Commissioners anche le centrali private qualunque ne sia l'uso; essi possono in base all'Electricity Act imporre anche alle private la frequenza di 50 periodi ed una tensione prestabilita caso per caso.

Sono vincolate all'autorizzazione governativa tutte le centrali senza eccezione in Bulgaria, Grecia, Portogallo e Rumenia. In quest'ultimo paese però le piccole centrali fruiscono di una procedura più semplice e sbrigativa.

In Italia non abbiamo *norme statali* per la costruzione delle centrali che perciò resta disciplinata solo dalle leggi comuni a tutti gli altri opifici pericolosi e, senza che ciò costituisca un obbligo, dalle Norme Impianti UNFIEL - A.E.I. Altrettanto avviene in Austria, Svizzera, Belgio, Germania, Polonia.

Non esiste alcuna prescrizione neppure di carattere privato in Bulgaria, Spagna, Rumania. Esistono invece leggi o regolamenti statali in questa materia in Danimarca, Stati Uniti, Inghilterra, Francia e Grecia. In quest'ultimo paese si prescrivono Norme speciali volta per volta anche per la costruzione delle centrali. In quasi tutti le Norme delle Associazioni private pur non avendo valore legale, sono considerate dai pubblici poteri e dall'autorità giudiziaria come un codice tecnico che stabilisce la «regola d'arte» in materia.

V – Le acque.

La legislazione sulle acque da qualche anno si è da per tutto modernizzata ed ha assunto quasi ovunque forme che poco differiscono fra di loro e dalla nostra. È indubbia l'influenza che l'esempio dell'Italia ha avuto sulle altre nazioni in questo campo.

Vi sono paesi dove esistono ancora acque private, altri dove esse sono state interamente demanializzate. Fra i primi sono la Polonia, l'Austria, la Svizzera, dove anche quelle demaniali sono divise fra Confederazione, Cantoni e Comuni rivieraschi; la Francia, il Portogallo, la Germania, la Danimarca, l'Inghil-

(1) NB. - Per gli Stati Uniti, dove vigono numerose legislazioni che differiscono sensibilmente nei dettagli, mi sono attenuto a quella vigente nel Massachuset, che è fra le più severe e si può ritenere riassuntiva di tutte le altre. *E. C.*

terra. Fra i secondi sono la Bulgaria, salvo per le acque sotterranee che sono considerate private, gli Stati Uniti, la Rumenia e la Grecia.

Notevole è il regime francese: ivi tutti i corsi d'acqua *navigabili* o *flottabili* appartengono al Demanio pubblico statale insieme al loro letto, gli altri no. Il letto di questi ultimi appartiene ai fondi rivieraschi, e però appartiene per intero ad un privato quando questi ne possegga le due sponde. L'acqua tuttavia rimane sempre demaniale e solo nel secondo caso sono rispettati i diritti d'uso dei rivieraschi. L'utilizzazione per forza motrice è considerata in diritto come una cosa distinta dall'acqua e come un bene appartenente alla nazione.

La legge del 1919 provvedeva al riconoscimento delle antiche utenze limitata a 75 anni per le potenze superiori ai 150 kW, rimanendo perpetua quella delle piccole forze. I titoli di antica concessione hanno mantenuto il loro pieno valore.

È generale la tendenza ad eliminare la *proprietá perpetua* di acque fluenti o sorgenti.

In nessun paese ormai lo Stato può più cedere a perpetuità l'uso delle acque: ovunque le concessioni hanno durata limitata. I casi estremi sono di 100 anni per la Baviera e 99 per la Spagna, che sono tuttavia termini eccezionali riservati ad opere di particolare importanza generale, e di 40 anni per la Danimarca. L'Austria ha termini di 60 e 90 anni per opere ordinarie od eccezionali: per la Spagna sono normali 75 anni, 80 per la Svizzera, da 50 a 75 per la Rumenia e la Bulgaria, 65 come massimo per la Grecia. In Portogallo non v'è limite e si stabilisce la durata « ad arbitrio di Sua Eccellenza ». La Rumenia proroga il termine a 90 anni alle « Associazioni miste cointeressate » ossia ai Consorzi. La Polonia ha stabilito un termine di 90 anni, La Francia ha stabilito un massimo di 75 anni tanto pel caso delle concessioni che per quello delle autorizzazioni. Poichè in Francia esiste un doppio regime: quello di *concessione* (servizi pubblici importanti, deviazione delle acque ad altro bacino, derivazione con condotte superanti i 20 chilometri di lunghezza, potenza da produrre superiore a 500 kW) e quello della *autorizzazione* in tutti gli altri casi. La differenza concettuale fra i due casi è che la concessione è un *contratto amministrativo* e l'autorizzazione un *atto unilaterale* dell'autorità.

Presso alcune nazioni le concessioni d'acqua sono sottoposte a *condizioni e limitazioni speciali*. Generalmente (Austria, Portogallo, Germania, Francia, Stati Uniti, Inghilterra, Grecia) l'Autorità statale è libera di imporre riserve per la navigazione, flottazione, irrigazione, usi civici, difesa nazionale e simili. In altri casi o non se ne è fatto cenno o come in Danimarca le concessioni per forza motrice hanno preferenza su ogni altra. È data invece esplicita preferenza alla irrigazione soltanto in Bulgaria.

Quanto ai *canoni* essi sono variabilissimi e in alcuni casi si riducono a zero come in Austria e in Danimarca. Sono a discrezione dell'autorità concedente in Spagna, e in Grecia sono sostituiti, pure a discrezione della autorità, che può anche rinunciarvi, da una interessenza sugli utili dell'impresa. In Germania i canoni sono di carattere ricognitivo, ma si paga una speciale tassa di registro. In Portogallo non si pagano canoni per i primi 10 anni, ma per periodi successivi di 10 anni ciascuno sono stabiliti in disciplinare canoni commisurati ai kWh prodotti, a carattere scalare crescente.

In Svizzera il canone è stabilito caso per caso in disciplinare ma non può eccedere 6 Fr. Svizzeri (Lire italiane 22) per cavallo dinamico anno. In Rumenia si pagano 60 Lei (Lire Italiane 6,80) per anno e per cavallo installato, oltre ad una «redevance» commisurata agli utili dell'impresa. In Bulgaria il canone è di 60 Leva (Lire Italiane 8,30) per cavallo installato anno. In Francia il compenso viene corrisposto in una forma molto complessa: si paga un tassa proporzionale alla potenza media di carattere ricognitivo (5 centesimi per kW-anno); inoltre si corrisponde un secondo compenso che in qualche caso è proporzionale ai kWh prodotti, in altri agli utili dell'impresa, in altri infine a tutti e due. La tassa sugli utili non può venire imposta che se l'utente sia una società anonima costituita in base alla Legge 24 luglio 1867. Un terzo di questo secondo compenso è versato dallo Stato agli Enti locali. Vi è infine un piccolo diritto per le spese di controllo.

Quanto alle *procedure di concessione* si può dire che esse sono ormai tutte ricalcate sulla nostra.

Come da noi, quasi ovunque la concessione può riservare *diritti* e *preferenze* a favore degli Enti locali, delle Amministrazioni statali, dei rivieraschi. Gli Enti locali e le Amministrazioni possono riservare energia per pubblici servizi a prezzi poco superiori al costo in Spagna (limitata al 5 per cento della produzione degli impianti di almeno 1000 Cavalli). In Rumenia la riserva può arrivare al 25 per cento. In Portogallo i servizi pubblici hanno diritto ad uno sconto del 50 per cento sui prezzi normali. Queste riserve sono regolate caso per caso ma senza limiti prestabiliti in Svizzera, Germania, Grecia e Bulgaria, nei quali paesi possono anche essere concessi particolari favori alle popolazioni rivierasche. Disposizioni consimili vigono anche in Francia.

Non da per tutto è ammessa in ogni caso, come avvien da noi per le concessioni di grandi derivazioni, la *declaratoria di pubblica utilità*.

Essa può essere concessa su domanda del richiedente in Austria ed è ammessa sempre in Spagna, Portogallo, Rumenia, Germania, Inghilterra, Bulgaria. In Francia la declaratoria è in facoltà dell'autorità concedente che l'accorda però sempre quando il concessionario dimostri che senza di essa gli sarebbe impossibile eseguire gli espropri all'amichevole. In Svizzera ed in Grecia è ammessa soltanto in casi eccezionali.

In qualche caso nel disciplinare le imprese concessionarie possono venire vincolate all'osservanza di *calmieri sulle tariffe* dell'energia prodotta, come in Spagna, Portogallo, Inghilterra e Grecia. Ciò è avvenuto in qualche caso eccezionale anche in Germania ed in Svizzera ed avviene ormai di regola in Francia. In generale però il calmiere si limita a stabilire pochi limiti massimi di prezzo per le principali categorie di utenti, quasi sempre prive di effetto pratico per la larghezza con la quale sono fissati.

In Danimarca, Rumenia e Bulgaria le leggi sulle acque non prevedono nulla di consimile. In Francia nell'atto di concessione di acqua pubblica, deve comunque essere dichiarato che l'energia è destinata alla vendita al pubblico e in tal caso devono essere citati i disciplinari che regolano le distribuzioni coi relativi prezzi tariffari.

Alla *scadenza delle concessioni* passano come da noi in *proprietà dello Stato* gli impianti utilizzatori, in tutto o in parte, nelle provincie settentrionali della Federazione austriaca, in Spagna, in Svizzera, in Portogallo, dove tuttavia la clausola può essere omessa nel disciplinare, in Rumenia e in Inghilterra. In Bulgaria e in Danimarca rimangono interamente al concessionario: in Grecia vale il principio della demolizione e rimessa in pristino, salvo che lo Stato non voglia alla scadenza della concessione acquistare gli impianti a prezzo di stima. In alcuni stati tedeschi gli impianti possono anche passare in proprietà dei comuni.

In questa parte la legge francese coincide perfettamente colla nostra.

Il *riscatto anticipato* degli impianti utilizzanti acque pubbliche può avvenire presso varie nazioni o per effetto di *municipalizzazioni*, come da noi e in Spagna, o da parte dello Stato per disposizione speciale posta nel disciplinare (Svizzera, Portogallo, Germania, Francia, Inghilterra) o per costruzione di opere pubbliche federali (Svizzera); è ammesso di regola durante l'ultimo terzo della durata della concessione in Rumenia e per dar luogo a grandi opere di irrigazione (Spagna). Esso è escluso nelle provincie meridionali dell'Austria, in Danimarca, in Bulgaria. In Francia è limitato, quando è posto nel disciplinare, al periodo corrente fra il sesto ed il venticinquesimo anno della concessione, che normalmente è data per 75 anni.

I *sussidi alle centrali idroelettriche* non si danno che in Italia (quando si danno). In Danimarca se ne tentò l'adozione nell'immediato dopoguerra ma il provvedimento fu subito abbandonato.

Sono invece assai diffusi provvedimenti di favore d'altro genere. L'Austria concede l'esenzione ventennale, come massimo, della *tassa d'esercizio* (ricchezza mobile sugli utili applicata in ragione del 25 per cento) e ciò soltanto per centrali di potenza superiore a 5000 cavalli. In Portogallo è concessa l'esenzione generale da tutte le tasse per 10 anni e dalla « contribuzione industriale » per tutta la durata della concessione. Facilitazioni fiscali danno pure l'Inghilterra, la Spagna, che concede anche l'esenzione doganale pei macchinari occorrenti da importare. In Germania godono privilegi fiscali gli impianti degli enti pubblici, il che ha suscitato serie proteste.

Danno facilitazioni sugli espropri la Bulgaria, l'Inghilterra e la Grecia: quasi tutte le legislazioni ammettono aiuti quando le opere idrauliche servano anche alla navigazione, alle bonifiche, alla irrigazione, alla difesa nazionale, ecc. In qualche caso come in Spagna e in Francia si praticano anche finanziamenti di grande favore. La Polonia, dove la costruzione di impianti elettrici incontra difficoltà pel costo elevato, si sono adottate varie facilitazioni, fra le quali la proroga delle concessioni di distribuzione locale.

Consimilmente può dirsi pei *serbatoi*: solo l'Italia e la Rumenia danno sussidi per la loro costruzione. In Francia e altrove oltre a finanziamenti di favore si concede il diritto di chiedere contributi di miglioria agli utenti a valle.

La costruzione delle *dighe* è sorvegliata da un ufficio speciale in Italia, Bulgaria, Grecia e Portogallo, e lo sarà fra breve anche in Austria. Provvede il Genio Civile ordinario in Francia, Danimarca e Spagna. Dopo i disastri recenti si stanno prendendo provvedimenti speciali anche agli Stati Uniti.

La costituzione di *Consorzi obbligatori* per l'utilizzazione di acque pubbliche è ammessa per legge in Baviera, Spagna e Inghilterra anche per gli impianti produttori di forza motrice. In Rumenia è ammessa solo per gli irrigatori o per opere di regolazione di fiumi. Essa è esclusa in Danimarca, Portogallo, Austria, Bulgaria e Grecia, e può solo eccezionalmente essere posta in disciplinare in Svizzera, ma il caso finora non si è ancora verificato. In Francia si sta preparando uno speciale regolamento il quale però non ammette i consorzi obbligatori ma soltanto autorizza l'Amministrazione statale a farsi iniziatrice di intese fra gli interessati dando il proprio concorso pecuniario.

VI – L'ELETTRODOTTO.

In Italia ha avuto vita per la prima volta il sano principio della *libertà di elettrodotto* essendosi per analogia applicate alle correnti elettriche le stesse norme giuridiche che il diritto romano e il nostro codice civile avevano sancito per l'*acquedotto*. Tale principio può riassumersi nella formula: « A chi dispone dell'energia non può da alcuno negarsi il passaggio ».

Questo concetto che è basato sul riconoscimento dell'enorme importanza che l'energia elettrica ha assunto nella moderna vita sociale, è stato accettato in Austria, Svizzera, Germania, Danimarca. In questi paesi ognuno è libero di costruire linee nei propri fondi o nei fondi altrui previo compenso, limitandosi le Amministrazioni dello Stato, parastatali e degli Enti Locali a prescrivere norme di sicurezza per gli incroci con le strade, ferrovie, ecc.

Le altre nazioni esigono *speciali concessioni* le quali possono anche essere negate, il che non avviene nel primo caso, per il quale invece l'autorizzazione ha il carattere di un *nihil obstat* vincolato soltanto all'osservanza di norme tecniche a tutela dell'incolumità pubblica. In questo secondo caso l'autorità competente a dare la concessione è rappresentata o dallo Stato o dagli Enti locali o talora, come in Francia, Belgio, Portogallo, Baviera, o dagli uni o dagli altri.

La concessione è di carattere esclusivamente *statale* in Rumenia, Spagna, Bulgaria, Grecia e Polonia, dove si è adottato il regime di *concessione* per le linee ad uso pubblico, e di *autorizzazione* per quelle private.

Caratteristico è il caso della Francia e del Belgio dove sono possibili due distinte procedure: « permission de voirie » e « concession ». La prima forma è ammessa per le linee ad uso privato od anche ad uso pubblico purchè di potenza non superiore a 100 kW (Francia) e viene esperita davanti ai prefetti od ai comuni a seconda della proprietà delle strade interessate (Francia) oppure (Belgio) che si tratti di più comuni interessati o di uno solo. La seconda si applica nel caso dei grandi trasporti collegati a reti di distribuzione di maggiore importanza e talora anche per impianti ad uso proprio di grande potenza. In Francia le concessioni sono di quattro specie: di *trasporto* quando le linee servono ad uso di un solo opificio o centro industriale, od al collegamento di centrali e sottostazioni; di *distribuzione ai pubblici servizi* quando esse alimentano reti esercite da distributori, oppure servano alla trazione; di *distribuzione pubblica* quando appartengono ad un'impresa contemporaneamente produttrice e distributrice; *sindacali* o *comunali* quando alimentino un solo centro.

Offre un certo interesse nella legislazione francese la definizione della concessione come un atto « semicontrattuale e semiregolamentare ». Il che vuol dire che lo Stato si ritiene solo in parte *dominus* in materia di elettrodotto.

Nei paesi anglosassoni le linee ad uso pubblico sono soggette all'autorizzazione degli speciali organi di controllo. Agli Stati Uniti le linee private sono soggette ad una procedura in tutto simile alla nostra davanti agli enti locali per regolare le solite misure di sicurezza: in Inghilterra anche le linee private devono essere autorizzate, con potere di veto, dalle Commissioni speciali.

Queste Commissioni in America sono composte in ogni Stato da elementi misti (funzionari, periti, rappresentanti dei comuni, degli utenti, e degli esercenti); in Inghilterra alla Commissione istituita nel 1919 si è aggiunto il « Central Electricity Board » che ha l'incarico di sistemare l'industria elettrica inglese e di realizzare la grande rete di collegamento e compensazione, composto esso pure di elementi misti.

La *servitù passiva di elettrodotto* è resa quasi ovunque obbligatoria per legge. In Austria è estesa anche a favore dei fabbricati delle sottostazioni. In alcuni casi come in Italia, Svizzera, Polonia, Portogallo, Rumenia, Inghilterra, Bulgaria, essa è conseguenza diretta dell'autorizzazione o concessione a costruire la linea; in altri casi la servitù non può essere imposta che previa declaratoria di pubblica utilità della linea (Germania, Belgio, Spagna, Francia). Agli Stati Uniti il Public Utility Department, organo delle Commissioni di controllo, può autorizzare l'occupazione forzosa ma l'ordinanza non ha più valore se non è eseguita entro un anno dalla sua data. In Austria e da noi oltre al semplice *riconoscimento del diritto* di servirsi della linea da parte dell'Autorità, al quale consegue naturalmente il diritto di imporre la servitù coattiva, si può in qualche caso incorre alla *declaratoria di pubblica utilità* che permette la vera e propria *espropriazione*, in base alla quale si possono espropriare terreni e fabbricati. In Danimarca occorre un'autorizzazione speciale, motivata caso per caso, per potere eseguire occupazioni forzose. In Inghilterra tutte le linee *approvate* dai Commissioners e dall'Electricity Board e comunque tutte quelle che servono a centrali idroelettriche di qualsiasi specie hanno « ipso jure » la declaratoria di pubblica utilità, come avviene anche in Italia nei casi che tutti conoscono.

Tale declaratoria è attribuita in Austria globalmente agli impianti ed alle linee, non a queste ultime isolatamente: in Spagna essa è lasciata alla facoltà dei ministeri e dei prefetti. In Svizzera si concede solo eccezionalmente e così in Grecia e in Germania. È invece di regola in Portogallo nel Belgio e in Polonia; non può mai venir concessa in Bulgaria e in Rumenia.

Quanto alla *indennità* i criteri di valutazione sono vari: analoghi ai nostri sono quelli adottati in Svizzera, Danimarca, Stati Uniti. Essa è limitata al pagamento dei soli danni, escluso qualsiasi compenso per l'esercizio della servitù in Bulgaria, Rumenia, Austria, dove l'indennità può essere anche negata se non vi è danno accertato, specialmente per il caso delle mensole, paline e simili. In Spagna l'indennità è valutata a perizia, ma non può eccedere il costo di una fascia di terreno larga due metri misurata lungo l'asse della linea. Pure a perizia è valutata in Portogallo. In Francia la sua valutazione è affidata al giudice di pace che nomina all'uopo un unico perito.

In alcuni paesi come il Belgio e la Svizzera, è obbligatoria la trattativa privata prima di adire il magistrato per la valutazione dell'indennità.

Ovunque i tracciati sono sottratti al controllo dei proprietari dei terreni interessati, salvo in Spagna dove questi ultimi possono chiedere spostamenti che, non allungando il tracciato di più del 20 per cento, vengano riconosciuti meno pregiudizievoli. Il costruire linee in Spagna deve essere piacevolissimo. In America il Public Utility Department è arbitro per legge in materia di indennità per elettrodotto.

In caso di ostruzionismo o resistenza da parte di un proprietario si può ottenere l'*esecuzione provvisoria forzosa* in Austria, in Polonia, in Spagna dietro congruo deposito, in Svizzera con decreto del Consiglio Federale, in Portogallo, in Rumenia, in Belgio su semplice ordine del Sindaco, in Germania, purchè ne sia fatto menzione nell'atto di autorizzazione, in Danimarca, nei paesi anglosassoni, in Bulgaria.

Le *reti urbane di distribuzione* sono di libera costruzione ed assimilate in diritto alle linee di trasmissione in Italia e in Danimarca. Sono sottoposte ad una semplice *autorizzazione* dei Comuni in Austria, Svizzera e Germania; sono sottoposte a *concessione* dei Comuni in Spagna e in Rumenia; essa è *statale* in Polonia; in Francia, Belgio e Grecia vige il doppio sistema (voirie et concession) già descritto per le linee di trasmissione. In Portogallo occorrono tanto l'*autorizzazione statale* che la *concessione comunale*. In Inghilterra le *concessioni* sono date dei Commissioners ed in America dal Public Utility Department.

La *durata* per la quale una linea o rete ha diritto di esistere varia assai da paese a paese. Essa è illimitata in Italia, in Austria, in Danimarca, salvo casi eccezionali. È *convenuta caso per caso* e può essere anche illimitata in Spagna, Portogallo, Francia, Inghilterra, Bulgaria, Grecia. È *limitata alla durata delle concessioni delle centrali* o della *distribuzione* in Rumenia e Stati Uniti, dove può essere anche illimitata, salvo casi di mancanza agli impegni, nei quali le concessioni decadono senza limite di tempo. Normalmente è di 30 anni nel Belgio, da 40 a 100 anni in Germania; in Francia non può superare 40 anni per le concessioni accordate da un comune o da un consorzio di comuni, nè a 50 anni per servizi pubblici concessi dallo Stato. Una durata superiore non può essere concessa che mediante una deliberazione speciale del Consiglio di Stato.

In Polonia le concessioni si danno per 40 anni ove la produzione sia *termica* e per 60 anni ove essa sia *idraulica*.

In qualche caso gli enti competenti chiedono *compensi* per autorizzare la costruzione e l'esercizio di una linea. Ciò non avviene in Italia, Austria, Danimarca, Stati Uniti, Inghilterra. Avviene invece in Rumenia, Belgio, Francia, Bulgaria e Grecia sotto forma di vincoli tariffari e in Germania sotto forma di passaggio della linea in proprietà dell'ente concedente allo scadere della concessione. In qualche caso, come in Francia, è stabilito dal disciplinare un compenso proporzionale agli introiti lordi od ai kWh venduti: non vi è esempio che per autorizzare

una linea si richieda un compenso commisurato all'*utile economico* che essa può dare al concessionario.

Gli esempi di *linee o reti statali* sono finora limitati alla Russia, all'Inghilterra, alla Spagna (che però ha deliberato la rete statale ma non l'ha mai eseguita) e parzialmente alla Svezia, dove l'industria elettrica è esercitata in una metà del regno dallo Stato e nell'altra metà da una confederazione di Società private. In alcune colonie inglesi si va comunicando l'esempio patrio e s ono state create Commissioni con fini analoghi a quelli dell'Electricity Board.

Gli *attraversamenti stradali* sono nella maggior parte dei casi regolati dallo Stato: come in Austria, Portogallo, Belgio, Danimarca, Bulgaria e in altri paesi; dagli organi speciali di controllo, come nei paesi anglo-sassoni; dagli enti locali ma con l'intervento degli organi statali come in Germania; dagli enti proprietari della strada in Francia, Svizzera, Rumenia e Grecia. In generale si nota la tendenza a creare regolamenti unici e ad accentuare la sovranità dello Stato anche in questa materia.

Gli *attraversamenti ferroviari*, dei *fiumi* e delle *linee di telecomunicazione* sono regolati da speciali leggi o disposizioni statali in Austria, Spagna, Svizzera, Portogallo, Germania e Danimarca. Ne è invece affidato il controllo alle amministrazioni postelegrafiche o telefoniche o ferroviarie in Rumenia, Belgio e Bulgaria: in Grecia esiste un organo speciale del Ministero delle Comunicazioni per questo fine. Nei paesi anglosassoni decidono in materia i soliti organi di controllo. In Francia il controllo è sottoposto ad uno speciale « Comitato di elettricità » al quale sono sottomesse tutte le questioni tecniche riguardanti la costruzione degli elettrodotti, le misure di sicurezza, ecc. In Polonia vengono osservate in parte Norme Statali e in parte Norme speciali stabilite dalle Associazioni tecnico-industriali.

Esistono *speciali regolamenti o disposizioni statali* per la costruzione delle linee in Belgio, Spagna, Francia (Comitato di elettricità), Svizzera, Portogallo, Rumenia (in via di completamento), Danimarca, Stati Uniti, Bulgaria (in via di completamento) e in Grecia. In Austria e in Germania si adottano le prescrizioni del V. d. E. e del Ö. e. V.

È notevole come in Francia abbia preso grande autorità l'« Union des Syndicats d'Electricité » analoga alla nostra UNFIEL, che ha compilato numerose norme ed istruzioni, moduli di disciplinari e di contratti, che ufficiosamente vengono accettati anche dagli enti statali. Il Regolamento per gli impianti interni di questa Associazione è stato ufficialmente riconosciuto dal Ministro dei Lavori Pubblici che ne ha raccomandato l'applicazione agli Uffici del Genio Civile.

VII – La vendita dell'energia elettrica.

Qual'è l'*obietto* che forma la materia delle leggi che interessano l'industria elettrica? Ecco un punto sul quale i pareri sono discordi e che, pur sembrando futile, ha avuto non piccola parte nella confusione che per molti anni ha regnato nel « diritto elettrico » e che non è ancora del tutto cessata.

A noi tecnici sembra fuori discussione che esso sia l'*energia elettrica* ed in tal senso hanno finito per convenire ormai tutte le legislazioni più progredite (Austria, Svizzera, Francia, Belgio, Polonia, Portogallo, Grecia e Bulgaria). Il nostro Regolamento del 1895 fu fin da allora tra i più precisi parlando di « trasporto dell'energia mediante correnti elettriche ». Nei paesi anglosassoni invece è l'*elettricità*, in qualche altro paese la *corrente elettrica*. In Spagna, tanto per semplificare, si sono impiegate in diversi casi tutte e tre le locuzioni, e in Germania si sta ancora discutendo quale delle tre debba essere adottata in via definitiva.

La questione, alquanto bizantina, è stata originata dal fatto che nelle liti fra distributore ed utente di energia alcune clausole contrattuali possono in alcuni paesi avere diverse interpretazioni nei tre casi ed anche perchè ciascuna di queste definizioni può dare una figura diversa al reato di furto di energia.

Ormai anche su questo si sono affermate le giurisprudenze e in qualche paese la definizione è stata introdotta in un articolo di legge. È da questa definizione che deriva in parte la figura caratteristica del contratto di fornitura d'energia. Tali contratti vennero, nelle diverse legislazioni e nella pratica, considerati sotto diverse forme giuridiche che sono così chiamate: *vendita o somministrazione di cose mobili o di fluidi* (!), *locazione di opere o di cose, servizio in comune, vendita graduata di merce* e tralascio le altre che ne derivano.

Il maggior numero dei suffragi è per il carattere di *cosa* o di *merce*. Esso è accettato in Austria, Francia, Svizzera, Polonia, Portogallo e Bulgaria. In altri paesi si sono impiegate espressioni di carattere dubbio, o per lo meno non esattamente riferibili a nostre espressioni giuridiche. Così ad esempio, in Rumenia ha prevalso il concetto di *fornitura*. In Germania non si sono ancora messi d'accordo, e nei paesi anglosassoni hanno accettato il concetto di *somministrazione*. Nel Belgio l'energia è una *cosa* quando sia presa astrattamente, ma dà luogo ad una *fornitura* quando sia materia di contratto. In Spagna si vende il « *fluido* ». Esistono ancora alcuni fortunati paesi come la Danimarca e la Bulgaria, dove queste questioni non furono mai sollevate.

Tutte queste definizioni valgono nei rapporti fra impresa ed utente e servono soltanto a definire la figura del contratto ed a fissarne l'interpretazione. Ma il contratto di compra-vendita di energia va considerato anche sotto un altro punto di vista che è quello dei rapporti del contratto stesso *coi pubblici poteri*.

In generale, eccetto in Polonia, la distribuzione dell'energia è assimilata ad un *servizio pubblico* ed assoggettata ai regolamenti ed alle disposizioni di legge che si applicano genericamente a tali servizi, che talvolta sono anche chiamati *servizi in comune*. Definizioni di questo genere sono date per legge, oltre che in Italia (Legge sull'assunzione diretta dei pubblici servizi) anche in Spagna, Portogallo, Francia, Danimarca, Stati Uniti, Inghilterra. In Austria e nel Belgio lo Stato è agnostico al riguardo: ma la distribuzione di energia vi viene considerata come un pubblico servizio quando sia esercitata in base ad una concessione per zona. In Svizzera essa è considerata servizio pubblico soltanto nel caso in cui venga esercitata da un ente pubblico: in Rumenia la definizione è data nei singoli disciplinari di concessione delle zone di distribuzione.

In Germania, anche su questo punto hanno prevalso qua e là diverse opinioni: in Grecia e in Bulgaria la si considera come un *servizio di pubblica utilità* sebbene le leggi non portino alcuna disposizione precisa in materia.

Il *modulo di contratto* è a discrezione dell'impresa in Italia, Spagna, Svizzera, Rumenia, Belgio, Germania, Danimarca e Bulgaria. Lo è pure in Austria, ad eccezione dei casi (dei quali del resto esisteva qualcuno anche da noi) dove tale modulo sia stato precedentemente concordato col Comune. In Francia e in Polonia è soggetto ad approvazione da parte dell'autorità concedente. In Portogallo è in generale approvato dal Comune sebbene ciò non sia prescritto dalla legge: in Inghilterra e in America deve essere approvato dai soliti organi di controllo. Soltanto in Grecia, per legge, dovrebbe essere approvato per decreto ministeriale: ma finora nessuno si è sottomesso a tale prescrizione e nessuno ha mai protestato.

Una fra le questioni più gravi è quella dell'*obbligo di fornitura a tutti i richiedenti* da parte dell'impresa. In generale si può dire che da per tutto dove la distribuzione è vincolata a *concessione* da parte dello Stato, degli Enti locali o di organi di controllo tale obbligo pur non essendo la regola viene quasi sempre imposto nei disciplinari. Però in tutti i casi un utente nuovo può sempre venire ricusato in determinate circostanze. In Austria l'obbligo non è di legge ma sussiste soltanto dove sia stato combinato direttamente coi Comuni; ed anche in tal caso esso non ha valore che entro una zona limitata contemplata dalla concessione e semprechè l'allacciamento non rappresenti una sicura perdita per l'impresa o non costituisca particolari difficoltà.

In Spagna qualunque impresa può rifiutare l'allacciamento ad un utente che abiti in una strada dove non esista ancora una linea di distribuzione, o quando l'impresa dimostri di non avere energia disponibile, o quando l'utente non si adatti a tutte le condizioni del modulo normale di contratto. In Svizzera l'impresa ha sempre il diritto di rifiutare un allacciamento ma finora non è mai avvenuto che tale diritto sia stato applicato in un solo caso. In Portogallo il diritto di rifiuto è previsto nei soliti casi speciali, ed in Rumenia esso è generalmente ammesso nei disciplinari di concessione per i casi nei quali si dimostri che il costo dell'allacciamento non sarebbe redditizio per l'impresa. Nel Belgio l'obbligo di allacciamento sussiste lungo le linee di distribuzione esistenti, ma per le richieste che superano 10 kW può essere imposta la durata minima dell'impegno in 5 anni e può essere chiesto un impegno minimo orario di 500 ore mensili. Per potenze che esigano impianti speciali (più di 500 kW) oltre a tali garanzie vengono concessi termini di tempo per l'esecuzione dell'allacciamento che possono giungere fino a 9 mesi.

In Francia e in Polonia la questione è regolata caso per caso nei disciplinari di concessione, ma in generale l'obbligo sussiste.

Agli Stati Uniti l'obbligo di allacciamento esiste solo nelle città con analoghe limitazioni; ma si può sempre rifiutare il riallaccio di un utente già distaccato per morosità o per furto. In Inghilterra, in casi di contestazione, vi è ricorso da ambo le parti ai Commissioners: in Germania la questione è ancora *sub iudice*.

Vi è piena libertà in proposito in Danimarca e in generale presso le nazioni dove la distribuzione si esercita in regime di

libertà o comunque dove essa non è vincolata da speciali contratti o disciplinari.

Sulla *forma o tipo delle tariffe* vi è ovunque libertà, limitata tutt'al più al nulla osta delle autorità o degli organi di controllo, i quali di solito non danno alcun peso alla forma di tariffa.

In qualche paese (Spagna, Francia) si sono di recente introdotte alcune limitazioni per l'applicazione delle *tariffe che tengono conto del fattore di potenza*. In Spagna il tipo di apparecchio misuratore deve essere approvato, ed in Francia pure. In generale si è adottato in Francia il principio che la tariffificazione dell'energia reattiva deve essere permessa solo per gli utenti più importanti industriali e specialmente per quelli che ricevono l'energia in una cabina propria trasformandola; inoltre è stabilito come regola generale che il prezzo complessivo risultante per kWh effettivamente consegnato non debba mai eccedere il limite massimo di prezzo ammesso dal disciplinare per quel determinato utente.

Ovunque non si fa differenza tra l'alterazione della misura dell'energia e della potenza e quella del prezzo. In Francia, in Polonia e nel Belgio la formula alterativa deve essere introdotta nel disciplinare che regola la distribuzione. In Germania e nel Belgio è preferita generalmente la fatturazione a parte dell'energia reattiva: così pure in Rumenia, dove quasi sempre nei disciplinari non è ammessa tale fatturazione se nel modulo di contratto non è previsto anche un premio per chi migliori il proprio fattore di potenza oltre un certo limite.

Nei paesi anglosassoni anche questa materia è regolata dai soliti organi di controllo.

Ed eccoci al punto più importante: la *tariffazione*. A questo riguardo si possono dividere le nazioni, in base ai criteri da esse adottati, in queste tre classi:

a) a tariffazione libera;

b) a tariffazione limitata soltanto da prezzi massimi stabiliti in concessione ed aggiornati di tempo in tempo;

c) a tariffazione controllata in ogni tempo da organi speciali che intervengono in determinati casi a richiesta di una delle due parti o di entrambe.

Questi tre casi si può dire corrispondano con sufficiente precisione a quelli stabiliti nell'esame generale (Capo III).

Al caso *a*) appartengono l'Italia, la Svizzera, l'Austria, la Danimarca e alcuni Stati tedeschi; al caso *b*) la Francia, il Belgio, la Polonia, la Spagna, il Portogallo, la Grecia, e gli Stati germanici dove è in uso la concessione locale in regime di monopolio; la Rumenia in qualche caso ammette la forma *a*) in qualche altro quella *b*). In Bulgaria vige pure un regime intermedio che stabilisce dei limiti massimi e minimi che variano con gli indici del costo della vita. Il criterio del caso *c*) fu finora applicato solamente nei paesi anglosassoni e particolarmente in America.

Scendendo all'esame dei particolari si può affermare che in pratica il pubblico finisce per non trovare alcuna differenza fra i casi *a*) e *b*). Anzi i paesi che sono nel caso *a*), come particolarmente l'Italia e la Svizzera, sono appunto quelli dove l'energia costa meno che in tutti gli altri. I massimi stabiliti per il caso *b*), come ho già detto, furono sempre per ragioni ovvie tenuti a tali altezze da riuscire perfettamente privi di qualsiasi effetto. Per persuadersene basta dare una occhiata a qualche *cahier de charge* francese. In alcuni paesi, come appunto la Francia, si è applicato anche il criterio della variabilità dei prezzi calcolata automaticamente in base a numeri indici del costo del carbone e della mano d'opera. Si può affermare che il sistema nel caso specifico della Francia e particolarmente della città di Parigi, non ha prodotto finora che delusione e scontento perchè i prezzi sono talvolta aumentati in proporzioni che da noi non si sono mai viste.

Nei paesi dove è fissato il prezzo massimo per ciascuna tariffa il concessionario ha sempre pieno diritto di stabilire contratti a qualsiasi prezzo purchè esso non ecceda il massimo applicabile a ciascuna categoria di utenti.

In Francia poi si è mantenuta la libertà delle tariffe in tutti i casi nei quali gli impianti di distribuzione erano già stati costruiti in base a « permissions de voirie » anteriori alla legge del 1925.

Venendo all'argomento del *monopolio legale*, esso è concesso talora anche come tacito corrispettivo degli oneri che assume il concessionario, come ad esempio nei paesi anglosassoni. Nel Belgio esso è concesso limitatamente alle utenze che non superino i 1000 kW, oltre i quali la concorrenza è libera, e in Grecia limitatamente ai servizi di illuminazione. Esso non esiste nei paesi a regime libero come l'Austria, l'Italia e la Danimarca; ed anche in paesi a regime di concessione come la Spagna. Esso viene concesso caso per caso e può essere anche rifiutato in Portogallo e in Bulgaria. In Svizzera esiste una disposizione di legge per la quale i contratti di zona fra imprese elettriche devono essere a richiesta comunicati al Consiglio Federale il quale ha in ogni tempo il diritto di dichiararli nulli. Il monopolio vi è concesso soltanto ai Comuni ed anche a questi in casi eccezionali e non di regola.

In Francia esso non è ammesso come principio generale, ma nel caso di distribuzioni limitate ad un solo Comune esso può essere concesso limitatamente al servizio di illuminazione. Anche in questi casi però il monopolio cessa nei casi nei quali il concessionario si sia rifiutato di allacciare un nuovo cliente.

I *contatori* e gli altri *strumenti di misura* sono soggetti a verifica obbligatoria da parte degli uffici metrici o di funzionari speciali in Francia, Austria, (quinquennale), Spagna, Svizzera, Polonia, Portogallo, Rumenia, Stati Uniti, Inghilterra, Bulgaria e Grecia. Oltre all'Italia ciò non avviene in Germania (salvo casi eccezionali), in Danimarca e nel Belgio. In Francia l'utente ha sempre diritto di chiedere a proprio rischio l'intervento di uno speciale funzionario dell'Ufficio Metrico per verificare il suo contatore.

Un'altra questione spinosa e che dovunque nei primi tempi ha sollevato dubbi e giudicati contraddittori è quella del diritto dell'impresa al *taglio dei fili all'utente moroso*. Essa è stata ormai risolta quasi dovunque in senso favorevole alle imprese che generalmente possono valersene senza formalità di costituzione in mora o simili. In Portogallo è obbligatoria una mora di tre giorni, ed il taglio dei fili deve essere preventivamente denunciato al « Servizio di vigilanza » comunale: esso inoltre non può farsi senza un garante. Agli Stati Uniti è permesso ma soltanto nelle ore diurne.

In Polonia il taglio dei fili può farsi nei casi seguenti: cambiamenti nell'impianto non denunciati, cessione abusiva dell'impianto a terzi, danni al servizio, morosità oltre quindici giorni dalla presentazione della bolletta, fallimento, sofisticazione di contatori, opposizione da parte degli utenti a lasciar visitare l'impianto. Nei primi due casi è d'obbligo un preavviso di tre giorni.

In generale questa materia viene regolata negli stessi moduli di contratto che fanno legge in proposito e che tuttavia quasi universalmente concedono una mora di quindici giorni dalla presentazione della bolletta. Così si fa anche in Francia dove finora l'autorità giudiziaria non ha ancora definitivamente ammesso il principio che, anche contenendosi la clausola nel modulo di contratto, l'impresa abbia diritto al taglio dei fili all'utente moroso, senza prima mettere questo in mora nelle forme legali.

Il *rinnovo tacito dei contratti alla scadenza* è ammesso come legittimo in Austria, Spagna, Svizzera, Rumenia, Belgio, Germania, Danimarca e Grecia. Non è riconosciuto tale in Bulgaria: in Portogallo i contratti non hanno alcuna scadenza. Agli Stati Uniti è vietato stipulare contratti di fornitura di durata superiore ai tre anni senza l'autorizzazione preventiva speciale del Public Utility Department; ed in Inghilterra la questione è sottoposta alla competenza dei Commissioners.

Le *contestazioni* fra utente ed impresa sono considerate d'ordinario di competenza dell'autorità giudiziaria o degli arbitri: così in Austria, Svizzera, Polonia, Portogallo, Rumenia, Belgio e Danimarca. Agli Stati Uniti esse sono portate davanti alle Commissioni di controllo in prima istanza e alla Corte di Cassazione in secondo grado. In Inghilterra giudicano i Tribunali di commercio e le Corti. In Germania sono sottratte alla autorità giudiziaria solo le questioni aventi origine dalla inflazione per le quali esiste una speciale Corte arbitrale. Soltanto in Spagna le questioni inerenti alle tariffe e alla loro applicazione sono risolte dalle autorità governative.

In Francia le contestazioni sono d'ordinario rimesse al giudizio dei tribunali ordinari: quelle però che implichino interpretazione di un atto di concessione o di un disciplinare furono finora ritenute di competenza delle autorità amministrative (Prefettura in primo grado, Consiglio di Stato in secondo). I Tribunali devono in tal caso rinviare le parti con sentenze interlocutorie davanti all'autorità amministrativa competente e decidere in base al giudicato di quest'ultima. Di recente però la Cassazione ha stabilito che ad evitare che questa procedura dia luogo a manovre defatigatorie, i tribunali possono anche passar sopra a tale formalità e respingere la domanda di ricorso all'autorità amministrativa quando essi ritengano che il ricorso stesso formi soltanto materia di infondato pretesto.

VIII – Il furto di energia.

Altra questione che diede luogo a interminabili dibattiti, spesso per noi tecnici umoristici, è quella del *furto d'energia*.

Per qualche tempo, specialmente in Germania, la giustizia penale non volle riconoscere come *furto* la sottrazione dolosa di una cosa immateriale qual'è l'energia elettrica. Ormai però i competenti hanno universalmente riconosciuto che a voler

esser giusti tale sottrazione costituisce un reato contro la proprietà, non importa con qual nome esso sia definito.

In Austria a seconda delle circostanze esso è punito come furto o come appropriazione indebita. In Spagna la procedura per il suo accertamento è stabilita per legge ed il nuovo Codice Penale lo annovera tra i reati contro la proprietà. In Svizzera è considerato furto semplice ed è punito con pene speciali sancite dalla legge sull'elettrodotto. Esso sarà contemplato dal nuovo Codice Penale federale come dal nuovo Codice Italiano. Agli Stati Uniti le pene sono stabilite nella Legge sull'elettrodotto senza che sia definito con precisione il titolo del reato, e così in Inghilterra.

In tutti gli altri paesi è trattato alla stregua degli altri furti di cose mobili. In generale non è fatta differenza fra il furto commesso dall'utente e quello commesso da un terzo. In Francia non ne è fatto cenno in alcuna legge, ma la giurisprudenza è costante nel considerare come furto qualunque sottrazione d'energia: in qualche caso di guasti portati ai contatori a fine fraudolento il colpevole ottenne un supplemento di condanna per *danneggiamento di opere di pubblico uso*.

IX – Le leggi fiscali.

Le Imprese elettriche come tali sono soggette talora a speciali oneri fiscali laddove in altri casi sono dichiarate esenti anche da una parte delle imposte ordinarie. Vi sono poi tasse sulla produzione e sul consumo con o senza diritto di rivalsa verso l'utente.

In Austria non esiste nessuna fiscalità speciale e le imprese elettriche pagano le tasse come qualunque altro industriale: esiste invece l'esenzione per 25 anni dalla tassa di ricchezza mobile industriale a favore dei soli impianti idroelettrici.

Anche in Spagna le tasse sono quelle ordinarie, numerose e complicate nel loro meccanismo. Le piccole Società godono di facilitazioni sulla tassa di ricchezza mobile. La tassa sui *benefici liquidi* che insieme a quella sugli *stipendi* e sugli *interessi* viene a corrispondere alla nostra ricchezza mobile non deve mai essere inferiore al tre per cento del capitale sociale. Vi sono anche i cosidetti « diritti reali » che si applicano alle forniture di energia non aventi carattere domestico (scambi di energia, fornitura ad enti pubblici e ferrovie) in base all'incasso lordo nella misura del 2,4 per cento.

Le *bollette* e i *contratti*, oltre all'ordinaria tassa di bollo, pagano una *tassa di negoziazione* che per le società spagnole è dell'1,65 per mille e per le straniere del 2,20 per mille.

In Svizzera non esiste alcuna tassa speciale che interessi l'energia elettrica e così in Portogallo, in Germania dove gli impianti appartenenti ad enti pubblici godono di facilitazioni fiscali, e in Danimarca. Nei paesi anglosassoni è obbligatorio per le imprese di distribuzione il deposito dei libri di commercio presso gli organi di controllo, ma non vi è alcuna disposizione fiscale particolare.

Viene applicata dallo Stato e dai comuni una tassa « ad valorem » sul consumo dell'energia per luce e con diritto di rivalsa in Spagna (17 per cento allo Stato e 5 per cento ai Comuni). Ivi però le imprese ricevono a titolo di aggio di esazione il 3 per cento delle tasse riscosse. Viene pure applicata una tassa « ad valorem » nel Belgio (1 per cento anche sulla forza motrice); in Grecia (12 per cento più un'addizionale del 40 per cento sull'importo della tassa). La tassa è esatta sul kWh, oltre che in Italia (che purtroppo batte parecchie volte il record di questo genere di tassazione), in Rumenia (0,50 Lei = Lire 0,056 per kWh sul solo consumo luce).

In Polonia i Comuni possono applicare una tassa soltanto sull'illuminazione dei ristoranti, osterie, cinematografi e simili.

In Austria la tassa è talora esatta dai Comuni « ad valorem » e in qualche altro caso sui kWh. In Francia i Comuni sono bensì autorizzati ad applicare una tassa sull'illuminazione e riscaldamento con un massimo del 4 per cento « ad valorem », ma in pratica non è stata applicata che in rarissimi casi.

La *produzione* è tassata soltanto in Grecia (mezzo lepta-oro = Lire 0,0185 per kWh prodotto) servendo l'introito a coprire le spese dell'Ufficio speciale governativo che sorveglia gli impianti e l'esercizio dell'industria elettrica.

Vi è un solo caso (Stati Uniti d'America) nel quale lo Stato può intervenire a mezzo di un organo speciale a *regolare la retribuzione del capitale* investito nei pubblici servizi ma si è già visto come il risultato pratico sia quello di creare delle sperequazioni a favore di alcune forme di investimento.

Agli Stati Uniti come anche in Inghilterra i guadagni superiori a determinati limiti, calcolati sul totale valore degli impianti, potrebbero dar pretesto ad una revisione delle tariffe. In Austria vi è un severo controllo per ciò che riguarda gli ammortamenti, che possono venire modificati d'autorità.

In Francia e nei soli casi ove ciò sia imposto nel disciplinare il concessionario ha l'obbligo di denunciare entro il marzo di ogni anno gli introiti lordi dell'anno precedente. Tale obbligo però non viene imposto che nei casi ove sia concesso il monopolio o quelli nei quali il Comune abbia una interessenza sugli utili.

Si hanno talora provvedimenti che *favoriscono fiscalmente il capitale nazionale* (Austria, Spagna), e talora o con leggi speciali o tariffe doganali opportune si cerca di escludere l'impiego di macchine e materiali stranieri (Spagna, Austria, Rumenia, Stati Uniti, Inghilterra e Bulgaria). In Francia le concessioni di acque pubbliche o di distribuzione d'energia non possono essere intestate che a cittadini francesi od a Società francesi amministrate e dirette esclusivamente da cittadini. Vi è pure assoluto divieto di impiegare nella loro costruzione materiali e macchinari esteri senza che sia intervenuto preventivamente un motivato permesso del Ministro dei Lavori Pubblici.

L'importazione ed esportazione dell'energia è soggetta ad *autorizzazione statale* in Italia, Austria, Svizzera, Baviera, Polonia, Danimarca, Stati Uniti, Bulgaria e Grecia.

In Austria non si applica a questi scambi nessuna tassa, ma si richiede la dimostrazione che sia l'importazione che l'esportazione non possono danneggiare l'economia nazionale.

In Svizzera non esiste alcuna tassa per l'importazione che in pratica non può avvenire che in casi limitatissimi, mentre si pagano Fr. svizzeri 0,0001 per kWh esportato. Per ottenere il permesso di esportazione, oltre alla dimostrazione che essa non recherà alcun danno, occorre provare che l'energia che si vuole esportare, offerta allo stesso prezzo sul mercato, non ha trovato acquirenti. La durata del permesso non può eccedere i venti anni.

In Baviera l'energia importata deve essere venduta a prezzi che non facciano concorrenza alla produzione locale. Per l'esportazione si stabiliscono le norme caso per caso, e non si paga alcuna tassa.

In Danimarca l'energia che viene importata dalla Svezia paga il 7 e mezzo per cento « ad valorem ». In Francia non esiste diritto doganale sull'importazione dell'energia ma ad essa si applica una tassa speciale, complemento della tassa sugli affari, valutata in base al 2 per cento del valore delle cose importate. È permessa l'esportazione libera dell'energia termica, ma è proibita quella dell'energia idraulica che non si può fare senza aver prima ottenuto un decreto del Consiglio di Stato controfirmato dai Ministri dei Lavori Pubblici e degli Esteri. La durata del permesso non può eccedere i 20 anni. Per l'energia importata si paga soltanto un diritto di statistica come per il carbone, supponendo che ad ogni chilowattora corrispondano 250 grammi di carbone.

Ing. Ettore Cesàri.

L'Illuminazione

Compilazione a cura della ANSI - Ufficio di Propaganda per l'Illuminazione Razionale
Costituito col concorso di Imprese Elettriche e di Fabbriche di Lampade Elettriche - Patrocinato dalla UNFIEL
Milano - Via Vincenzo Monti, 5 - Telefono 80-295

Col prossimo numero il fascicolo "L'Illuminazione„ si staccherà da "L'Energia Elettrica„ in cui finora è stato gentilmente ospitato, per divenire la rivista della ANSI - Ufficio di Propaganda per l'Illuminazione Razionale - costituito col concorso di Imprese Elettriche e di Fabbriche di Lampade Elettriche - patrocinato dalla UNFIEL.

Il programma sarà sempre quello della propaganda e della tecnica dell'illuminazione razionale, possibilmente con qualche maggiore sviluppo e la pubblicazione continuerà per ora nello stesso formato e si intitolerà "L'Illuminazione Razionale„.

I Signori Soci della UNFIEL, gli abbonati e gli assidui lettori de "L'Energia Elettrica„ potranno ricevere gratuitamente, fino alla fine del corrente anno, detta pubblicazione facendone richiesta alla UNFIEL od alla ANSI e solo comunicando il proprio nome e l'indirizzo con l'indicazione "per L'Illuminazione Razionale„.

LA REDAZIONE.

Sulla diffusità della illuminazione

I

È da sperare che la campagna svolta già da parecchi anni per l'introduzione dell'uso dei luxmetri nella pratica corrente, e ciò per ottenere una maggiore obbiettività nell'esecuzione degli impianti d'illuminazone, ci autorizzi a ritenere di assoluto dominio comune il concetto di «intensità d'illuminazione» e di «illuminazione media sui piani di lavoro».

Ciò supposto è noto che l'intensità d'illuminazione e la sua più o meno variabile distribuzione in un ambiente, non bastano a caratterizzarne l'illuminazione. Appunto perchè essa deve essere riferita soggettivamente a chi la utilizza, occorre prendere in considerazione molti fattori che difficilmente si traducono in cifre, onde determinare in modo univoco l'illuminazione di un ambiente. E con «illuminazione» intendiamo qui non l'espressione matematica della quantità di luce nell'unità di tempo e sulla unità di superficie, ma l'impressione che l'ambiente illuminato provoca su di noi. In tale processo entrano in giuoco dei coefficienti fisiologici che hanno riferimenti immediati sulla nostra psiche e di cui sarebbe troppo azzardato il parlare. Ma noi crediamo che sia senz'altro possibile esaminare e valutare altri fattori che spettano al campo fisico, rappresentabili quindi numericamente, e mediante essi determinare, molto più di quanto si faccia normalmente fino ad oggi, le caratteristiche essenziali dell'illuminazione. In primo luogo è bene portare la nostra attenzione sul fatto che l'impressione prodotta da un ambiente illuminato dipende da tutto l'ambiente stesso, preso nel suo complesso e non dalla sola distribuzione delle intensità d'illuminazione sulle superfici di lavoro.

Se ciò non rappresentasse una impossibilità materiale, l'illuminazione dovrebbe essere riferita a tutti i punti dell'ambiente considerato e rappresentata mediante diagrammi, non solo nelle sue componenti verticali che concorrono a produrre la visibilità delle superfici orrizzontali, ma anche relativamente a tutte le direzioni. Vedremo in seguito come questo procedimento possa essere semplificato e reso pratico in modo tale da esprimere la «possibilità che un corpo assume di essere più o meno illuminato in ogni suo punto ed in ogni direzione dello spazio». Questo rappresenterà in modo inequivocabile «l'illuminazione spaziale» di un ambiente. È quindi bene fare sin d'ora una netta distinzione tra l'illuminazione di una superficie, che ha un carattere indiscutibilmente direzionale e quella, si potrebbe dire totalitaria, che contribuisce a determinare l'impressione dell'ambiente, e che ha carattere spaziale. Ricordando poi che alla percezione delle forme dei corpi solidi sono necessarie le ombre, e cioè le variazioni d'intensità e di flusso luminoso secondo le varie direzioni, viene opportuno rivolgere un'accurata indagine sul modo con cui esse sono generate.

In pratica l'illuminazione di un ambiente a mezzo di luce artificiale avviene ponendo in opera una o più sorgenti luminose, non solo, ma valendosi anche della riflessione dei flussi incidenti sul soffitto e sulle pareti. Concorrono pure alla illuminazione risultante i corpi presenti nell'ambiente che ridiffondono anch'essi una parte del flusso ricevuto, ma di ciò non si tiene praticamente conto. Con opportuna disposizione delle sorgenti luminose e con speciali accorgimenti nella loro costruzione è sempre possibile variare il rapporto tra il flusso luminoso primario, emesso direttamente e quello secondario riflesso da superfici estese. Il flusso secondario conserva soltanto in parte il carattere direzionale e la sua presenza in misura più o meno abbondante influisce grandemente sulla durezza e sulla intensità delle ombre, e quindi sull'impressione generata in noi dall'ambiente illuminato.

Immaginiamo una camera a pareti relativamente oscure, cicè poco riflettenti, illuminata da sorgenti luminose che rivolgano verso il basso tutto il flusso che emettono. Gli oggetti isolati che si trovano in tale camera avranno la parte inferiore molto poco illuminata ed in essa sarà impossibile, senza soverchia fatica, distinguere dei particolari di forma, in causa dell'eccessivo contrasto. Ma se con mezzi che tutti conoscono generiamo nell'am-

biente un'illuminazione indiretta i corpi in ogni posizione dell'ambiente, presenteranno variazioni molto piccole nella loro luminosità in qualsiasi direzione essa si consideri, ma per assenza di contrasto saranno poco individuabili per quanto riguarda la loro forma. L'assenza nel primo esempio, di flussi luminosi secondari e l'eccesso di questi nel secondo esempio, avranno variato grandemente, anche a parità d'illuminazione media sul piano di riferimento, le caratteristiche dell'illuminazione spaziale.

Tra i due casi estremi, cioè tra la presenza di ombre troppo dure e l'assenza praticamente parlando, di ombre, esistono infiniti gradi intermedi, ottenibili con una illuminazione semi-indiretta, che fanno apparire al nostro sguardo l'ambiente molto più piacevolmente illuminato. In certi casi pare che l'illuminazione veramente «sia nell'aria». Le considerazioni seguenti, che si basano essenzialmente sugli studi eseguiti or non è molto dall'Ing. Lingenfelser della Osram di Berlino, tendono a portare un po' di chiarimento sui concetti relativi al grado di diffusità dell'illuminazione, e quindi implicitamente sull'assenza, sulle caratteristiche e sulla distribuzione dele ombre in un ambiente.

II

Supponiamo un punto in uno spazio illuminato ed immaginiamo una sfera sufficientemente piccola, col centro coincidente col punto predetto. L'insieme dei flussi luminosi esistenti nelle immediate vicinanze del punto considerato genererà sulla sferetta delle illuminazioni variabili da punto a punto e l'insieme di esse, considerate nella loro distribuzione, servirà a caratterizzare l'illuminazione spaziale esistente in quel punto. Volendo materializzare questa distribuzione, immaginiamo ora un elemento superficiale dF il cui punto medio coincida col punto che si considera. Dando a questo elemento superficiale tutti gli orientamenti possibili, portiamo perpendicolarmente ad esso in ogni posizione un vettore proporzionale, in una data scala, alla illuminazione che i flussi luminosi generano su di esso. Riuniamo ora gli estremi di tutti questi vettori con una superficie ed avremo generato un solido che potrà essere chiamato il solido di ripartizione della illuminazione.

Esso presenterà in generale delle parti sporgenti e delle parti rientranti, proporzionali al variare delle densità di flusso. Tale solido servirà alla stregua delle considerazioni che seguiranno, a caratterizzare in modo esatto l'illuminazione del punto, non più riferita ad una direzione specifica.

Questo metodo di rappresentazione è stato indicato da Weber fin dal 1885, che descrisse pure il modo pratico di misura mediante il fotometro che porta il suo nome. Egli trattò anche dei casi particolari, ma sempre con riferimento al calcolo della illuminazione naturale; però nei suoi successivi lavori non fece più uso di questo metodo e preferì considerare il valore totale del flusso che colpiva una sferetta elementare e proporre come indice della illuminazione spaziale in una certa zona il valore della media delle misurazioni in diversi punti. Ma questo metodo non raggiunge in effetto lo scopo che si prefigge, perchè viene a dare soltanto una indicazione quantitativa dei flussi, mentre il tecnico della illuminazione ha interesse a trovare anche, come meglio sarà spiegato in appresso, dei rapporti qualitativi nei flussi incidenti.

Si può dire che la misura quantitativa non dà una indicazione vera della illuminazione spaziale, come non caratterizza le proprietà di un apparecchio d'illuminazione la misura del flusso totale che ne esce, fatta con la sfera di Ulbricht. Purtroppo si incontrano difficoltà non indifferenti nella discriminazione qualitativa dei flussi, difficoltà dovute al fatto che nel linguaggio tecnico corrente si usano termini assai improprii. Come il profano, parlando d'illuminazione, si rivolge istintivamente alle sorgenti luminose scambiando la causa con l'effetto, così in certi casi si riportano alle caratteristiche costruttive ed al modo di messa in opera degli apparecchi d'illuminazione, le proprietà che sono insite nella illuminazione generata in un certo ambiente.

Col metodo del solido di ditribuzione della illuminazione si è essenzialmente indipendenti dal tipo di sorgenti luminose, siano esse primarie o secondarie, cioè se emanano propriamente un flusso oppure riflettono un flusso ricevuto da altra fonte. Siccome nella illuminazione spaziale è di precipua importanza la grandezza apparente della superficie che emette flusso (cioè l'angolo solido che essa sottende dal punto considerato), si farà una prima distinzione fra luminosità puntiformi e luminosità estese, quindi, anche per quanto riguarda l'illuminazione, tra la parte di essa con carattere «puntiforme» e la parte con carattere «esteso».

La parte puntiforme detta anche diretta, è senz'altro legata ad una o più direzioni, ma anche la parte estesa non è del tutto scissa dal concetto direzionale. Basta che in una certa parte dell'angolo solido totale 4 π esista una luminosità maggiore, perchè, anche l'illuminazione proveniente da sorgenti estese possegga una certa direzione e quindi provochi, sulla sferetta di cui abbiamo parlato, delle ombre proprie, cioè, in ultima analisi, delle differenze di intensità d'illuminazione nei diversi elementi superficiali variamente orientati. Quando poi la luminosità fosse uniforme in tutto l'angolo 4 π, allora anche la sferetta di prova sarebbe uniformemente illuminata e cioè senza ombre. Da questo possiamo dedurre la possibilità di definire in modo ineccepibile la parte diffusa della illuminazione come quella parte che essendo presente da sola non darebbe ombre in qualsiasi direzione.

Praticamente, rappresentata nella fig. 1 una sezione qualsiasi del solido di distribuzione dell'illuminazione, troveremo la parte di illuminazione diffusa considerando la sfera col centro nel punto medio di dF, che ha per raggio il più piccolo vettore di detto solido, quando da esso siano state sottratte tutte le parti dovute a sorgenti puntiformi. L'illuminazione corrispondente a questo minimo vettore del solido di distribuzione è sempre presente sull'elemento superficiale, come minimo ed in ogni orientamento di esso. Si può quindi scindere l'illuminazone in tre parti qualitativamente differenti e cioè una puntiforme, una diffusa ed una dovuta a superfici estese. La prima è totalmente diretta, la seconda non dipende dalla direzione, la terza ne dipende solo in parte.

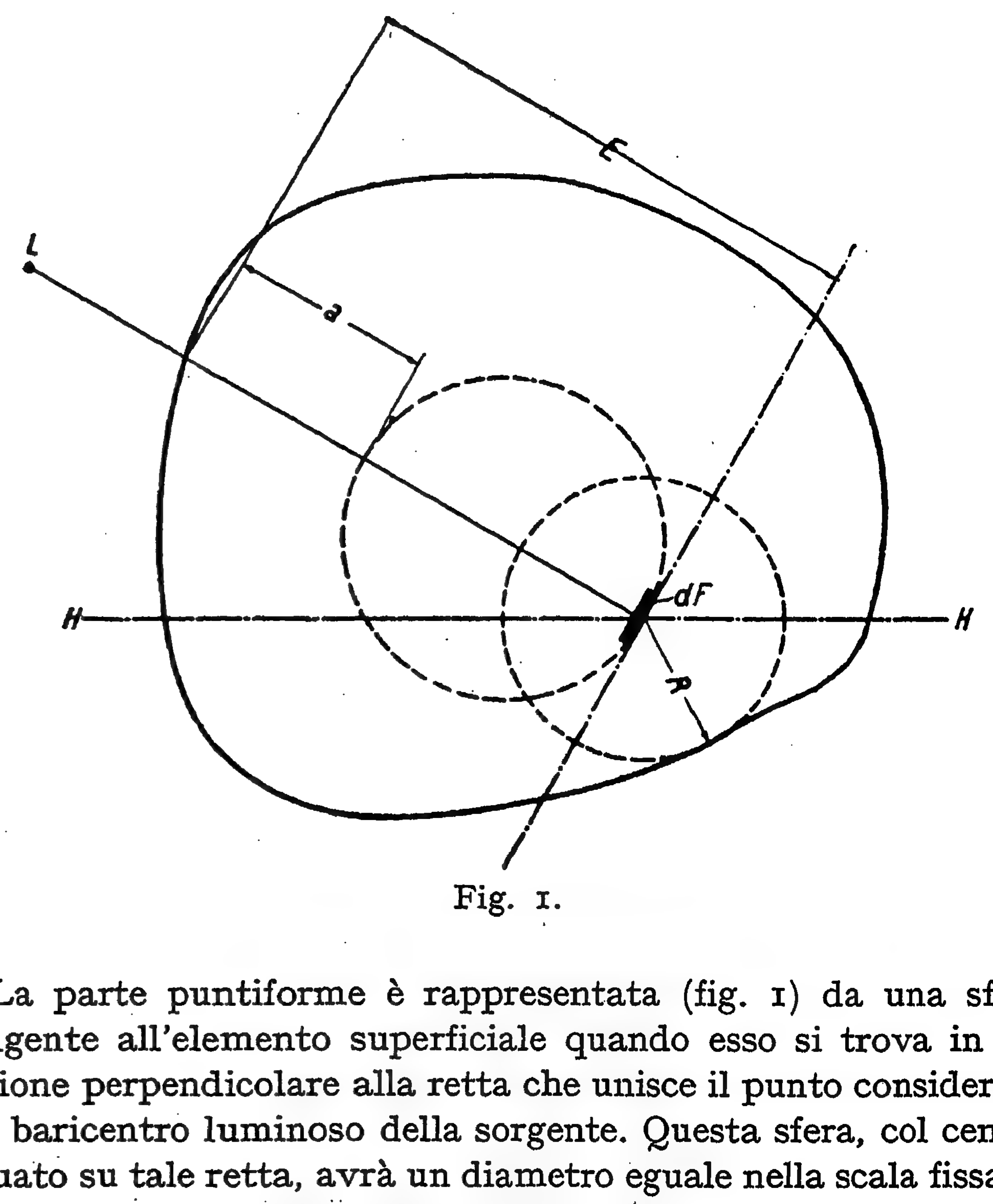


Fig. 1.

La parte puntiforme è rappresentata (fig. 1) da una sfera tangente all'elemento superficiale quando esso si trova in direzione perpendicolare alla retta che unisce il punto considerato col baricentro luminoso della sorgente. Questa sfera, col centro situato su tale retta, avrà un diametro eguale nella scala fissata, alla massima illuminazione diretta che la sorgente luminosa

genera sull'elemento superficiale opportunamente orientato. La parte diffusa sarà data dalla sfera di raggio R (fig. 1), mentre la parte dovuta alle sorgenti di una certa estensione sarà quanto rimane sottraendo le parti precedentemente descritte.

Ricordiamo però che il *volume* del solido di ripartizione della illuminazione non ha speciale importanza e cioè il solido dovuto alla parte di illuminazione proveniente da sorgenti estese si ottiene sottraendo dal solido totale, cioè dai vettori che lo costituirono, i vettori delle due parti descritte, sfera centrata e sfera tangente, e non i volumi di dette sfere. Le parti dovute all'illuminazione puntiforme ed a quella estesa determinano la disposizione, la profondità e le caratteristiche delle ombre, essendochè la parte diffusa non ha possibilità di produrne.

III

Alcuni esempi desunti dalla pratica normale e riguardanti casi semplici e frequenti, possono servire a determinare maggiormente il solido di ripartizione dell'illuminazione, permettendo talvolta di prevederne la forma.

a) Supponiamo un locale perfettamente nero, che assorba cioè ogni radiazione incidente, illuminato da una sola sorgente luminosa puntiforme. È ovvio che in questo caso il flusso sarà tutto diretto e cioè il punto solido consterà di una sola sfera tangente all'elemento superficiale situato nel punto stesso e disposto normalmente alla direzione in cui si trova la sorgente luminosa. L'intensità d'illuminazione massima sarà $E = I/r^2$ e variando l'orientamento dell'elemento superficiale dF, ritenuto perfettamente diffondente, essa varierà secondo la legge di Lambert, volgarmente detta del coseno, Il diametro della sfera tangente sarà perciò I/r^2.

b) Quando in un ambiente perfettamente nero si hanno diverse sorgenti luminose puntiformi, si otterrà il solido di distribuzione della illuminazione per un punto qualsiasi sommando i vettori relativi ad ogni sfera tangente dovuta ad una singola sorgente luminosa come risulta dalla fig. 2

c) Sia un ambiente determinato da pareti riflettenti e contenente una o più sorgenti luminose puntiformi. È possibile calcolare col metodo già accennato la parte puntiforme e col metodo dell'angolo solido (Teichmueller-Ondracek) la parte dovuta alle sorgenti estese; però siccome in questo caso il solido avrà la forma più generale (fig. 3), la sua predeterminazione a mezzo del calcolo sarà eccessivamente laboriosa. Converrà quindi determinarlo con misure pratiche.

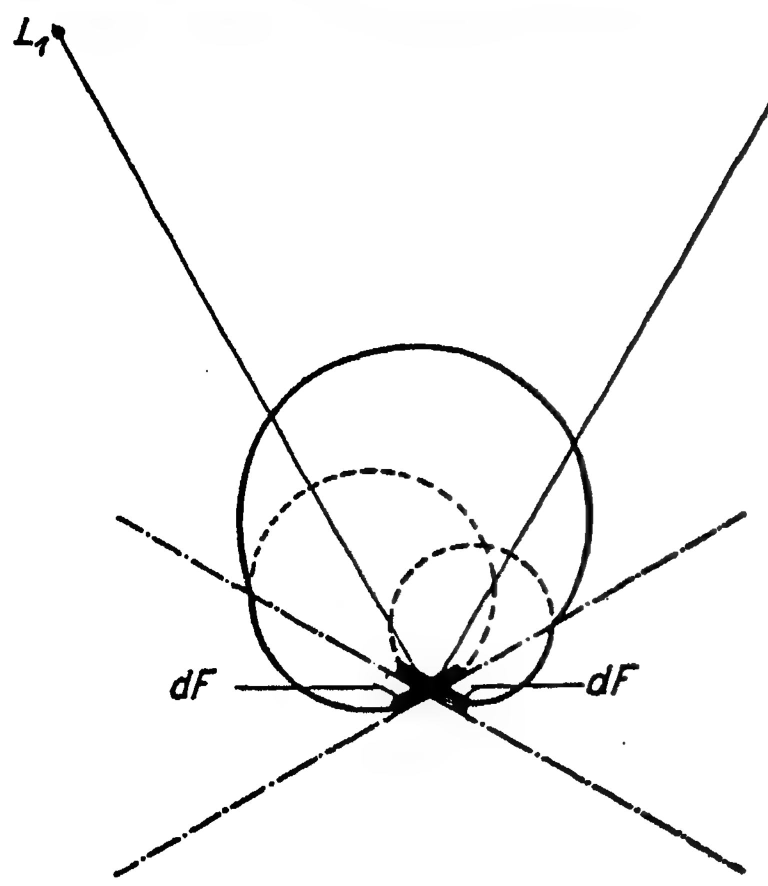


Fig. 2.

d) Come esempio tipico di sorgenti estese si può considerare il solido di ripartizione della illuminazione di un punto coincidente col centro di una semisfera luminosa, la quale rappresentazione dovrebbe avvicinarsi al caso del cielo con luce diffusa, in uno spazio aperto, supposto il terreno perfettamente nero. Da considerazioni matematiche in perfetta analogia con altre relative alla teoria della radiazione, si deduce essere il solido di ripartizione null'altro che quello generato dalla rivoluzione di una cardioide con la cuspide nel punto considerato e con l'asse maggiore verticale. In tale solido il vettore minimo è eguale a zero perchè la superficie di esso passa nel punto a cui la cardioide si riferisce,

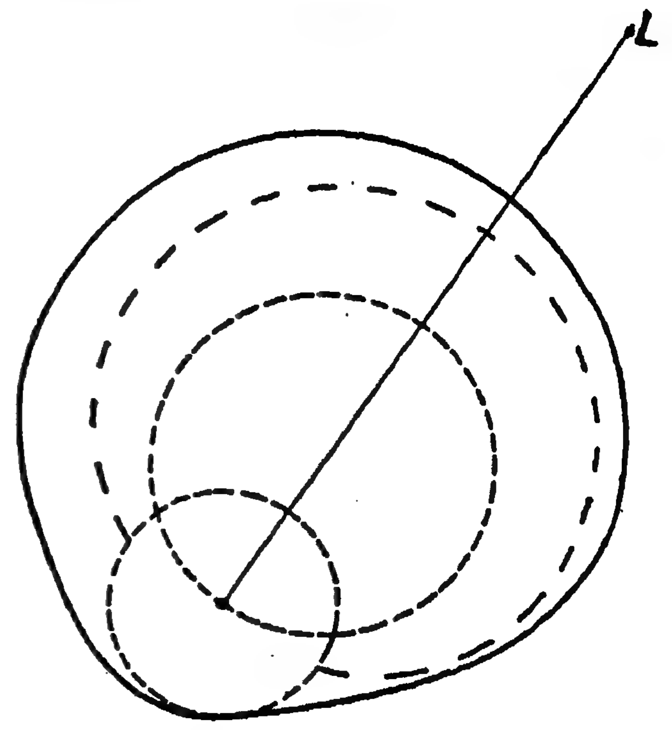


Fig. 3.

e ciò significa che la parte diffusa dell'illuminazione è assente, sembrando in contraddizione con l'esperienza giornaliera e col linguaggio corrente. Ma in realtà, sia nel caso del cielo con luce diffusa (senza sole), come nel caso di una illuminazione totalmente indiretta, proveniente dall'alto e dalle pareti di un ambiente chiuso, le ombre sono sempre presenti, anche se non troppo appariscenti.

Dalla considerazione del solido di distribuzione si deduce pure senz'altro che le superfici orizzontali presentano una illuminazione doppia delle superfici verticali comunque orientate. Questo spiega come l'illuminazione totalmente indiretta di una sala di composizione tipografica (in cui per l'esatto e rapido riconoscimento dei dettagli plastici dei caratteri, è necessario un certo grado di ombre) possa essere giudicata razionale e conveniente allo scopo; anzi, sembra che in pratica si raggiungano ottimi risultati con l'impiego di tale tipo di illuminazione nelle tipografie. Per la proprietà del linguaggio converrà quindi evitare di chiamare totalmente diffusa l'illuminazione totalmente indiretta, che non è scevra di ombre. L'apparente loro assenza è dovuta alle proprietà fisiologiche dell'occhio umano, sulla cui conoscenza non si insisterà mai abbastanza.

IV

La percezione di un'ombra, cioè di una variazione di luminosità, dipende dal coefficiente di percettibilità dell'occhio (Bordoni 1924), il quale a sua volta è funzione sia dello stato di adattamento che delle caratteristiche delle ombre stesse. Queste sono la intensità e la durezza: con la prima espressione si intende la grandezza del contrasto tra la parte in ombra e quella in luce di una superficie (fig. 4) e cioè il rapporto delle loro illuminazioni: con durezza (o morbidezza) delle ombre si intende invece il modo più o meno rapido di variare delle intensità d'illuminazione, cioè l'inclinazione del diagramma dell'ombra, quando questo sia espresso in lux. La fig. 4 indica col brusco

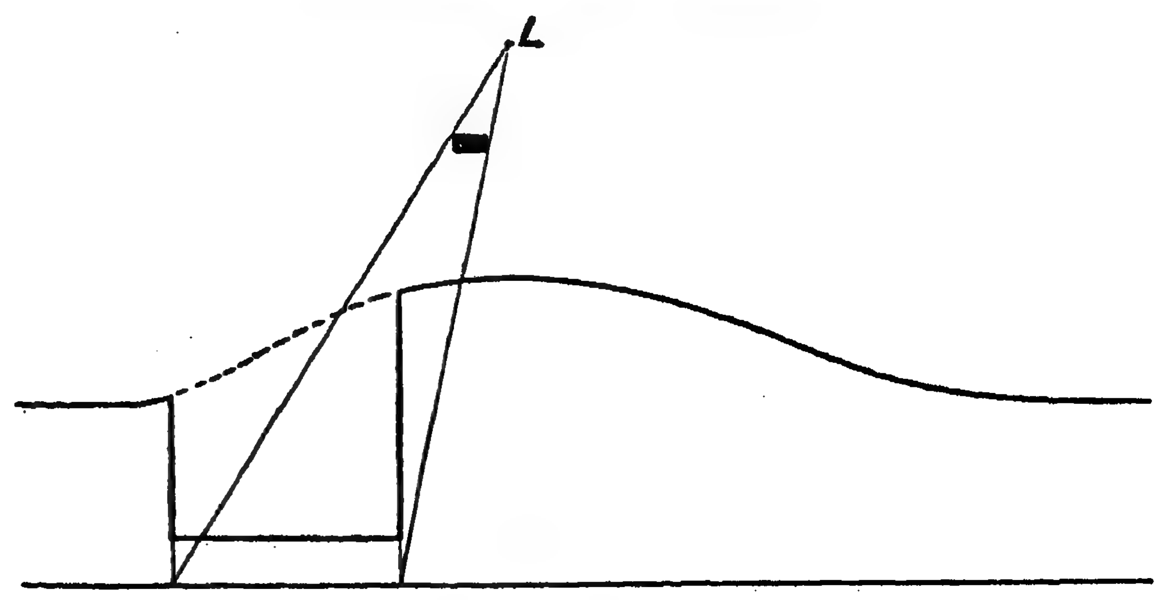


Fig. 4.

salto un'ombra portata molto dura, la fig. 5 per contro un'ombra morbida.

Nel primo caso la sorgente luminosa sarà puntiforme, come insegna la fisica elementare, nel secondo invece estesa. Quando poi si abbia in un ambiente della luce diffusa, l'intensità (altrimenti anche detta profondità) delle ombre sarà diminuita, ma non la loro durezza se pure questa sarà meno appariscente (fig. 6). In pratica, con l'illuminazione diffusa o proveniente da sor-

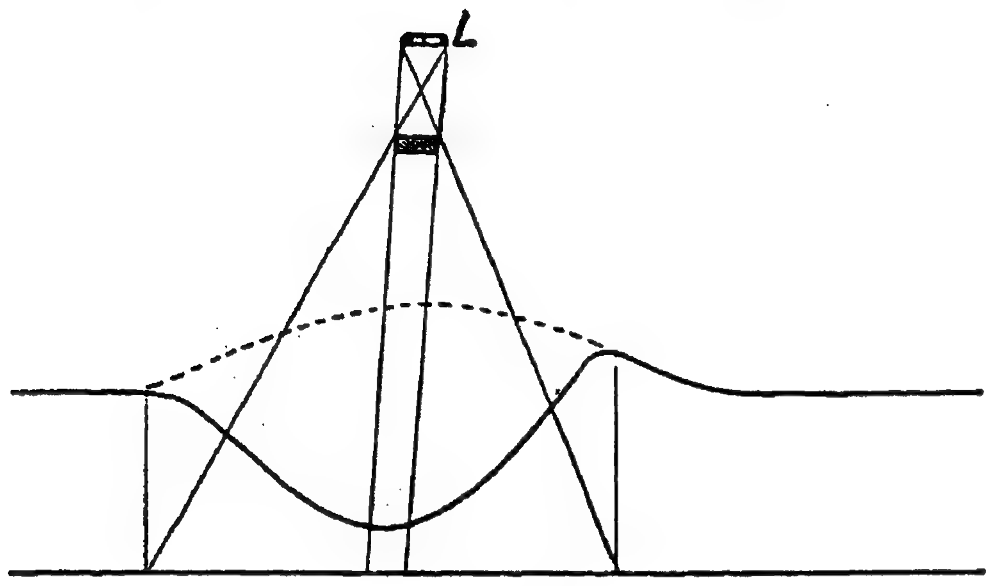


Fig. 5.

genti estese si riesce a rischiarare le ombre, diminuendo il rapporto tra i massimi ed i minimi dell'illuminazione, ma esistendo sorgenti luminose puntiformi, cioè di estensione trascurabile rispetto alla loro distanza, ci saranno sempre delle ombre dure, cioè a margini definiti, anche se di piccola intensità. La presenza di parecchie sorgenti luminose non fa che moltiplicare le ombre facendole in genere diventar meno intense, ma senza influire sui loro margini.

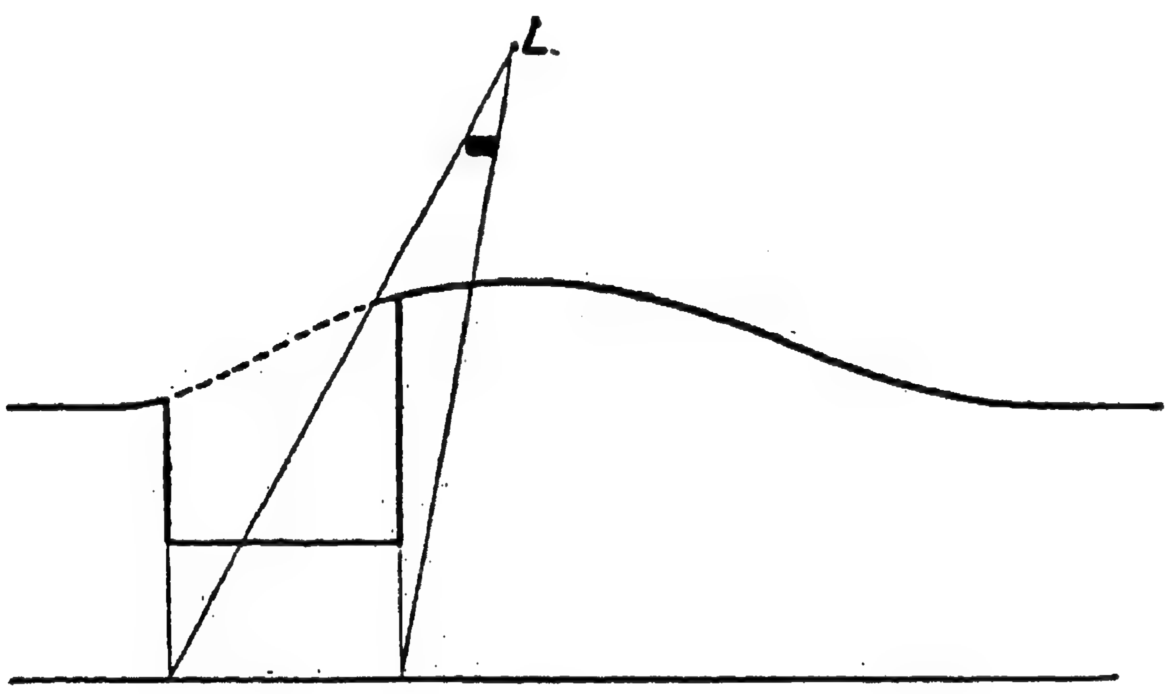


Fig. 6.

Per la percezione delle ombre però è necessario che il passaggio dall'illuminazione più forte a quella più debole avvenga in una zona relativamente piccola, onde si oltrepassi la soglia inferiore della sensibilità dell'occhio alle variazioni d'intensità d'illuminazione. Se l'illuminazione diminuisce di una certa percentuale nella lunghezza di un centimetro, l'ombra sarà molto più facilmente individuabile che non quando la stessa variazione avviene sulla lunghezza di un metro. In certi casi poi l'occhio nostro non rivela senza strumenti variazioni graduali anche di discreta entità, per le leggi logaritmiche regolanti la visione, e quindi da questo si deduce un nuovo motivo per richiamare l'attenzione sui fenomeni della fisiologia visiva, i quali tanta parte hanno nella illuminazione razionale moderna.

V

Non esistono difficoltà in ordine pratico ostacolanti per un punto qualsiasi la costruzione del solido di distribuzione della illuminazione, quando l'impianto relativo sia eseguito ed in funzione. Basterebbe infatti disporre un poliedro sufficientemente piccolo nel punto considerato; misurata la luminosità sulle varie superfici piane, supposte diffondenti, si dedurrà, conoscendo il loro coefficiente di riflessione, l'illuminazione nel punto. Ma in pratica converrà disporre una superficie variamente orientabile, che conservi il punto medio coincidente col punto dato; un cerchio graduato verticale ed uno orizzontale serviranno ad individuare ogni posizione. Per semplicità le misure (da farsi ad esempio con un fotometro Weber) potranno seguire dei meridiani o dei paralleli del solido di distribuzione.

Più semplicemente ancora e con maggior speditezza si potrà usare un luxmetro portabile, purchè l'orientamento delle varie misure venga ben determinato. L'intensità d'illuminazione prodotta dalla parte diffusa si troverà cercando il raggio vettore più piccolo del solido di ripartizione, dopo deduzione, nei vettori, di tutte la parti dovute ad illuminazione puntiforme. Queste possono essere trovate dirigendo dal punto considerato un fotometro a tubo sulla sorgente o sulle sorgenti, una dopo l'altra; così il resto dell'ambiente sarà senza influenza nella misura.

Questo metodo, che chiameremo come è logico, del Lingenfelser, comincia a diffondersi nelle verifiche di quegli impianti in cui l'importanza dell'illuminazione spaziale è grande, come ad esempio nell'illuminazione artificiale applicata ai campi di tennis, in cui occorre conoscere la visibilità e la distribuzione delle ombre in solidi (palle da giuoco) descriventi parabole nello spazio. Speriamo di poter tornare presto su questo argomento, dimostrando che queste note non sono nè una vana esercitazione, nè fine a sè stesse.

VI

Prima di concludere occorrerà accennare ancora agli studi del Norden (precedenti quelli del Lingenfelser) che si riferivano alle ombre ed alle illuminazioni orizzontali di un semispazio. Se ad essi si può concedere il merito di una maggiore praticità immediata, manca però loro il carattere di assoluta generalità che è necessario per determinare quei fattori, finora detti imponderabili, della illuminazione di un ambiente e che contribuiscono a determinarne la impressione su di noi. Il Norden misura l'illuminazione indiretta con un luxmetro portatile, ad unica finestra fotometrica, schermando con un dischetto mobile il flusso delle sorgenti luminose direttamente incidente sulla finestra fotometrica. In altre parole porta sulla stessa l'ombra del dischetto prodotta dalla sorgente luminosa. Naturalmente l'illuminazione diretta non è che la differenza tra l'illuminazione totale e quella indiretta; il metodo determina anche l'illuminazione diretta di parecchie sorgenti in opera contemporaneamente nell'ambiente, quando venga applicato successivamente ad ognuna di esse, collo schermarne i raggi diretti e misurarne il resto. Un sistema di equazioni lineari facilmente impostabili fornisce tutti i dati richiesti.

Se però in pratica l'illuminazione orizzontale e le ombre relative sono di primaria importanza per quanto riguarda i piani di lavoro, d'altra parte i nostri movimenti e molte nostre azioni si svolgono con l'assoluta necessità di buone illuminazioni verticali. Un caso particolare è dato dall'illuminazione allo specchio.

Quasi contemporaneamente alla pubblicazione del metodo del Lingenfelser, il Prof. Arndt proponeva lo studio della luminosità spaziale a mezzo di uno strumento integratore formato da una sfera di vetro opalino, di cui veniva misurata la luminosità interna delle pareti, uniforme per le successive riflessioni, come in una sfera di Ulbricht. I vari flussi, presi nel loro insieme, quantitativamente, venivano per così dire fusi nell'interno della sfera e determinavano il valore di questa luminosità spaziale, medio per l'interno della sfera (diam. 5-6 cm), da misurarsi in lumen per unità di volume.

Ma per quanto nelle considerazioni sulla illuminazione spaziale si prescinda dalla direzione, la valorizzazione dei flussi luminosi avviene sempre a mezzo del nostro occhio che è legato, nel suo funzionamento, alla direzione in cui la visione si esplica. Perciò, in pratica, il metodo del Lingenfelser si è dimostrato assai più ricco di applicazioni.

* * *

Il Cine Centrale di Bolzano

L'idea seguita nella scelta del tipo di illuminazione per la sala del Cine Centrale di Bolzano è stata fondamentalmente quella di sfruttare le variabilità della luce riguardo al colore ed alla intensità per ottenere durante gli intermezzi degli effetti corrispondenti al carattere del film proiettato.

La sala è dotata di un impianto principale di luce indiretta e per poter realizzare il maggior numero possibile di variazioni

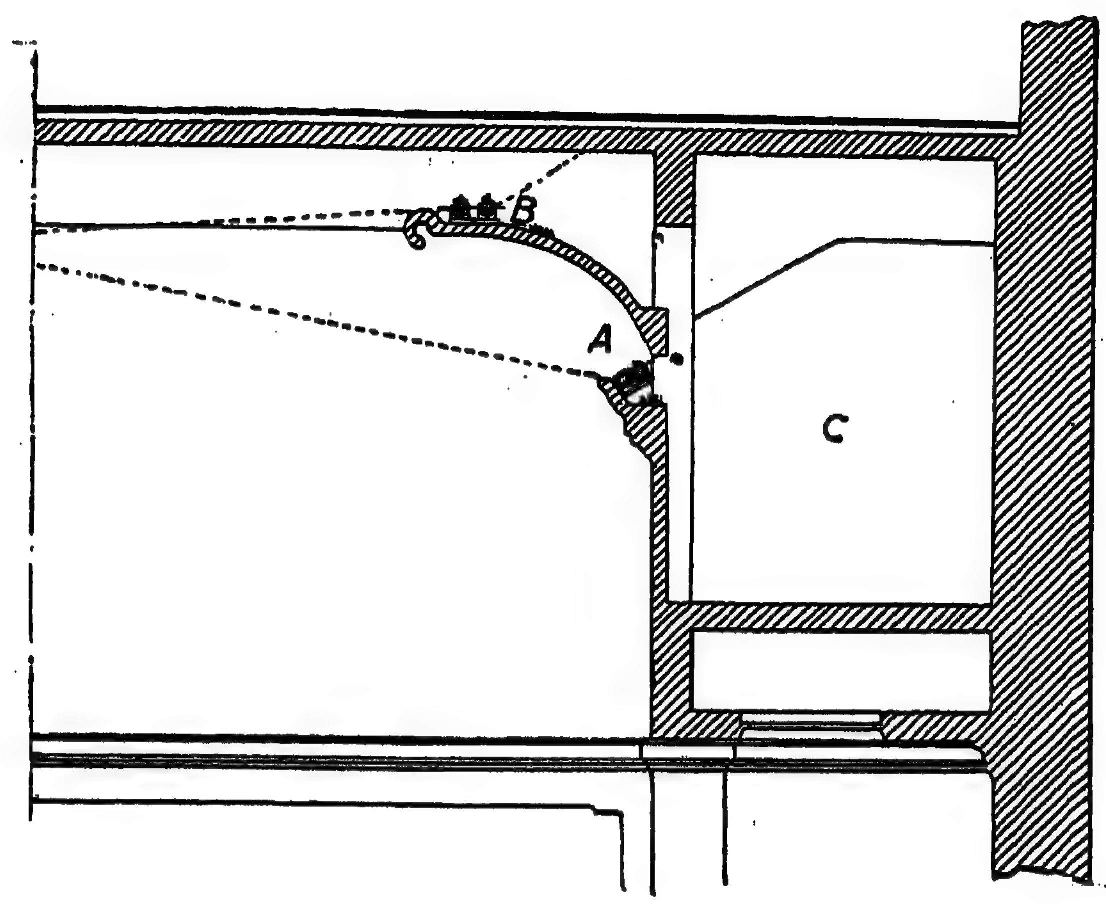


Fig. 1. - Sezione dei cornicioni luminosi e della trincea di accesso.

cromatiche furono costruiti due cornicioni *A* e *B* sulle pareti laterali disposti a diversa altezza come si può vedere nella sezione indicata in fig. 1.

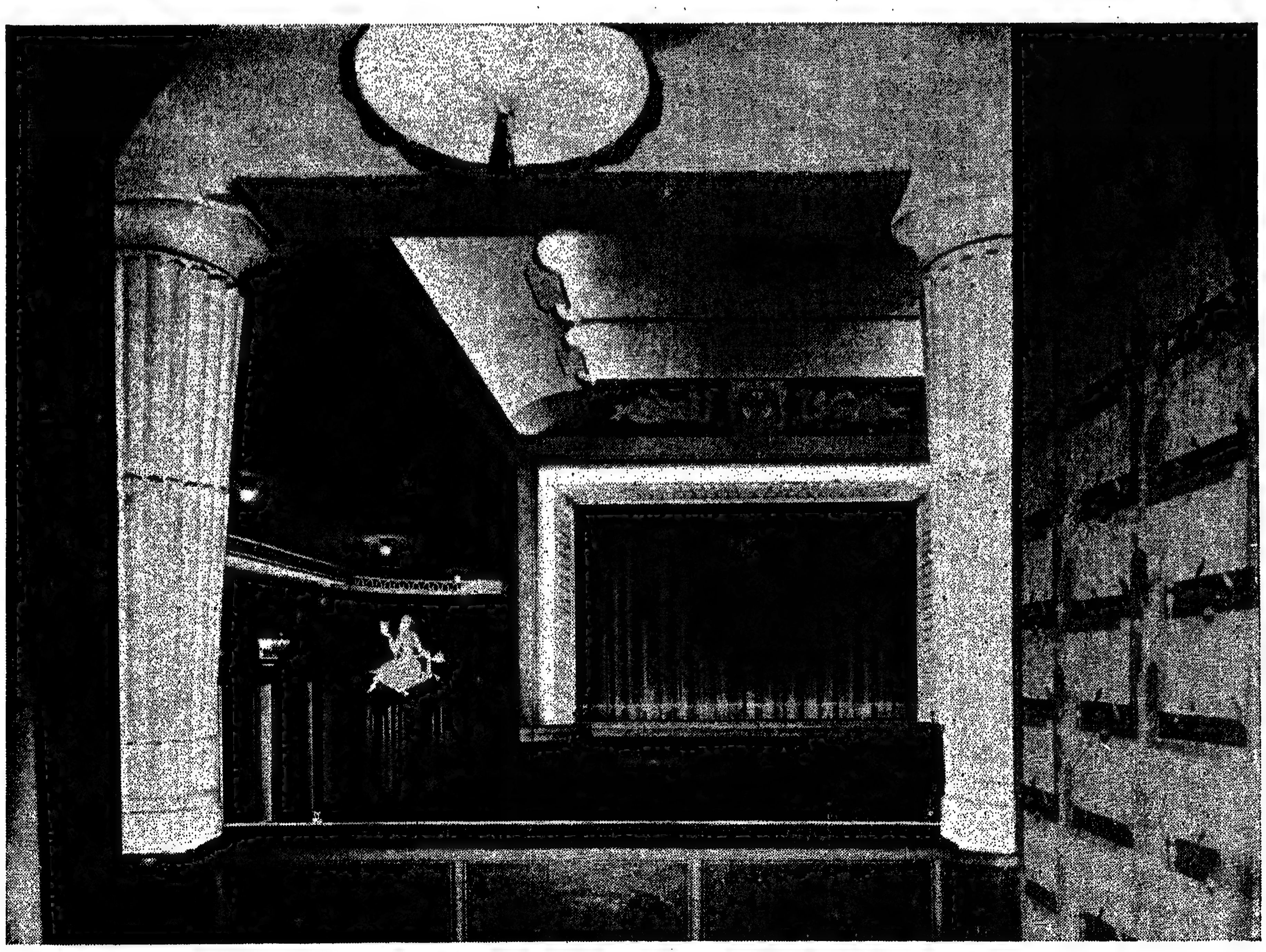


Fig. 3. - La Sala, verso il palcoscenico.

Il cornicione inferiore è un normale cornicione nella cui gronda sono nascoste le lampade. Il vano superiore invece ha l'aspetto di una volta, fissata sotto gli architravi del soffitto, la quale lascia larghe luci negli intervalli fra un architrave e l'altro. Tanto il cornicione inferiore che la volta superiore permettono il facile ricambio delle lampade attraverso la trincea laterale segnata con *C* in fig. 1.

Nell'interno delle gronde furono installate delle lampade tubolari su due file adiacenti. Queste lampade, con specchio metallico, danno luce di quattro colori: bianco, giallo, rosso e bleu e le lampade furono disposte in modo che quelle di un colore restano interrotte da una sola lampada di un altro colore. La luminosità del soffitto è ottima ed uniforme sia che l'illuminazione venga fatta con un colore unico che con colori misti.

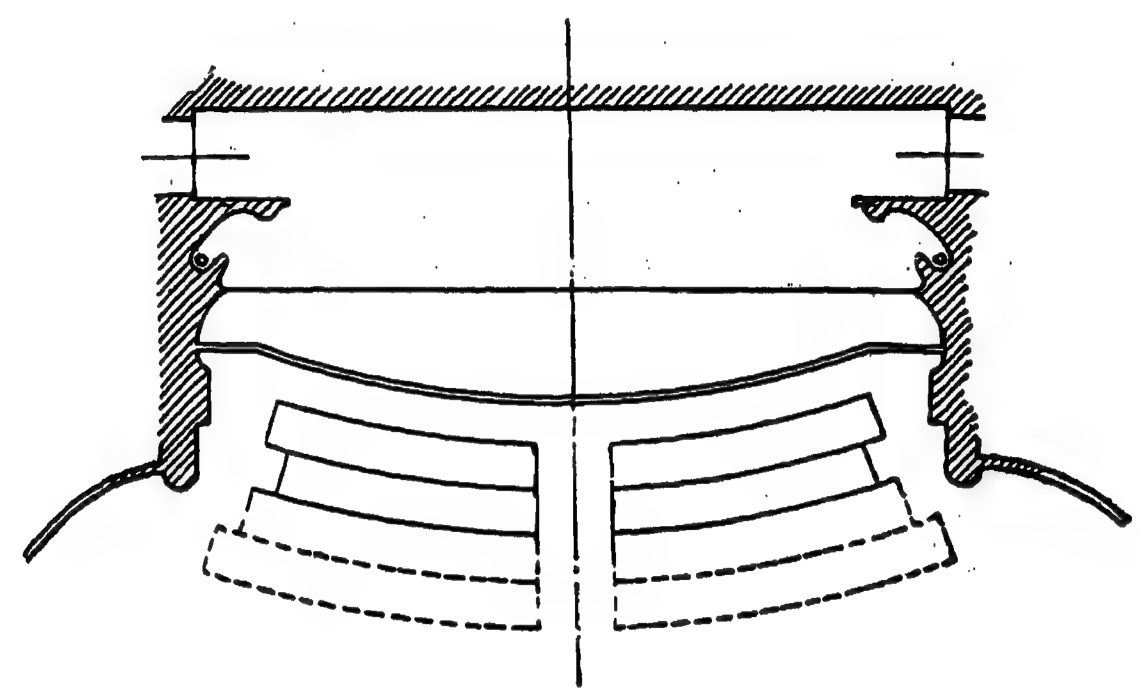


Fig. 2. - Sezione del cornicione luminoso di proscenio.

I quattro gruppi di colori sono distribuiti su otto circuiti: quattro circuiti per il cornicione inferiore e quattro per il cornicione superiore allo scopo di poter fare apparire ogni colore indipendentemente dagli altri ed avere la possibilità di illuminare i due cornicioni *A* e *B* con colori diversi.

I vari circuiti sono inseriti su un regolatore che permette di

graduare le intensità a volontà dell'operatore. L'effetto generale è molto soddisfacente e si ottengono degli effetti veramente interessanti.

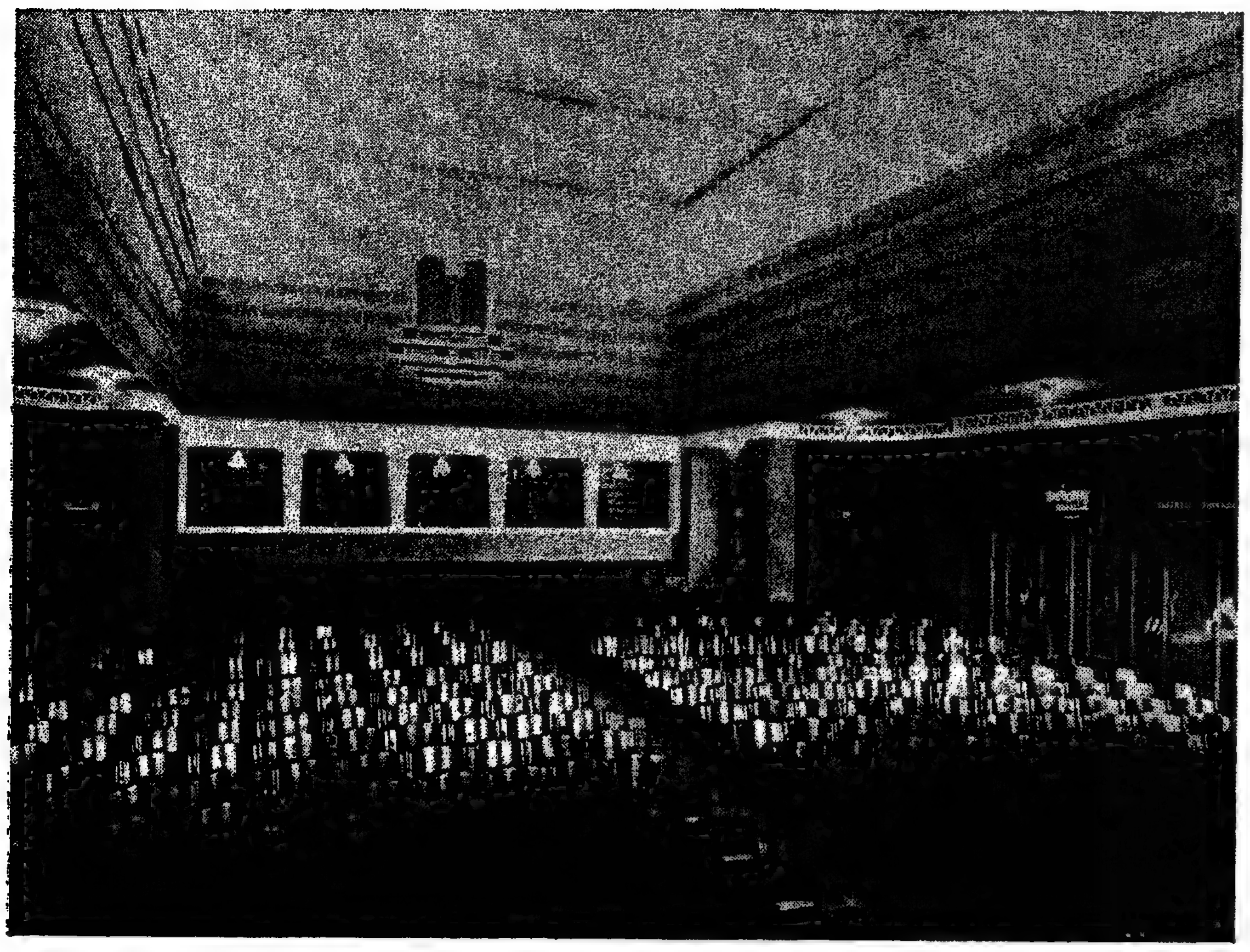


Fig. 4. - La Sala vista dal palcoscenico.

La lunghezza complessiva del cornicione inferiore sulle due pareti è di m. 32 (16 m. per parete), mentre invece la gronda superiore ha uno sviluppo di m. 28. Le lampade sono in totale 360 divise in quattro gruppi di uguale potenza per i vari colori e la potenza installata, essendosi usate lampade da 25 Watt, ammonta a 9 kW.

Generalmente però vengono inseriti soltanto due colori con un assorbimento di 4,5 kW.

Oltre a questa illuminazione generale della sala si è provveduto all'illuminazione indiretta del cornicione del proscenio, illuminazione però non regolabile e ottenuta semplicemente mediante lampade chiare. Questo cornicione destinato a rinforzare l'illuminazione generale bianca, prima e dopo lo spettacolo, assorbe una potenza complessiva di 2,2 kW ripartiti su 88 lampadine tubolari da 25 Watt cadauna.

Il valore medio dell'illuminazione ammonta a circa 25 lux con i soli circuiti di luce chiara dei cornicioni; aggiungendo la luce gialla si arriva fino ai 45 lux e col cornicione di proscenio a 60 lux.

Oltre all'illuminazione descritta esiste anche un impianto di luce ausiliare consistente in 8 lampade da 60 Watt, a luce diretta, montate lateralmente alla sala sotto la trincea di accesso ai cornicioni. Oltre a ciò il teatro è munito delle regolamentari luci di sicurezza e di piccole lampade da 15 Watt, mascherate da vetri azzurri e nascoste nell'alzata dei gradini, che illuminano i corridoi di passaggio senza disturbare l'oscurità dell'ambiente.

In complesso la sala da proiezione ha una potenza installata di circa 12 kW. Anche l'ingresso e la sala d'aspetto sono stati illuminati in modo simpatico e confortevole.

Riproduciamo le illustrazioni dell'interno della sala. L'impianto di illuminazione del Cine-Centrale di Bolzano è stato studiato dagli Ingg. Innerebner e Noldin di Bolzano.

L'illuminazione con proiettori del parco ferroviario di Bologna

L'illuminazione artificiale dei parchi ferroviari va acquistando un'importanza sempre maggiore per il fatto che essa permette di compiere assai più rapidamente e con maggiore sicurezza le operazioni notturne di smistamento, di carico e scarico, ed inoltre è di potente aiuto nella prevenzione dei furti.

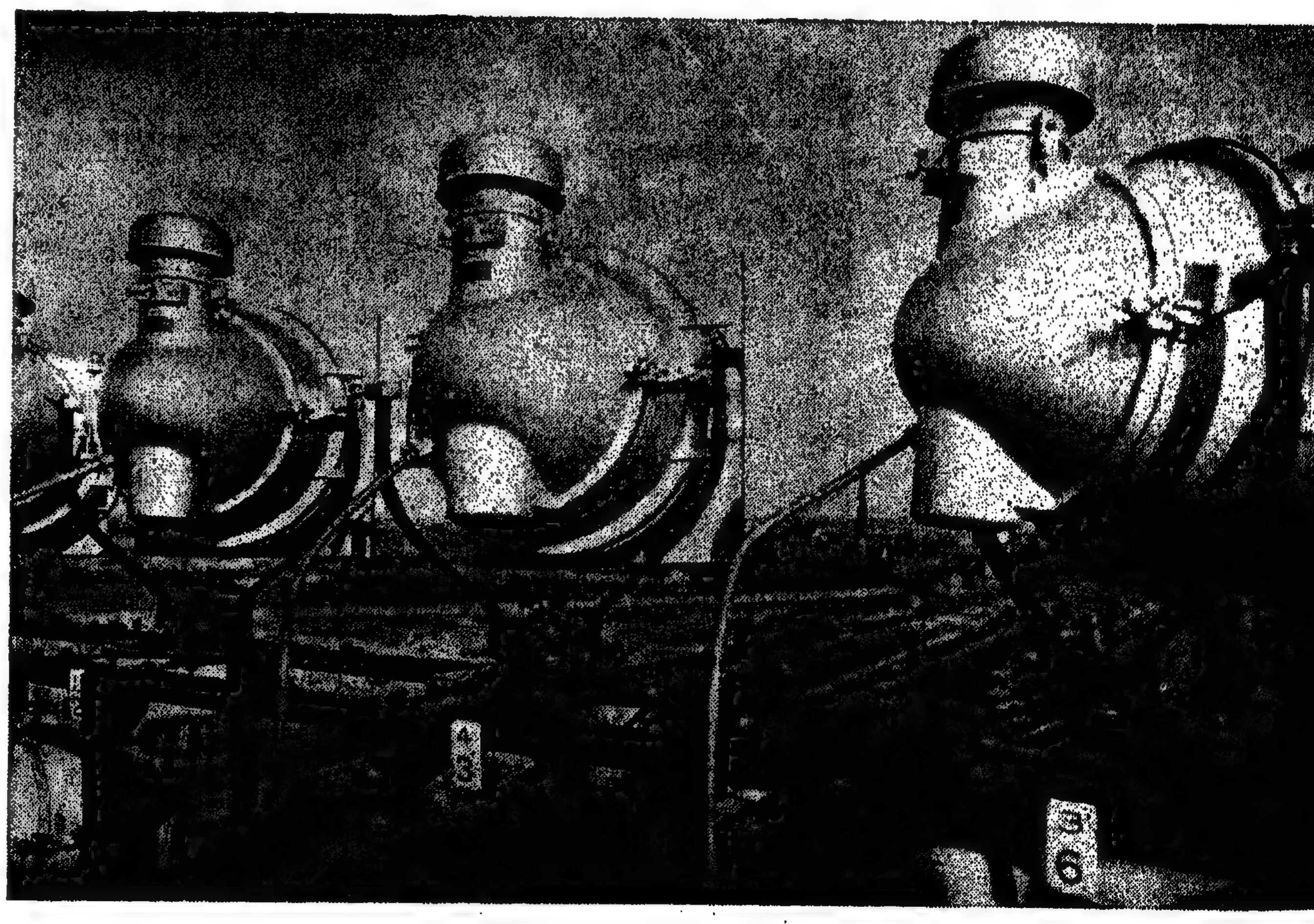
Le grandi zone coperte dai parchi ferroviari, le superfici generalmente poco riflettenti e l'atmosfera carica di fumo e di umidità rendono questo problema molto difficile da risolvere dal punto di vista sia tecnico che economico. La tendenza moderna però è di costruire alcune alte torri alle cui sommità sono raggruppati dei potenti proiettori che distribuiscono la luce sulle varie zone del parco. Tale concentrazione in pochi gruppi delle sorgenti luminose permette una facile manutenzione ed una più accurata sorveglianza degli apparecchi.

Nel fissare i valori dell'illuminazione, e quindi la potenza dei proiettori, bisogna in questi casi tenere anche presenti alcuni elementi che interessano la visione. In generale questa dipende da due fattori: dal contrasto dei colori e dal contrasto dello splendore degli oggetti. Colle intensità d'illuminazione molto basse adoperate nei parchi ferroviari la percezione dei colori è molto difficile, pressochè mancante, così che gli oggetti saranno visti soltanto per differenza di splendore, e cioè: o per visione diretta, se riflettono essi stessi la luce verso il nostro occhio, o per silhouette, se, pur non essendo direttamente illuminati, si profilano contro uno sfondo di sufficente chiarezza.

Riguardo alla intensità dell'illuminazione è pratica comune indicare i lux che si hanno sul piano orizzontale e non scendere al disotto di valori medi dell'illuminazione orizzontale di 0,5 lux, con una media generale di almeno 1 lux.

Si può esservare che, a causa della forte obliquità dei raggi emessi dai proiettori, ad una certa distanza dalle torri la illuminazione sul piano orizzontale è molto inferiore a quella misurata sul piano verticale e di conseguenza è molto facile avere una bassissima intensità d'illuminazione sul piano orizzontale ed essere tuttavia in ottime condizioni di visibilità.

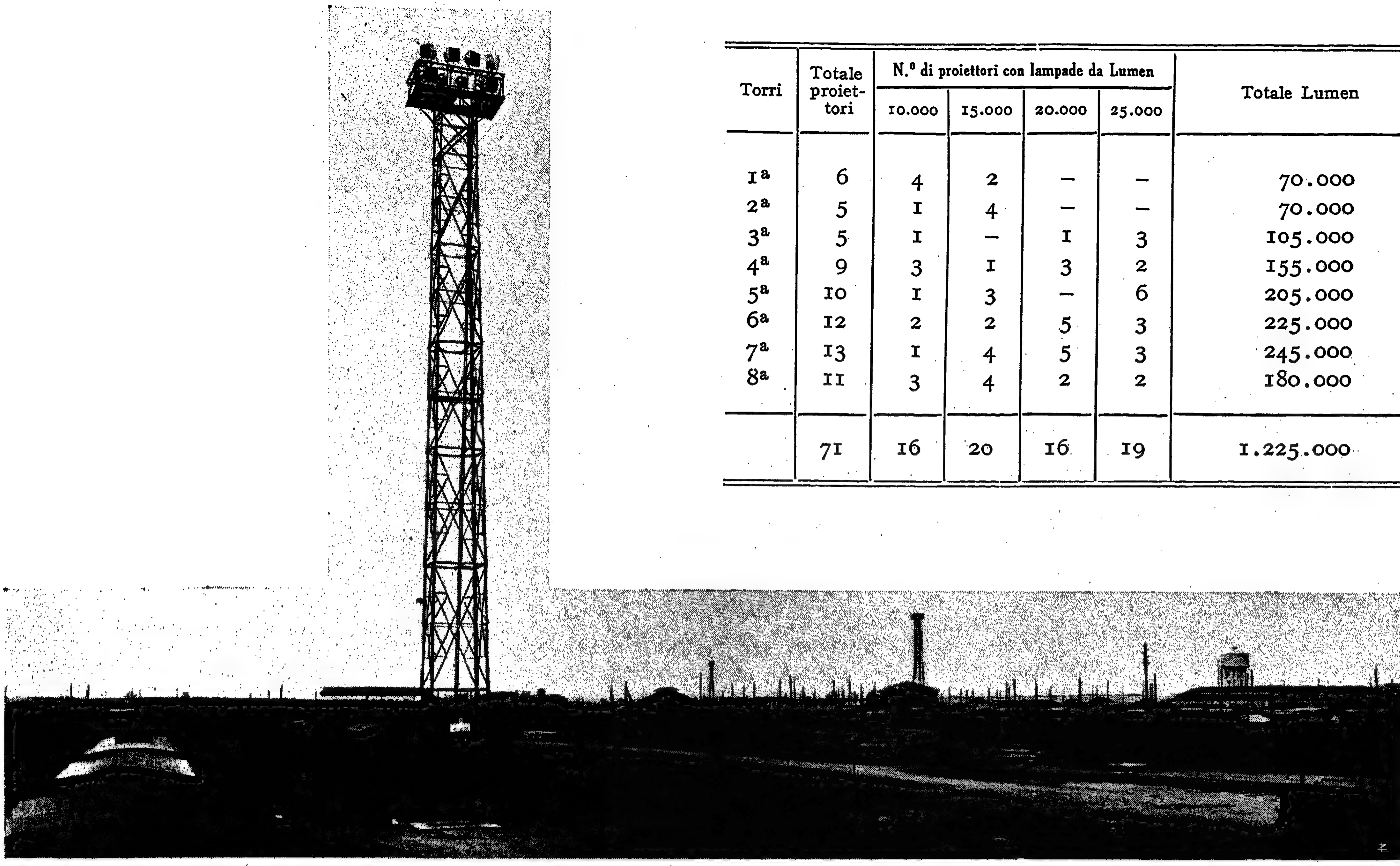
Col sistema d'illuminazione dei parchi ferroviari fino ad oggi usato si ricorreva invece ad un numero notevole di sostegni



Particolare di installazione dei proiettori.

posti relativamente vicini l'uno all'altro e di un'altezza molto limitata, tanto che ogni lampada poteva illuminare utilmente una zona di 20-30 metri al massimo intorno al sostegno. Così procedendo si aveva una notevolissima disuniformità d'illuminazione con intense ombre portate in conseguenza del fatto che

Torri	Totale proiet-tori	N.° di proiettori con lampade da Lumen				Totale Lumen
		10.000	15.000	20.000	25.000	
1ª	6	4	2	—	—	70.000
2ª	5	1	4	—	—	70.000
3ª	5	1	—	1	3	105.000
4ª	9	3	1	3	2	155.000
5ª	10	1	3	—	6	205.000
6ª	12	2	2	5	3	225.000
7ª	13	1	4	5	3	245.000
8ª	11	3	4	2	2	180.000
	71	16	20	16	19	1.225.000



Una delle otto torri in ferro a traliccio (alt. m. 30). Sul fondo a destra sono visibili altre due torri.

un vagone in prossimità della lampada ne intercettava una gran parte del flusso luminoso.

Alla stazione di Bologna nell'impianto recentemente eseguito, si sono costruite 8 torri dell'altezza di circa 30 metri, a distanza variabile l'una dall'altra di 200 a 800 metri. Su ogni torre trova posto un numero di proiettori da 5 a 13, proiettori muniti di lampade da 10 mila a 25 mila lumen. In totale i proiettori usati sono 71.

In un primo tempo alcuni dei proiettori erano stati schermati con un vetro giallo-oro temendosi che la luce bianca uscente dal proiettore potesse produrre abbagliamenti, malgrado la notevole altezza a cui gli apparecchi erano stati montati.

Si è data la preferenza al colore giallo-oro perchè è quello per il quale la visibilità dell'occhio è massima, però dalle prove fatte è risultato in modo indubbio che questi schermi, invece di facilitare la visione, la rendevano alquanto più difficile per il fatto che, essendo colorati, assorbivano una forte percentuale del flusso luminoso emesso dal proiettore. Questa perdita di flusso causava nei riguardi della visibilità un danno assai maggiore di quello che non derivasse dal lieve abbagliamento dovuto alla luce bianco-argentea del proiettore. Allo scopo però di aumentare l'apertura utile dei proiettori, questi sono stati muniti di vetri frontali rigati nel senso verticale così da coprire una superficie maggiore sovrapponendosi ad altri fasci e generando una luce assai uniforme.

Il coefficiente di disuniformità è molto basso e l'illuminazione media varia da 2,25 lux ad un minimo di 0,5 lux.



Vista notturna del piazzale della Stazione ferroviaria di Bologna.

Notizie varie

Ricerche sull'abbagliamento.

Nell'Istituto d'illuminazione del Prof. Teichmüller a Karlsruhe sono state fatte delle ricerche sistematiche allo scopo di stabilire una base per la misura dell'abbagliamento.

L'analisi di questo fenomeno è molto interessante giacchè ne mette in evidenza la complessità ed i vari aspetti.

Quattro principali distinzioni possono essere fatte al riguardo:

1° - *a*) *Abbagliamento assoluto:* dovuto ad uno splendore tale che impedisca comunque la visione normale;

b) *Abbagliamento relativo:* che può essere eliminato variando le condizioni di contrasto, come ad esempio lo splendore dello sfondo, od altre condizioni.

2° - *a*) *Abbagliamento diretto:* quando l'abbagliamento interessa la piccola zona del campo di visione corrispondente alla parte più sensibile della retina;

b) *Abbagliamento indiretto:* quando invece interessa una zona fuori del campo di visione su cui è focalizzato l'occhio.

Come esempi delle varie combinazioni vengono citati i seguenti:

Abbagliamento diretto assoluto: lettura di uno stampato su carta bianca alla luce diretta del sole.

Abbagliamento diretto relativo: quando un'insegna luminosa molto brillante, non leggibile, su uno sfondo scuro, diventa leggibile se lo sfondo viene illuminato.

Abbagliamento indiretto assoluto: quando i raggi del sole colpiscono l'occhio, ma fuori del campo su cui l'occhio è focalizzato.

Abbagliamento indiretto relativo: quando un'insegna stradale posta vicino ad una finestra molto illuminata può diventar più leggibile aumentando la luminosità dell'insegna oppure diminuendo la luminosità della finestra.

Gli esempi sopra esposti vengono dati come caratteristici delle variazioni del fenomeno dell'abbagliamento e non quale stretta classificazione, giacchè si possono fare ancora molte distinzioni delle varie specie di abbagliamento.

La ricerca fu limitata al problema dell'abbagliamento indiretto che di preferenza è studiato dai tecnici.

Furono così costruite molte curve sull'influenza dell'abbagliamento per vari splendori del campo visivo ed in varie posizioni del campo stesso. - Da esse si è rilevato che i dati ottenuti fornivano importanti argomenti in favore del sistema d'installazione delle armature stradali sull'asse della strada, sistema che è stato fin qui prescelto forse puramente per ragioni pratiche. Questa conclusione è basata sul fatto che l'abbagliamento è meno sentito quando interessa la parte superiore del campo visivo, e ciò appare chiaro se si pensa alla naturale evoluzione dell'occhio sotto la luce solare la quale principalmente proviene dall'alto.

Anche W. S. Stiles in un articolo su *The Illuminating Engineer* si sofferma a considerare le difficoltà di definire esattamente questo fenomeno che si produce ogni volta che c'è una variazione brusca di splendore nel campo della visione e che come si è visto è del tutto relativo. Gli effetti dell'abbagliamento sono: disagio per l'osservatore, formazione di immagini false che possono persistere sulla retina per un tenpo più o meno lungo, diminuzione della sensibilità visiva.

L'A. propone due metodi per valutare il grado di abbagliamento dovuto ad una sorgente luminosa. Il primo consiste nel misurare per differenti valori d'illuminazione le più piccole differenze di splendore percepite dall'occhio: 1) quando non vi è alcuna sorgente abbagliante nel campo della visione; 2) quando questa sorgente esiste. Il confronto dei risultati ottenuti nell'un caso e nell'altro permette mediante qualche considerazione matematica d'arrivare ad una stima dell'abbagliamento.

Il secondo metodo, detto anche metodo di confronto diretto, consiste nello stabilire una serie di 11 gradi di abbagliamento contrassegnati con lettere dalla A alla K e corrispondenti a sorgenti vieppiù abbaglianti, prese come campioni.

La misura vien fatta confrontando la sorgente presa in considerazione con questi campioni. Per esempio, il tubo a vapore di mercurio che produce lo stesso effetto di una lampada da 100 Watt a filamento di tungsteno in un'ampolla smerigliata è caratterizzato dallo stesso grado d'abbagliamento G di questa lampada. Il sole ha il grado più elevato, cioè K.

La luce artificiale nell'orticoltura.

Nei due inverni dal 1927 al 1929 il Prof. Oden fece parecchi esperimenti alla Stazione Sperimentale Svedese di Agricoltura per determinare l'influenza della luce artificiale sulla crescita delle piante, ed i risultati sono raccolti in una memoria pubblicata dall'Autore con la descrizione completa e molte illustrazioni degli esperimenti eseguiti.

Il periodo di tempo adatto per usare vantaggiosamente l'illuminazione artificiale allo scopo di accelerare la crescita delle piante, dipende dalla posizione geografica e dalla quantità di radiazioni emesse dal sole e dal cielo. Quindi uno dei più importanti problemi è quello di determinare l'esatta durata dell'illuminazione utile giornaliera e la necessaria intensità della luce artificiale per sostituire la luce naturale durante le giornate corte dell'inverno. Furono fatti esperimenti:

1) In un locale esclusivamente illuminato elettricamente;

2) In una serra illuminata naturalmente con supplemento d'illuminazione artificiale.

Si trovò che era sufficente un'illuminazione supplementare di circa 50 Watt per mq., per accelerare la crescita delle piante, mentre invece per ottenere la nascita e relativa crescita delle piante dai semi erano necessari da 200 a 500 Watt per mq.

Allungando il giorno a 17 ore nell'autunno, fu possibile prolungare per certe specie di piante il periodo della caduta delle foglie, cioè, mentre usualmente la caduta autunnale delle foglie avviene in maniera rapida, coll'illuminazione artificiale la caduta delle foglie si verificò lentamente durante tutto l'inverno. Su altre piante per le quali si era fatto in modo che la caduta delle foglie avvenisse normalmente, si ottenne, mediante l'illuminazione nel mese di dicembre, l'apertura di nuove gemme e quindi di nuove foglie.

L'Autore consiglia di usare l'illuminazione artificiale nei seguenti casi:

a) nei primi stadi di sviluppo delle piante in modo da aumentare lo sviluppo delle foglie così che le piante stesse possano crescere a maturità più facilmente e rapidamente al sopraggiungere dei giorni lunghi.

b) Per piante speciali per le quali è necessario allungare la durata dell'illuminazione al valore optimum.

c) Come luce supplementare per culture speciali durante giorni molto oscuri.

d) Per le piante a crescita lenta allo scopo di anticipare la fioritura.

L'illuminazione dei parchi ferroviari.

L'Elettrotecnica pubblica il resoconto di un articolo di W. Tungethal, sull'« Illuminazione di fasci di binarii con proiettori » nel quale viene esposto un sistema di illuminazione di stazioni di smistamento da anni già usato in America ed applicato ora nella stazione di Troyl presso Danzica dalle Ferrovie Polacche, avente una superficie di 250.000 mq. e circa 2,5 km. di lunghezza. L'illuminazione è fatta con proiettori situati su torri collocate in tre punti: in tutto sono installati 27 proiettori con lampade da 1,5 kW ciascuno; i proiettori hanno specchi di 35 cm. di diametro. La cosa più importante per un impianto di questo genere consiste nella scelta opportuna delle posizioni per le torri, ; nella stazione di Troyl queste sono a distanze da 800 a 1050 metri l'una dall'altra; ciononostante l'illuminazione anche nei punti intermedii è buona; le torri hanno un'altezza di 30 metri. La potenza installata per tutto l'impianto è di 41,5 kW, che corrisponde a 0,116 watt per mq. Invece coll'illuminazione per mezzo di riflettori comuni, si dovrebbe contare su 0,3 watt per mq., pur non ottenendosi un'illuminazione così soddisfacente.

Come spesa d'impianto, si può dire che nel caso citato si incontrano minori spese che non col sistema d'illuminazione con riflettori comuni. Circa i vantaggi di questo sistena d'illuminazione si può dire che la sicurezza delle manovre nelle stazioni è aumentata, perchè non vi sono più pali tra i fasci di binari; inoltre coll'illuminazione intensiva, benchè vi sia un certo abbagliamento e un più forte risalto delle ombre, dopo l'abitudine fatta dal personale non risulta alcun danno per il servizio.

NOTE E RIASSUNTI

LE BASI SCIENTIFICHE DELLA CUCINA ELETTRICA

Elektrizitätswirtschaft, 1929, nn. 496 e 497. – Ing. Dipl. FR. MÖRTZSCH.

I modi di cucinare risentono ancora sopratutto di quelle abitudini secolari, diverse secondo le regioni e secondo le condizioni sociali delle famiglie, che solo di rado danno modo alle donne di casa di pensare che vi possono essere maniere di cucinare più giuste e migliori. E non soltanto le donne di casa dànno poca importanza al problema della cucina.

Il problema è stato affrontato durante e dopo la guerra, in conseguenza della scarsità degli alimenti: con l'indagine scientifica si è messo in luce tutta l'importanza della quistione e dappertutto si è cercato allora di spiegare ogni lato del problema. Oggi si ha una vasta letteratura sulla fisiologia della nutrizione e si può con ragione parlare anche di una nuova disciplina scientifica, la *scienza della cucina*. A Berlino una sezione dell'associazione delle donne di casa, l'Heibaudi, s'interessa di fisiologia della nutrizione.

Colla scienza della cucina si cerca di stabilire quali sono i metodi di cucinatura che influiscono al minimo sulle qualità particolari e sul contenuto nutritivo degli alimenti. Se pure le indagini non possono ritenersi complete, sopratutto nel campo dell'esame delle vitamine, si possono però accettare i risultati delle indagini sulle temperature necessarie nei diversi processi di cucinatura. Si è trovato per es. che la preparazione di verdura e simili richiede temperature relativamente basse, per la preparazione di arrosto di carne sono sufficienti temperature variabili da 140° a 180° C e che soltanto per friggere o abbrustolire si ricorre a temperature un po' più alte. Si può facilmente riconoscere che gli alimenti conservano meglio lo stato originario se si ricorre ad una sorgente di calore dolce ed uniforme, piuttosto che ad una fiamma viva; e che la cucina riesce migliore se si evitano le brusche variazioni di temperatura. Le indagini hanno dimostrato che la preparazione di qualsiasi verdura con le altre cucine è dannosa, perchè la verdura viene dilavata molto e vengono diminuiti fortemente i suoi elementi basici. Senza voler entrare nel campo d'indagini sulle vitamine, dove non si sono ancora raggiunti risultati definitivi, si possono però riconoscere come importanti certe considerazioni, per es. che la vitamina *C*, tanto necessaria per lo sviluppo del nostro corpo, viene intaccata fortemente dall'ossigeno e quindi anche dall'aria e perciò durante la preparazione di una pietanza bisogna evitare il contatto coll'aria del cibo che cuoce, se si vuole conservare questo importante elemento di vita.

L'A. passa quindi a considerare come si possono adattare a queste norme della scienza della alimentazione i diversi sistemi di riscaldamento.

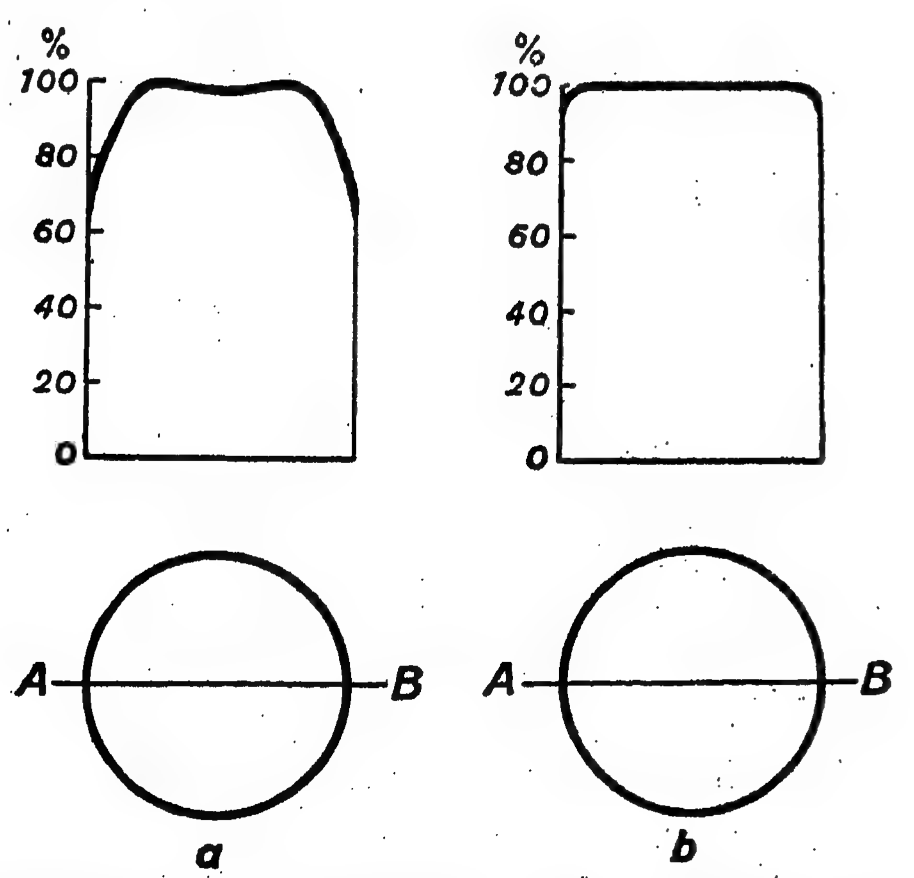


Fig. 1. - Distribuzione (in percento) delle temperature sul fondo di una pentola vuota riscaldata da
a) un fornello a gas; *b*) un fornello elettrico.

Osserva che il calore viene prodotto dal gas e dal carbone con un processo chimico di combustione durante il quale si raggiungono temperature di 1000° a 1500° C secondo la qualità del carbone e la miscela del gas, e non è possibile una regolazione di queste temperature, ma quella soltanto della quantità di calore prodotta nell'unità di tempo. Per evitare quindi che il cibo venga guastato dalla temperatura alta delle fiamme, si regola la distanza delle pentole dalla fiamma, ma a questo modo non si fa che aumentare le perdite di calore, tanto nel caso del carbone che del gas. A difendersi dalle elevate temperature raggiunte dal carbone e dal gas le donne di casa ricorrono poi all'acqua, così per cuocere della verdura mettono prima nella pentola una quantità d'acqua che dovrebbe occupare circa lo stesso spazio della verdura; spesso ne mettono di più, perchè l'acqua non supera i 100° C e costituisce perciò un buon limitatore di temperatura, e infine perchè l'acqua rende uniforme la temperatura nella pentola: ma tutto ciò contribuisce ad aumentare il consumo di calore.

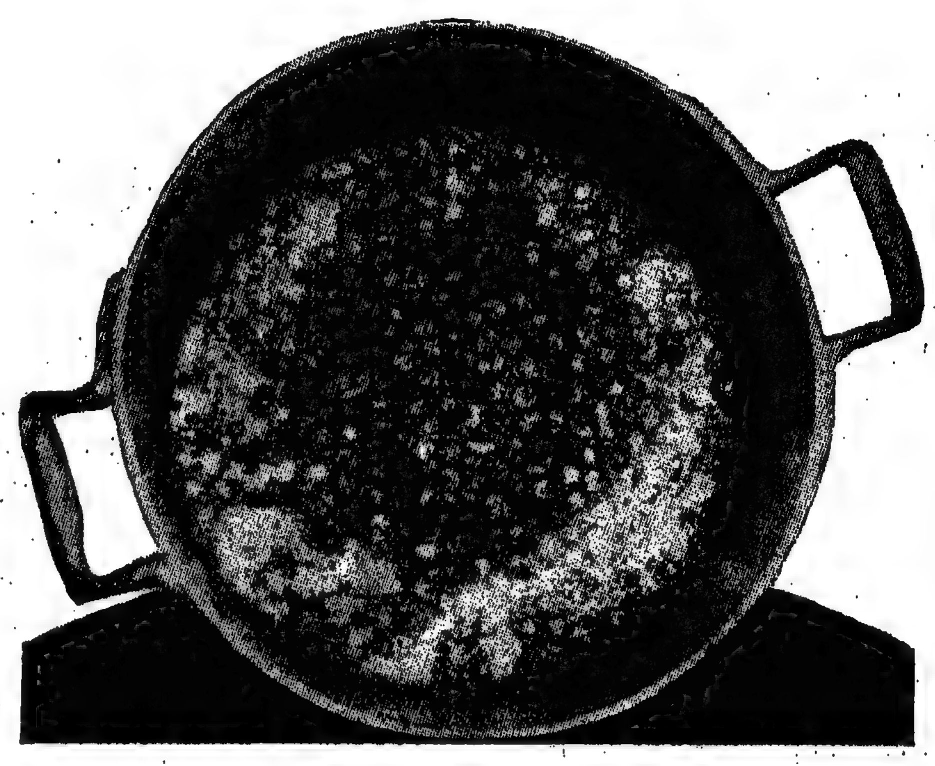


Fig. 2.

È stato rilevato che le temperature sul fondo di una pentola riscaldata da un fornello a gas, non sono uguali in tutti i punti, ma variano secondo il diagramma della fig. 1 *a*), rilevato per i punti situati lungo *A B*, di una pentola vuota. Queste differenze di temperatura si possono rilevare anche in recipienti pieni di cibo da far cuocere: la fig. 2 mostra appunto una pentola in cui erano stati messi a cuocere de' piselli, forse con poca acqua ovvero lasciati sul fuoco oltre il necessario, e si vede facilmente come i piselli che sono nel mezzo della pentola sono stati bruciati più di quelli verso l'orlo; così la fig. 3 mostra una pentola contenente latte che bolle e alla superficie del latte si notano dei punti corrispondenti a quelli del fondo che sono i più riscaldati. Basta del resto osservare le pentole dopo che hanno



Fig. 3.

servito a cucinare e sul loro fondo le parti dove il cibo è attaccato di più.

Qualcosa di analogo si verifica quando si frigge o si fa un arrosto con un fornello a gas: le quantità di grasso che la donna di casa consuma perchè la temperatura nella pentola si mantenga possibilmente uniforme e nulla bruci, sono grandi

e ciò nonostante si ottiene ancora la frittata, per es., che nel mezzo è più cotta che agli orli.

Col riscaldamento elettrico le condizioni variano completamente; non c'è più nel riscaldamento un fenomeno chimico ma fisico, e le temperature, dipendendo dalle potenze fornite e dalla natura e dalla grandezza della superficie delle piastre, possono regolarsi come si desidera. Naturalmente i costruttori di apparecchi hanno adattato questi in modo da avere le temperature più opportune per la preparazione de' pasti.

La mancanza di gas durante il riscaldamento è importante dal punto di vista dell'igiene e della salute; la possibilità di ripartire poi gli elementi riscaldanti senza che per questo diminuisca il rendimento e conservando invece la uniformità di riscaldamento della piastra, rende particolarmente vantaggioso il riscaldamento elettrico. Nella fig. 1 *b*) si ha il diagramma delle temperature sul fondo di una pentola vuota riscaldata da un fornello elettrico.

Ai vantaggi accennati per i fornelli elettrici, ne conseguono altri: l'acqua che la donna di casa adoperava negli altri casi in discreta quantità per sicurezza oltre che per limitare e per rendere uniforme la temperatura nella pentola, qui viene adoperata in piccolissime quantità. La cottura di alcuni cibi può talvolta venire fatta addirittura senza aggiungere acqua, come accade per il pesce per es.: il calore uniforme del fornello elettrico e la sua mite temperatura, permettono una perfetta cottura, con la conservazione di tutti i valori nutritivi e del naturale gusto del cibo. E quanto si è detto per l'acqua può ripetersi per i grassi, il cui consumo può essere ridotto notevolmente coll'uso de' fornelli elettrici.

Una riduzione delle quantità d'acqua e di grassi può esserci anche coll'uso de' fornelli a gas, ma è possibile soltanto in prove da laboratorio, dove si osserva tutto continuamente, e non nel pratico esercizio della cucina. Il diagramma *a*) della fig. 4 mostra quello che accade in una pentola di litri 2,5, posta su fornello a gas, dopo l'evaporazione di 225 grammi d'acqua: in pochi minuti la temperatura sul fondo della pentola raggiunge i 325° C, temperatura alla quale ogni cibo viene bruciato completamente. Col fornello elettrico, diagramma *b*) figura 4, l'andamento delle temperature è molto diverso, dopo circa 10 minuti non si sono oltrepassati i 140° C. Questo fatto si ripete anche aggiungendo all'acqua delle patate per es.: la fig. 5 mostra le variazioni di temperatura quando nella stessa pentola considerata prima, si aggiunge 1 kg di patate a' 225 grammi di acqua.

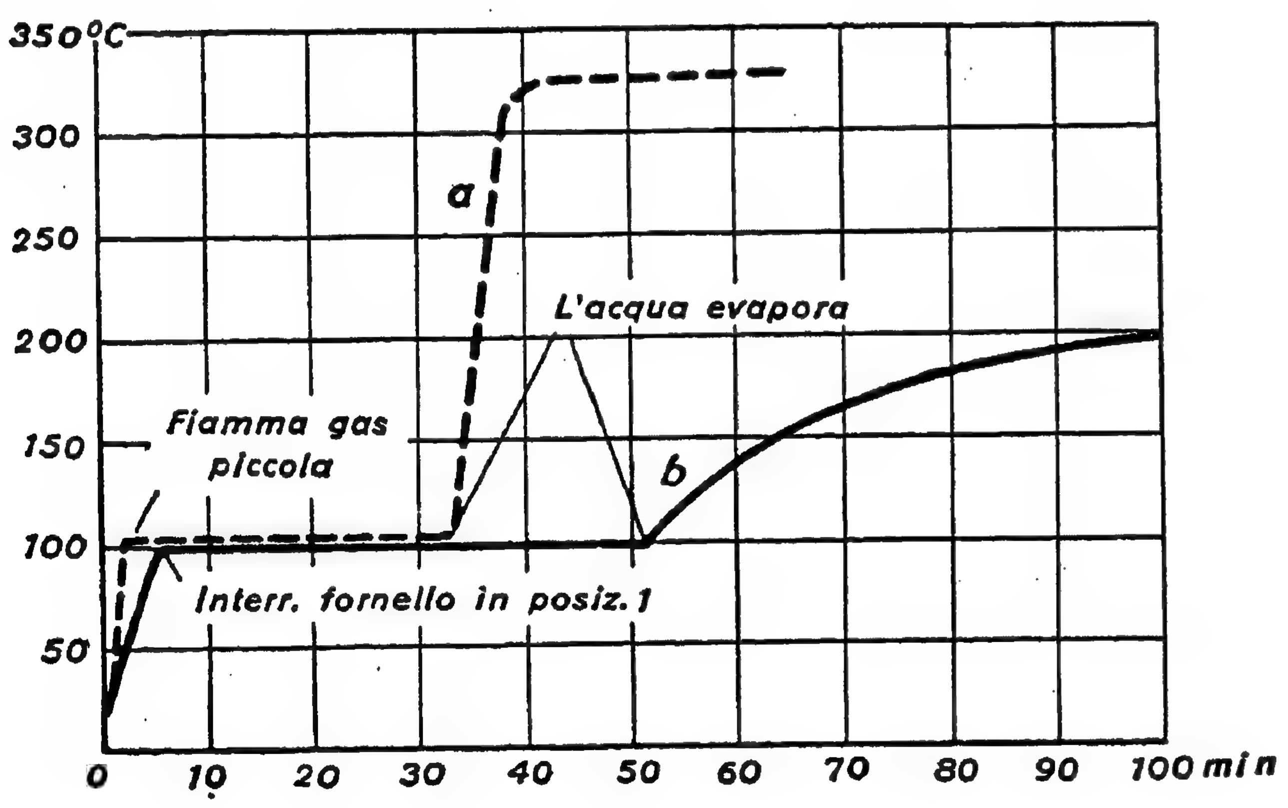


Fig. 4. - Evaporazione di 225 grammi d'acqua in una pentola di litri 2,5 posta su

a) un fornello a gas con fiamma regolata per il consumo minimo di 0,11 m³/h
b) un fornello elettrico inserito per il minimo consumo di 240 W.

Segue da quanto detto che la donna di casa cucinando sul gas è costretta ad aumentare l'aggiunta di acqua e, a causa della non uniforme distribuzione delle temperature, deve rimestare spesso il cibo che cuoce, perchè non resti attaccato alla pentola nei punti più caldi. Tutto questo avviene sollevando il coperchio ogni tanto e lasciando così sfuggire del vapore dalla pentola; si riduce lo strato di vapore che protegge il cibo e l'aria venendo a contatto sempre con nuovo cibo, perchè questo è rimestato, ne distrugge le vitamine *C*. Si conclude che la verdura cotta su fornelli elettrici ha un contenuto di vitamine maggiore di quello che si avrebbe in analoghe condizioni ricorrendo a fornelli a gas. Vi è un'altra ragione che rende possibile per il fornello elettrico l'aggiunta di una minore quantità d'acqua: nelle prove eseguite il fornello elettrico era inserito nella posizione I, cioè consumava 240 W, e il fornello a gas aveva la fiamma regolata per un consumo di 110 litri di gas all'ora, cioè forniva un numero di calorie maggiore del fornello elettrico. Mentre il fornello elettrico richiedeva una potenza molto prossima a quella teoricamente necessaria, il fornello a gas, a cui non si poteva ridurre ulteriormente la

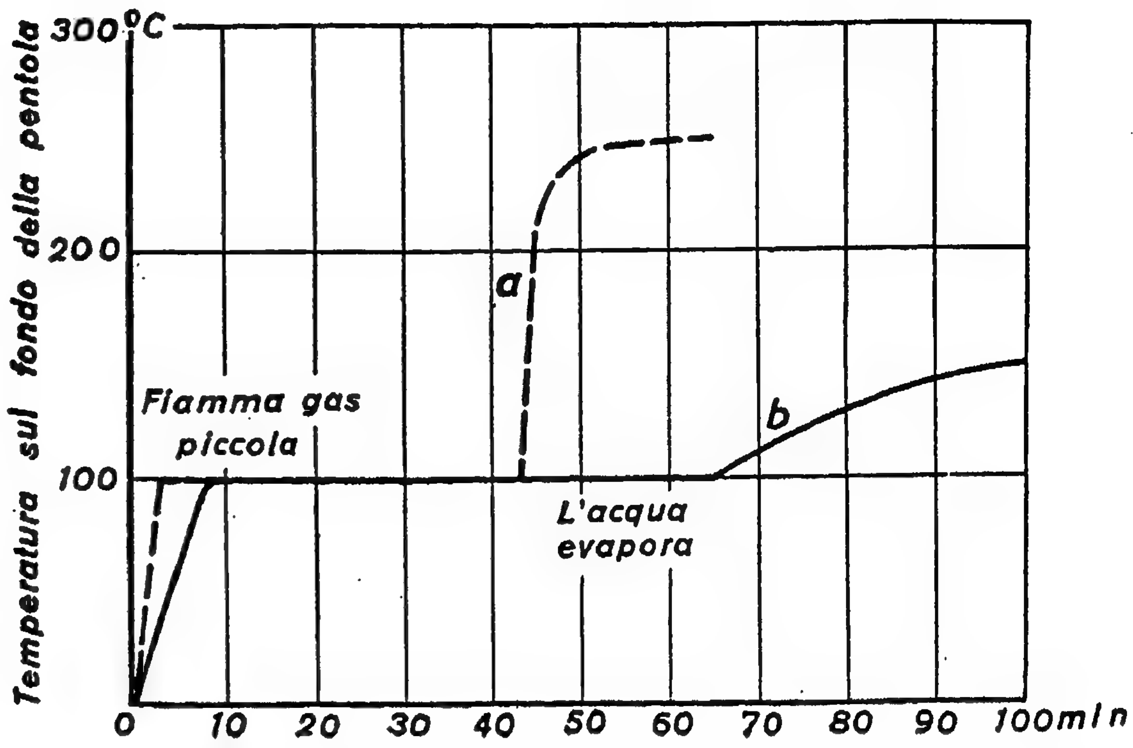


Fig. 5. - Variazioni delle temperature sul fondo di una pentola riempita con 1 kg di patate, durante l'evaporazione di 225 grammi d'acqua.

fiamma senza correre il pericolo di farla spegnere facilmente e di avere poi una pericolosa fuga di gas, forniva una quantità di calore maggiore del necessario e quindi oltre a mantenere una certa temperatura nella pentola, faceva evaporare l'acqua contenuta nel cibo in cottura. E questo fenomeno che si verifica coll'acqua, si ripete coi grassi e porta ad un loro maggiore consumo e ad una spesa che non sono trascurabili.

Se si pensa che un Kg di burro buono costa almeno L. 16 e che in una famiglia media di 4 persone se ne consumano mensilmente Kg 4, il risparmio che si ha col fornello elettrico, corrispondente a circa un quarto del consumo, ammonta a L. 16; questa economia è certamente superiore a quella che potrebbe dare una lieve differenza dei costi di mezzi diversi di riscaldamento (1) e va considerata quando si deve scegliere un tipo piuttosto che l'altro di cucina.

È quasi superfluo il far notare che la minore aggiunta di acqua e di grassi che si ha coll'uso dei fornelli elettrici, fa diminuire i consumi di energia e che nella cucina a gas i consumi aumentano per di più in conseguenza delle perdite di calore che si hanno quando si toglie il coperchio per rimestare.

Taluno osserva che pur presentando il fornello elettrico diversi vantaggi sul fornello a gas, richiede però più tempo per la cucinatura. A questo riguardo l'A. considera separatamente un *tempo di riscaldamento* ed uno *di cottura*, che variano da cibo a cibo, ma sono fissi e determinabili per ognuno. I tempi di cottura logicamente sono gli stessi tanto per i fornelli a gas che per quelli elettrici e la differenza è tutta nei tempi di riscaldamento e sopratutto dipende dal fatto che col fornello elettrico si inizia la cucinatura con piastra fredda. Bisogna poi riferirsi al tempo totale necessario per la preparazione di un dato cibo. I rapporti de' tempi di riscaldamento e di cottura al tempo totale variano col cibo, ma in media si può ritenere per la cucina elettrica che il 35 % del tempo totale spetti al riscaldamento e il 65% si riferisca al periodo di cottura; con questi rapporti, anche se il tempo per il riscaldamento è per il fornello elettrico superiore del 50% a quello per il fornello a gas, l'aumento del tempo totale di cucinatura è soltanto del 17,5 %. Se si tiene poi presente che col fornello a gas bisogna rimestare più volte il cibo e che nel far questo si perde calore e tempo, si conclude che la cucina elettrica, come asseriscono molte donne di casa, non richiede poi più tempo di quella a gas.

L'A. passa quindi a considerare il rendimento degli apparecchi elettrici per la cucina. Osserva che per poter applicare la solita definizione del rendimento, bisogna riferirsi ad un periodo della cucinatura ben determinato e per il quale si possono stabilire esattamente le quantità di calore utilizzate e quelle fornite: questo periodo può essere quello del riscaldamento, e per essere

(1) Si ritiene che, tenendo conto soltanto della spesa per i mezzi di riscaldamento, la cucina elettrica sia più economica di quella a gas quando il costo del kWh è un terzo del costo del mc di gas. Dove il costo del gas è di L. 0,60/mc, l'uso della cucina elettrica converrebbe già con una tariffa di L. 0,20/kWh. Ma se teniamo conto dell'economia di grassi accennata, L. 16.— mensili su un consumo di kWh 115 (consumo medio per famiglie di 4 persone), si calcola facilmente che il costo dell'energia può salire a L. 0,34, restando la cucina elettrica più conveniente di quella a gas.

e ciò nonostante si ottiene ancora la frittata, per es., che nel mezzo è più cotta che agli orli.

Col riscaldamento elettrico le condizioni variano completamente; non c'è più nel riscaldamento un fenomeno chimico ma fisico, e le temperature, dipendendo dalle potenze fornite e dalla natura e dalla grandezza della superficie delle piastre, possono regolarsi come si desidera. Naturalmente i costruttori di apparecchi hanno adattato questi in modo da avere le temperature più opportune per la preparazione de' pasti.

La mancanza di gas durante il riscaldamento è importante dal punto di vista dell'igiene e della salute; la possibilità di ripartire poi gli elementi riscaldanti senza che per questo diminuisca il rendimento e conservando invece la uniformità di riscaldamento della piastra, rende particolarmente vantaggioso il riscaldamento elettrico. Nella fig. 1 *b*) si ha il diagramma delle temperature sul fondo di una pentola vuota riscaldata da un fornello elettrico.

Ai vantaggi accennati per i fornelli elettrici, ne conseguono altri: l'acqua che la donna di casa adoperava negli altri casi in discreta quantità per sicurezza oltre che per limitare e per rendere uniforme la temperatura nella pentola, qui viene adoperata in piccolissime quantità. La cottura di alcuni cibi può talvolta venire fatta addirittura senza aggiungere acqua, come accade per il pesce per es.: il calore uniforme del fornello elettrico e la sua mite temperatura, permettono una perfetta cottura, con la conservazione di tutti i valori nutritivi e del naturale gusto del cibo. E quanto si è detto per l'acqua può ripetersi per i grassi, il cui consumo può essere ridotto notevolmente coll'uso de' fornelli elettrici.

Una riduzione delle quantità d'acqua e di grassi può esserci anche coll'uso de' fornelli a gas, ma è possibile soltanto in prove da laboratorio, dove si osserva tutto continuamente, e non nel pratico esercizio della cucina. Il diagramma *a*) della fig. 4 mostra quello che accade in una pentola di litri 2,5, posta su fornello a gas, dopo l'evaporazione di 225 grammi d'acqua: in pochi minuti la temperatura sul fondo della pentola raggiunge i 325° C, temperatura alla quale ogni cibo viene bruciato completamente. Col fornello elettrico, diagramma *b*) figura 4, l'andamento delle temperature è molto diverso, dopo circa 10 minuti non si sono oltrepassati i 140° C. Questo fatto si ripete anche aggiungendo all'acqua delle patate per es.: la fig. 5 mostra le variazioni di temperatura quando nella stessa pentola considerata prima, si aggiunge 1 kg di patate a' 225 grammi di acqua.

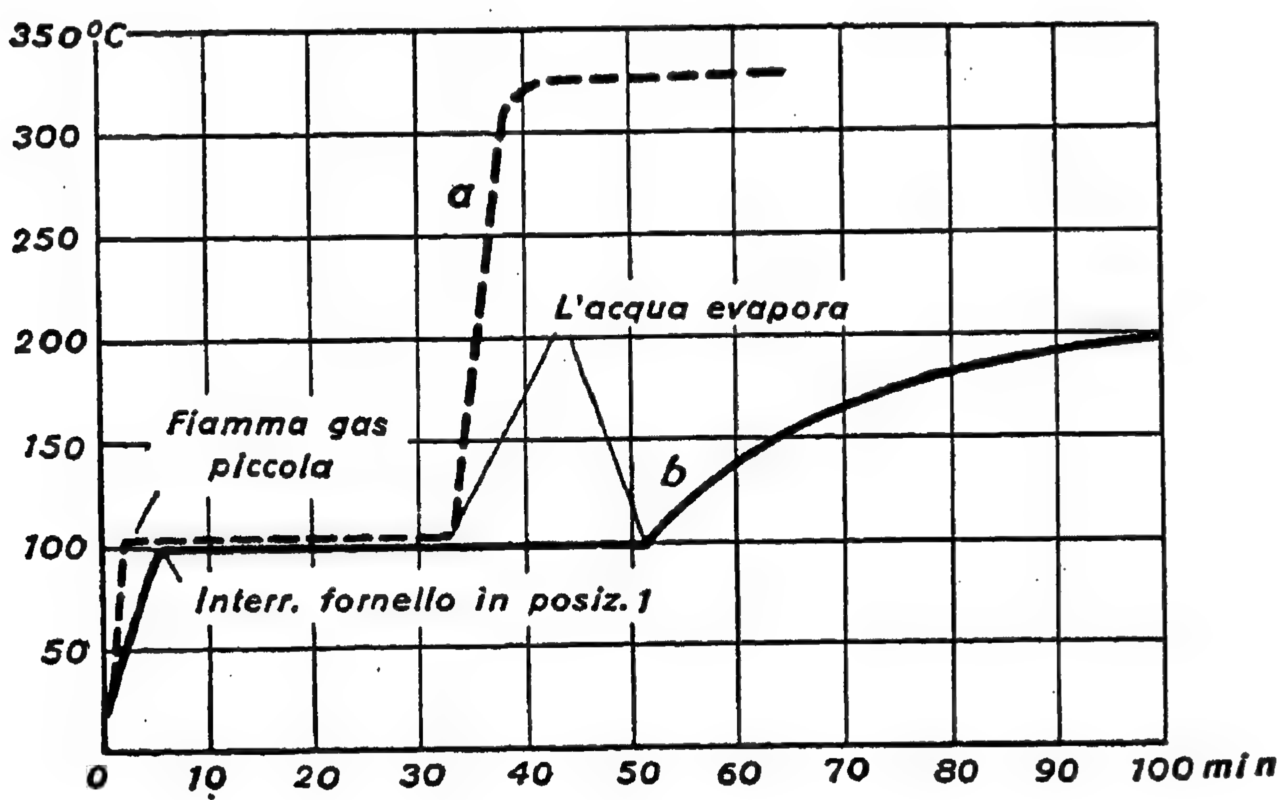


Fig. 4. - Evaporazione di 225 grammi d'acqua in una pentola di litri 2,5 posta su

a) un fornello a gas con fiamma regolata per il consumo minimo di 0,11 m³/h
b) un fornello elettrico inserito per il minimo consumo di 240 W.

Segue da quanto detto che la donna di casa cucinando sul gas è costretta ad aumentare l'aggiunta di acqua e, a causa della non uniforme distribuzione delle temperature, deve rimestare spesso il cibo che cuoce, perchè non resti attaccato alla pentola nei punti più caldi. Tutto questo avviene sollevando il coperchio ogni tanto e lasciando così sfuggire del vapore dalla pentola; si riduce lo strato di vapore che protegge il cibo e l'aria venendo a contatto sempre con nuovo cibo, perchè questo è rimestato, ne distrugge le vitamine *C*. Si conclude che la verdura cotta su fornelli elettrici ha un contenuto di vitamine maggiore di quello che si avrebbe in analoghe condizioni ricorrendo a fornelli a gas. Vi è un'altra ragione che rende possibile per il fornello elettrico l'aggiunta di una minore quantità d'acqua: nelle prove eseguite il fornello elettrico era inserito nella posizione I, cioè consumava 240 W, e il fornello a gas aveva la fiamma regolata per un consumo di 110 litri di gas all'ora, cioè forniva un numero di calorie maggiore del fornello elettrico. Mentre il fornello elettrico richiedeva una potenza molto prossima a quella teoricamente necessaria, il fornello a gas, a cui non si poteva ridurre ulteriormente la

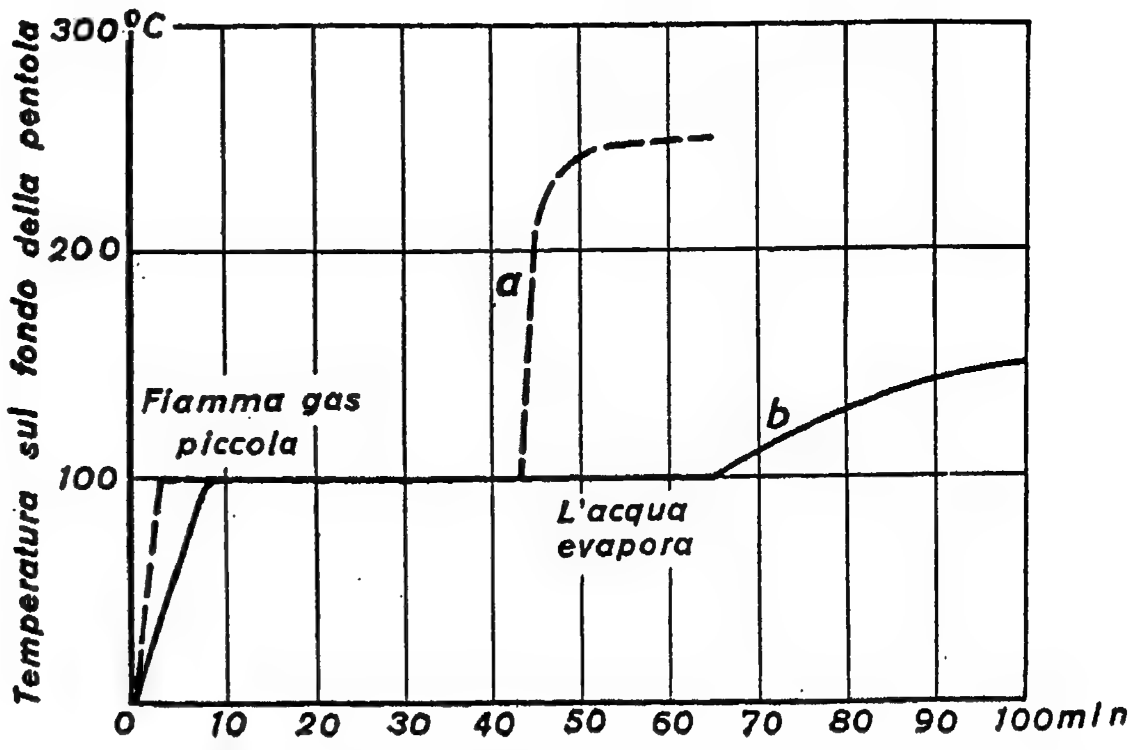


Fig. 5. - Variazioni delle temperature sul fondo di una pentola riempita con 1 kg di patate, durante l'evaporazione di 225 grammi d'acqua.

fiamma senza correre il pericolo di farla spegnere facilmente e di avere poi una pericolosa fuga di gas, forniva una quantità di calore maggiore del necessario e quindi oltre a mantenere una certa temperatura nella pentola, faceva evaporare l'acqua contenuta nel cibo in cottura. E questo fenomeno che si verifica coll'acqua, si ripete coi grassi e porta ad un loro maggiore consumo e ad una spesa che non sono trascurabili.

Se si pensa che un Kg di burro buono costa almeno L. 16 e che in una famiglia media di 4 persone se ne consumano mensilmente Kg 4, il risparmio che si ha col fornello elettrico, corrispondente a circa un quarto del consumo, ammonta a L. 16; questa economia è certamente superiore a quella che potrebbe dare una lieve differenza dei costi di mezzi diversi di riscaldamento (1) e va considerata quando si deve scegliere un tipo piuttosto che l'altro di cucina.

È quasi superfluo il far notare che la minore aggiunta di acqua e di grassi che si ha coll'uso dei fornelli elettrici, fa diminuire i consumi di energia e che nella cucina a gas i consumi aumentano per di più in conseguenza delle perdite di calore che si hanno quando si toglie il coperchio per rimestare.

Taluno osserva che pur presentando il fornello elettrico diversi vantaggi sul fornello a gas, richiede però più tempo per la cucinatura. A questo riguardo l'A. considera separatamente un *tempo di riscaldamento* ed uno *di cottura*, che variano da cibo a cibo, ma sono fissi e determinabili per ognuno. I tempi di cottura logicamente sono gli stessi tanto per i fornelli a gas che per quelli elettrici e la differenza è tutta nei tempi di riscaldamento e sopratutto dipende dal fatto che col fornello elettrico si inizia la cucinatura con piastra fredda. Bisogna poi riferirsi al tempo totale necessario per la preparazione di un dato cibo. I rapporti de' tempi di riscaldamento e di cottura al tempo totale variano col cibo, ma in media si può ritenere per la cucina elettrica che il 35 % del tempo totale spetti al riscaldamento e il 65% si riferisca al periodo di cottura; con questi rapporti, anche se il tempo per il riscaldamento è per il fornello elettrico superiore del 50% a quello per il fornello a gas, l'aumento del tempo totale di cucinatura è soltanto del 17,5 %. Se si tiene poi presente che col fornello a gas bisogna rimestare più volte il cibo e che nel far questo si perde calore e tempo, si conclude che la cucina elettrica, come asseriscono molte donne di casa, non richiede poi più tempo di quella a gas.

L'A. passa quindi a considerare il rendimento degli apparecchi elettrici per la cucina. Osserva che per poter applicare la solita definizione del rendimento, bisogna riferirsi ad un periodo della cucinatura ben determinato e per il quale si possono stabilire esattamente le quantità di calore utilizzate e quelle fornite: questo periodo può essere quello del riscaldamento, e per essere

(1) Si ritiene che, tenendo conto soltanto della spesa per i mezzi di riscaldamento, la cucina elettrica sia più economica di quella a gas quando il costo del kWh è un terzo del costo del mc di gas. Dove il costo del gas è di L. 0,60/mc, l'uso della cucina elettrica converrebbe già con una tariffa di L. 0,20/kWh. Ma se teniamo conto dell'economia di grassi accennata, L. 16.— mensili su un consumo di kWh 115 (consumo medio per famiglie di 4 persone), si calcola facilmente che il costo dell'energia può salire a L. 0,34, restando la cucina elettrica più conveniente di quella a gas.

RASSEGNA TECNICA

a) VALORE ECONOMICO DEI SERBATOI D'ACQUA

Elektrotechnik u. Maschinenbau, 30 marzo 1930. – ORNIG.

1°) IL PROBLEMA ECONOMICO-ENERGETICO.

Un serbatoio può essere caratterizzato dal rapporto

$$\frac{V}{\Sigma Q} = \frac{\text{volume del serbatoio (in m}^3\text{)}}{\text{afflusso (in m}^3\text{)}}$$

Questo aumenta gradatamente a seconda che si tratti di serbatoio giornaliero atto a sopperire alle punte quotidiane, o di serbatoio settimanale, destinato a immagazzinare le eccedenze dei giorni festivi per smaltirle in pochi giorni successivi o infine di serbatoio stagionale atto ad immagazzinare delle piene per distribuirle in periodi successivi più o meno lunghi (settimanali, mensili, semestrali o annuali).

Quelli giornalieri possono immagazzinare dal 15 al 30 % del deflusso giornaliero, con un massimo dell'80 % negli impianti di punta. Rispetto al deflusso medio annuale però essi accumulano da 0,05 al 0,2 %. Possono servire sia per alte che per medie cadute.

Quelli settimanali possono accumulare dal 60 al 180 % del deflusso giornaliero, pari al 0,15 ÷ 0,5 % di quello annuo. Sono economicamente convenienti per alte cadute e non sempre per medie cadute, mentre sono da escludersi per quelle basse.

Per i serbatoi stagionali di impianti a funzionamento continuo la capacità di invaso può raggiungere il 30% del deflusso medio annuo in alta montagna e il 10% in collina e pianura.

Se invece il serbatoio deve sopperire durante l'intera stagione invernale colla portata estiva, il suo volume potrà raggiungere l'85 % del deflusso annuo in alta montagna e il 65 % in montagne di media altezza e colline.

Bacini atti ad immagazzinare l'intero deflusso annuo sono eccezionali.

La seguente tabella dà alcuni esempi del valore $\frac{V}{\Sigma Q}$.

Impianto	Volume del serbatoio in % del deflusso medio: giornaliero	annuo	Tipo di serbatoio
Partenstein col serbatoio Haslach	175	0.3	serbatoio settimanale
		12	» annuo
Teigetsch coi serbatoi Pack e Hierzmann	100	0.3	» settimanale
		6	» stagionale
		12	» annuo
Walchensee		16	» stagionale
Löntsch		38	L'accumulazione per
Stubbach		60	l'inverno è maggiore del
Spullersee		75	deflusso estivo
Barberine........		82	
Ritom		83	serbatoio invernale
Wäggital		100	» invernale

2°) CONDIZIONI TOPOGRAFICHE DEI SERBATOI.

a) Forma del bacino e suo volume:

Col rapporto

$$\frac{V}{S\,h} = \frac{\text{volume in m}^3}{\text{superficie del serbatoio (m}^2\text{). Altezza di invaso } (m)}$$

si è definita la bontà topografica del serbatoio. Il suo valore oscilla normalmente tra 0,25 e 0,4.

b) Località dello sbarramento e natura di quest'ultimo.

Il rapporto

$$\frac{\text{scavo (m}^3\text{)}}{\text{cubatura della diga (m}^3\text{)}}$$

ha in generale un valore medio di 0,3 (oscilla tra 0,10 e 0,6).

Si definisce poi coefficiente di snellezza il rapporto

$$\frac{\text{Altezza della diga (m)}}{\text{Larghezza alla base (m)}}$$

Questo varia tra 0,88 e 0,72 per le dighe a gravità e scende per quelle ad arco, in casi favorevoli, fino a 0,1.

3°) DIMENSIONI DELLA DIGA RISPETTO AL VOLUME DEL SERBATOIO E ALLA ENERGIA IMMAGAZZINATA.

Il rapporto

$$\eta_1 = \frac{V}{M} = \frac{\text{volume serbatoio (m}^3\text{)}}{\text{volume diga (m}^3\text{)}}$$

dà il volume di acqua immagazzinato per m³ di muratura.

Di solito η_1 è alto in pianura e sfavorevole in montagna. Inoltre

$$\eta_2 = \frac{E}{M} = \frac{\text{kWh immagazzinati}}{\text{volume diga (in m}^3\text{)}}$$

dà il valore dei kWh immagazzinati per ogni m³ di muratura.

Da numerose statistiche risulterebbe

Volume serbatoio in milioni di m³	$\eta_1 = \frac{V}{M}$ pianura da.... a....	media	montagna da.... a....	media	$\eta_2 = \frac{E}{M}$ pianura da... a....	media	montagna da..... a......	media
superiore a 10	800 100	400	650 80	350	100 10	40	4000 60	350
da 1 a 10	110 40	60	200 35	150		3	200 10	100
al disotto di 1	50 15	30	150 15	60		15	40 1	15

4°) COSTO DELLA DIGA IN RELAZIONE AL VOLUME E ALLA ENERGIA IMMAGAZZINATA.

Il costo k delle dighe a gravità si aggira sui

$k = 70 \div 100$ scellini austriaci/m³ (190 ÷ 270Lit/m³)

Allora $\frac{k}{\eta_1}$ dà il costo per m³ di acqua immagazzinata

e $\frac{k}{\eta_2}$ dà il costo per kWh immagazzinato.

Valutando al 10 % le spese di manutenzione e di esercizio si avrà

$$\frac{0{,}1\;k}{\eta_2}$$

la spesa annua per kWh consumato.

Ponendo $k = 100$ Scellini/m³ si ha mediamente

Serbatoi di	Costo di costruzione		Costo eserciz.
	k/n_1	k/n_2	$0,1\ k/n_2$
	Schellini/m³	Schellini/kWh	Schellini/kWh
Pianura			
Edertale	0,15	3,0	0,3
Mönetal	0,22	4,5	0,45
Bober	0,5	9,0	0,9
Urft	0,3	1,7	0,17
Marklissa	0,45	7,6	0,76
Solingen	2,—	20,—	2,—
Alpi			
Wäggital	0,17	0,2	0,02
Grimsel	0,14	0,14	0,014
Barberine	0,2	0,2	0,02
Gelmer	0,4	0,4	0,04
Tauermoos	0,13	0,12	0,012
Schwarzenbach	1,9	2,8	0,28
Pack	0,67	0,95	0,095
Wiestal	0,22	1,3	0,13
Strubklamm	0,37	1,8	0,18
Langman	3,3	6,6	0,66

Si vede come per medie e basse cadute il serbatoio sia economicamente conveniente solo quando nel giro di un periodo annuale possa essere più volte utilizzato.

5°) Esempio di valutazione di un serbatoio.

a) Serbatoio giornaliero destinato a raccogliere l'afflusso di 8 *ore notturne:* portata 5 m³/s = 430.000 m³/giorno; volume 140.000 m³ = 33 % del deflusso giornaliero = 0,11 di quello annuo.

b) Serbatoio settimanale destinato a trattenere la portata domenicale: volume 560.000 m³ = 130% del deflusso giornaliero = 0,45 % di quello annuo.

c) Serbatoio annuale: volume 25 ÷ 10 % del deflusso annuo (considereremo a seconda delle cadute da 312.000.000 m³).

d) Serbatoio invernale: volume 85 ÷ 65 % del deflusso annuo (105 ÷ 81.000.000 m³).

Variando il salto da 500 a 25 m e ammettendo che i serbatoi giornalieri e settimanali siano utilizzati solo in ragione del 66% si avrà

$n_1 = \frac{V}{M}$ ammesso $k = 100$ scellini	k/n_1	Caduta in m											
		1000		500		250		100		50		25	
		n_2	k/n_2	n_2	k/n_2	n_2	k/n_2	n_2	k/n_2	n_2	k/n_2	n_2	k/n_2
500	0.2	1000	0.1	500	0.2	250	0.4	100	1.0	50	2.0	25	4.0
250	0.4	500	0.2	250	0.4	125	0.8	50	2.0	25	4.0	12.5	8.0
100	1.0	200	0.5	100	1.0	50	2.0	20	5.0	10	10.0	5.—	20.0
50	2.0	100	1.0	50	2.0	25	4.0	10	10.0	5.—	20.0	2.5	40.0
25	4.0	50	2.0	25	4.0	125	8.0	5	20.0	2.5	40.0	1.25	80.0

ESEMPIO

1	Caduta	m	500	250	100	50	25
2	Energia annua ($Q = 3$ m³/sec)	milioni kWh	95	47	19	9,5	4,7
3	in 300 giorni lavorativi	»	78	38	15,5	7,8	3,9
4	in 65 giorni festivi	»	17	9	3,5	1,7	0,8
5	durante la notte in giorni feriali	»	25	12,5	5,0	2,5	1,25
6	Plus valore della energia giornaliera accumulata = (colonna 5) × 2 *g/kWh = 0,66	scellini	230.000	165.000	66.000	33.000	17.000
7	Idem per quella settimanale (colonna 4) × 2 *g/kWh = 0,66	»	230.000	120.000	47.000	23.000	11.000
8	Per una regolazione annua	%	(25)	(20)	(15)	(12)	(10)
9	Volume serbatoio	milioni m³	31	25	19	15	12
10	Cicli del serbatoio	»	1	1.2	1,4	1,6	1,8
11	Acquisto dovuto alla regolazione	»	31	15	5,3	2,4	1,1
12	Plus valore dovuto alla regolazione (colonna 11) × 3 g/kWh	Scellini	930.000	450.000	160.000	71.000	33.000
13	Capacità serbatoi per impianti invernali rispetto al deflusso annuo	%	(85)	(80)	(75)	(70)	(65)
14	Volume	milioni m³	105	100	94	88	81
15	Acquisto di energia invernale	milioni kWh	105	50	19	9	4
16	Plus valore della energia invernale (colonna 15) × 5 g/kWh	Scellini	5.300.000	2.500.000	950.000	450.000	200.000
17	$\frac{k}{n_1}$ per serbatoio giornaliero	Scellini	24	12	4,7	2,4	1,2
	» settimanale	m³ acqua	5,4	2,8	1,2	(0,54)	(0,25)
	» annuale	»	3,—	1,8	(0,08)	(0,05)	(0,03)
	» invernale	»	0,5	(0,25)	(0,1)	(0,05)	(0,03)
18	n_1 $\frac{k}{n_1}$ – serbatoio giornaliero	»	4	8	21	41	82
	» settimanale	»	18	35	82	(185)	(400)
	» annuale	»	33	55	(1200)	(2200)	(3600)
	» invernale	»	200	(400)	(1000)	(2000)	(4000)

* g = groschen = $\frac{\text{scellino}}{100}$

Con ciò si sono considerati i plus valori per la energia giornaliera rispetto a quella notturna di 2 groschen/kWh, per quella continua rispetto a quella eccedente (nella regolazione annua) di 3 groschen/kWh per quella invernale rispetto quella estiva di 5 groschen/kWh.

Nelle colonne 17 e 18 si sono messi fra parentesi i valori non raggiungibili neppure nelle Alpi. Perciò l'esempio mostra che è conveniente un serbatoio giornaliero in buone condizioni ($n_1 = 80$) fino a una caduta di m. 25, uno settimanale fino a una caduta di 100 m, uno annuo ($n_1 = 55$) fino a 250 m di caduta e uno invernale ($n_1 = 200$) al di sopra di 500 m.

G.R.M.

---

b)

CEMENTO COLATO E CONTROLLO DEGLI IMPASTI DI CEMENTO NEI CANTIERI

Schweizerische Bauzeitung, 4 gennaio 1930. – Prof. J. Bolomey e Ing. F. Fritzsche.

1°) Relazione tra la resistenza dell'impasto di cemento ed il suo contenuto in acqua.

Secondo il principio del Prof. Abrams, la resistenza dell'impasto di cemento, per una qualità data di cemento, per un materiale aggiuntivo predeterminato e per una costante lavorazione, dipende esclusivamente dal fattore acqua-cemento.

Secondo Bolomey è

$$R = \left[\left(\frac{\Delta}{2.35}\right)^2 \frac{Z}{W}\right]^{\frac{3}{Z}} \frac{K}{Z}$$

dove:

R = resistenza dell'impasto in kg/cm²

dove Z = peso cemento; W = peso acqua; Z/W = fattore cemento-acqua (reciproco di quello acqua-cemento); D = densità del cemento; K = coefficiente che oscilla tra $150 \div 200$ (dopo 28 giorni dalla presa). Più semplicemente può scriversi

$$R = \left(\frac{Z}{W} - 0{,}50\right) k$$

Secondo Feret è

$$R = k' \left(\frac{c}{1 - \delta}\right)^2$$

dove k' = coefficiente

c = volume assoluto del cemento $\simeq Z/3{,}1$

s = » » del materiale aggiuntivo $\simeq \dfrac{S + k}{2{,}65}$

W = » dell'acqua

p = » dei fori.

La fig. 1 illustra questa formola e quella 2 dà la relazione fra R e Z/W secondo la stessa formula Feret. Si vede come l'acqua in eccesso abbia lo stesso influsso della presenza di pori. Per un dato impasto, a seconda che esso sia stato lavorato allo stato umido, plastico o fluido, la sua resistenza varia da 1:0,8:0,6. Questi valori per impasti magri possono scendere a 1:0,7:0,4.

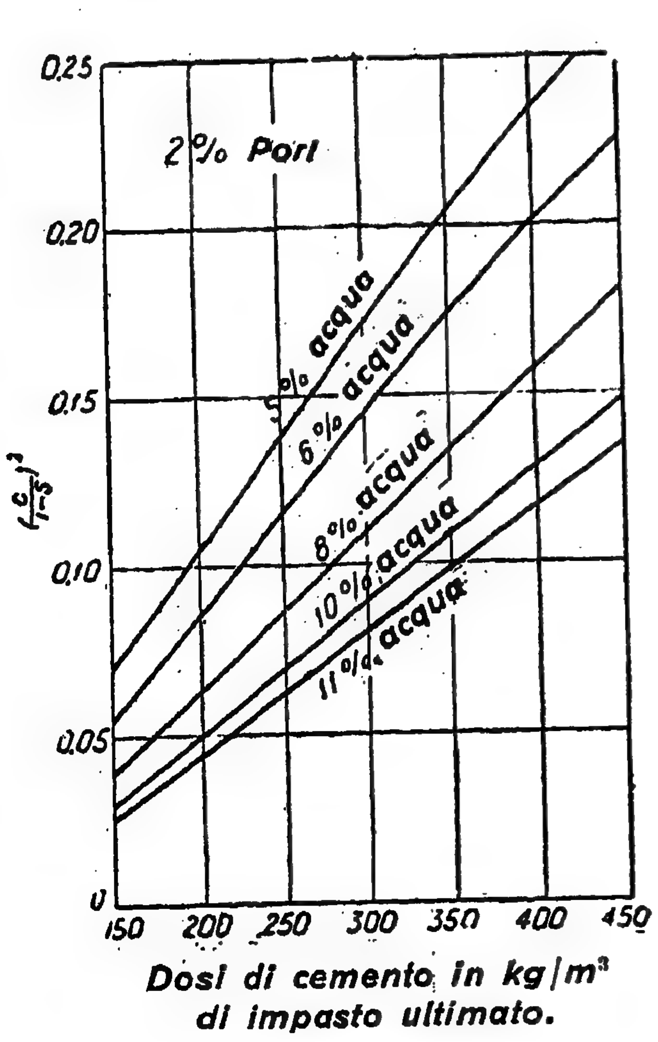


Fig. 1.

2°) Relazione tra la resistenza di un impasto di cemento e la sua composizione granulometrica.

Le condizioni migliori di resistenza di un impasto si hanno per un rapporto di sabbia-ghiaia 1:2 (Sabbia avente dei grani di 6 m/m di massima dimensione nel caso del cemento armato). Spesso però tale rapporto sale da 3:5 fino a 5:7. Bolomey, modificando le curve di Fuller e tenendo conto del contenuto in sabbia fine e della qualità del materiale pone

$$P = A + (100 - A) \sqrt{\frac{d}{D}}$$

dove

D = Φ massimo del materiale impastato

d = Φ dei fori del vaglio

P = Peso percentuale del materiale passante attraverso i fori dello staccio considerato.

Il valore di A secondo Bolomey è

	per ghiaia da fiume	per breccia
con impasto molle	10	12
» » fluido	12	14

Bisogna combattere la tendenza di aumentare troppo la percentuale di sabbia nell'impasto poichè essa porta con sè un impoverimento di cemento e richiede maggior quantitativo di acqua.

Nel caso di cemento fluido è poi necessaria la presenza di sufficiente quantità di sabbia fine e cemento per raggiungere la voluta fluidità senza incorrere nel pericolo di avere separazione dei diversi materiali durante il trasporto. Secondo le ricerche di Balomey alle dighe di Barberine e Wäggital si è visto come gli impasti grassi risultino più fluidi mentre quelli magri richiedano l'aggiunta di sabbia fine per essere resi tali. Questa ultima però impoverisce sensibilmente la miscela e richiede un forte contributo di acqua.

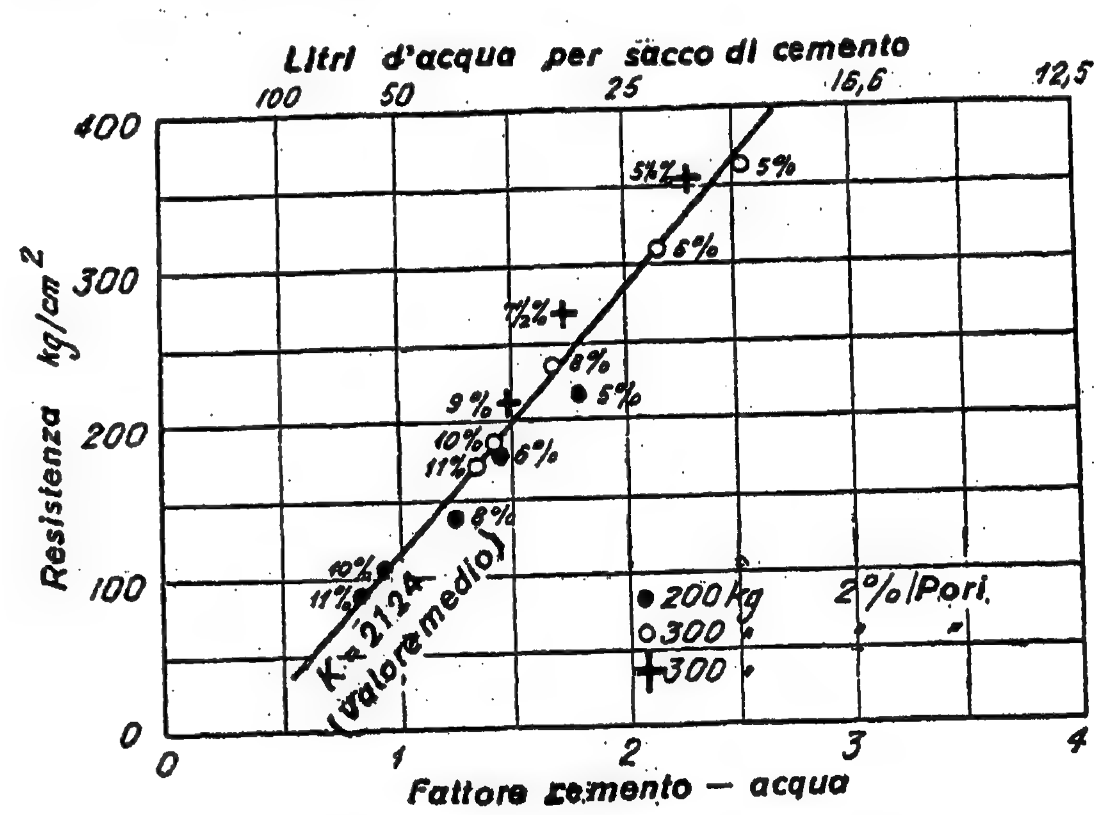


Fig. 2.

3°) Relazione tra le altre caratteristiche dell'impasto e il contenuto di acqua.

a) Variazione di volume: È dimostrato che essa aumenta coll'aumentare dell'acqua impiegata durante la lavorazione. (Per impasto molto plastico o fluido con 250 kg di cemento, la dilatazione lineare è di 0,4 ÷ 0,5 ‰).

b) Resistenza al gelo: È assai minore per il cemento colato che per quello battuto. Specie bisogna avere la massima cura di evitare il gelo durante la colata. Si sconsigliano quei mezzi chimici atti a combattere il congelamento dell'acqua, nel caso di impasto per cemento armato.

c) Impermeabilità: Questa è teoricamente maggiore per miscele povere di acqua, mentre praticamente risulta migliore per il cemento colato per la sensibile uniformità raggiungibile nell'impasto.

Per miscele povere si può raggiungere l'impermeabilità solo aumentando il dosaggio di sabbia fine ossia a scapito della resistenza.

4°) CONDIZIONI DI ESECUZIONE DELL'IMPASTO DI CEMENTO COLATO.

Per l'impasto fluido di cemento, piccoli errori hanno effetti ben maggiori che nel caso del cemento plastico.

Anzitutto necessita l'impiego di cemento ottimo. Inoltre il materiale aggiuntivo deve essere ben pulito. La sabbia deve avere delle dimensioni da 0 ÷ 6 m/m e la ghiaia da 6 ÷ 30 m/m. La sabbia deve contenere al massimo 6 % in peso di sabbietta con meno di 0,5 m/m di diametro. Il peso specifico del materiale sabbia-ghiaia deve aggirarsi (asciutto) sul valore di 1,8 ÷ 2.

Il dosaggio deve essere accurato e scrupoloso. La consistenza (funzione dell'acqua e del contenuto in sabbia e cemento) si può controllare colla « tavola di fluidità » e con la così detta prova di consistenza.

Quest'ultima si fa mettendo l'impasto in un recipiente della forma di un tronco di cono alto 30 cm e avente un diametro superiore ai 20 cm e inferiore di 10 cm. Capovolgendo l'involucro senza scuotere il contenuto si misura l'altezza a cui arriva l'impasto che dalla forma originaria di tronco di cono si sarà afflosciato su se stesso. Secondo gli americani tale altezza deve essere 2,5 ÷ 10 cm per gettate in forme, 7½ ÷ 17 per muri a forte spessore, travi e solette notevoli, 10 ÷ 20 cm per pareti sottili e colonne, 2½ ÷ 7½ per gettate per opere stradali. Non devesi avere alcun sgocciolamento di acqua o fuoruscita di materiale sottile.

Più precisa è la prova colla « tavola di fluidità » (fig. 3) sulla quale si mette il tronco di cono di impasto precedentemente descritto. Si solleva poi la tavoletta 12 volte da una parte per l'altezza di 4 cm e la si lascia ricadere: si misura poi il diametro della focaccia formatasi in tal modo. Per impasto normale di cemento armato questo deve essere di 35 ÷ 40 cm e per impasto per piccole strutture fortemente armate da 50 a 60 cm.

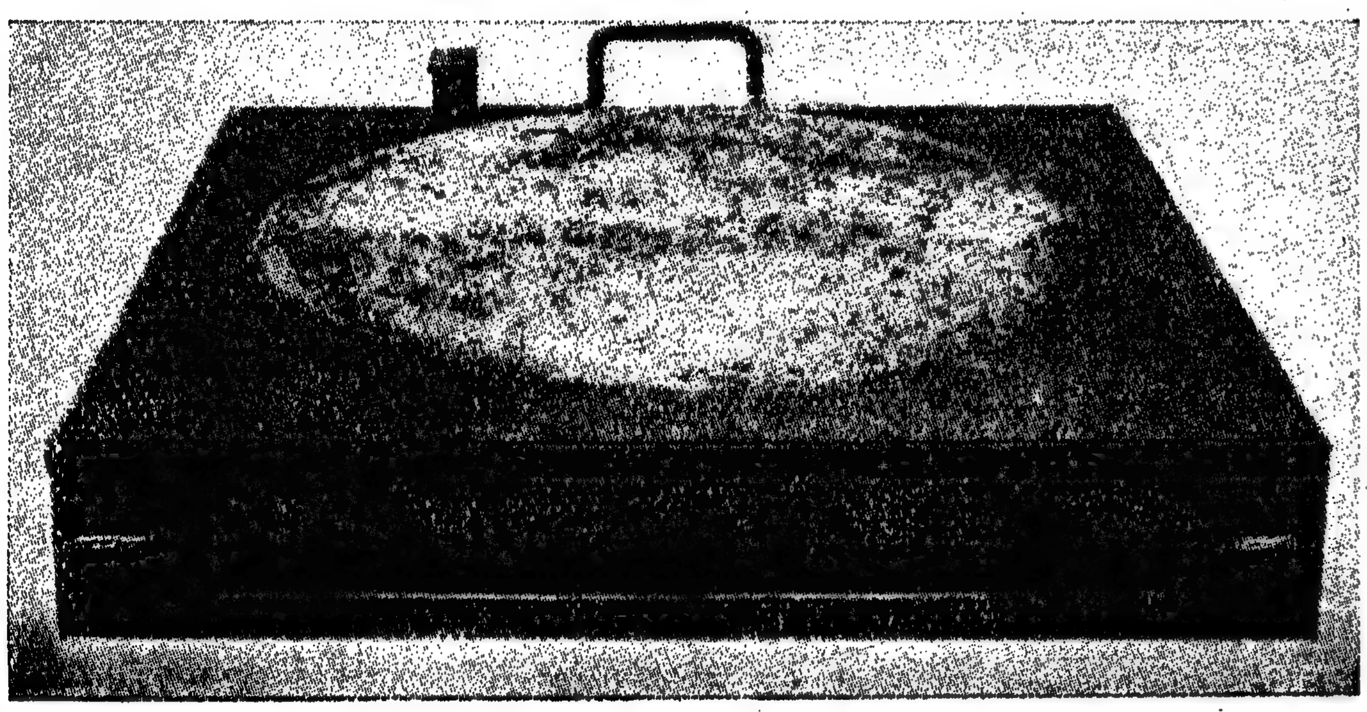


Fig. 3.

Quanto alla lavorazione dell'impasto, essa dovrebbe durare almeno 2 minuti primi, anche per le migliori impastatrici meccaniche.

Devonsi poi evitare tutti gli inconvenienti che possono causare una separazione o stratificazione dei differenti materiali costituenti l'impasto. A tale scopo sono consigliabili i trasportatori a nastro che hanno il vantaggio sui canali a scivolo di permettere l'impiego di materiale meno fluido.

Il cemento gettato va poi tenuto umido per 2 settimane e inaffiato intermittentemente per altre 2 successive. La economia che si ottiene impiegando nelle gettate dell'impasto colato anzichè di quello battuto è sensibile solo in grossi impianti al si sopra di 3000 ÷ 5000 m³ di colata ed in piccoli impianti (usando allora del macchinario economico) al di sopra di 500 m³ di gettata.

G. R. M.

LINEE AEREE NELLA ZONA MONTUOSA DELLA STIRIA

Elektrotechnik u. Maschinenbau. Ing. PICKLER.

Nella zona montuosa (altezze fino 1200) della Stiria è stata validamente estesa una rete di collegamento e distribuzione avente una tensione di 6 e 20 kV. Alcune notevoli caratteristiche di tale linea stanno nel fatto che essa è stata costruita quasi tutta in legno con alcuni concetti assai originali.

Furono impiantati una serie di pali in legno in due pezzi, di cui quello inferiore è impregnato con olio di catrame (75 kg/m³) ed è infisso nel suolo. La parte superiore è di larice esso non impregnato ed è fissato al tronco base a mezzo di due cinture di ferro che abbracciano la giuntura fatta per giustaposizione su un taglio inclinato rispetto alla verticale.

I pali in cemento armato costruiti prima della guerra, per quanto si mostrassero in ottimo stato, non furono adottati ulteriormente per il loro costo e le spese di trasporto.

Come conduttore si usò il rame (l'alluminio durante l'inflazione) e il ferro zincato nelle grandi campate (L'alluminio è risultato costoso per le morsetterie di giunzione). Per piccole potenze da trasmettere l'economia raggiunta impiegando il ferro si è dimostrata notevole.

Un accorgimento degno di nota, per l'attraversamento di larghe valli a pareti ripide, è quello indicato nella fig. 1 dove il

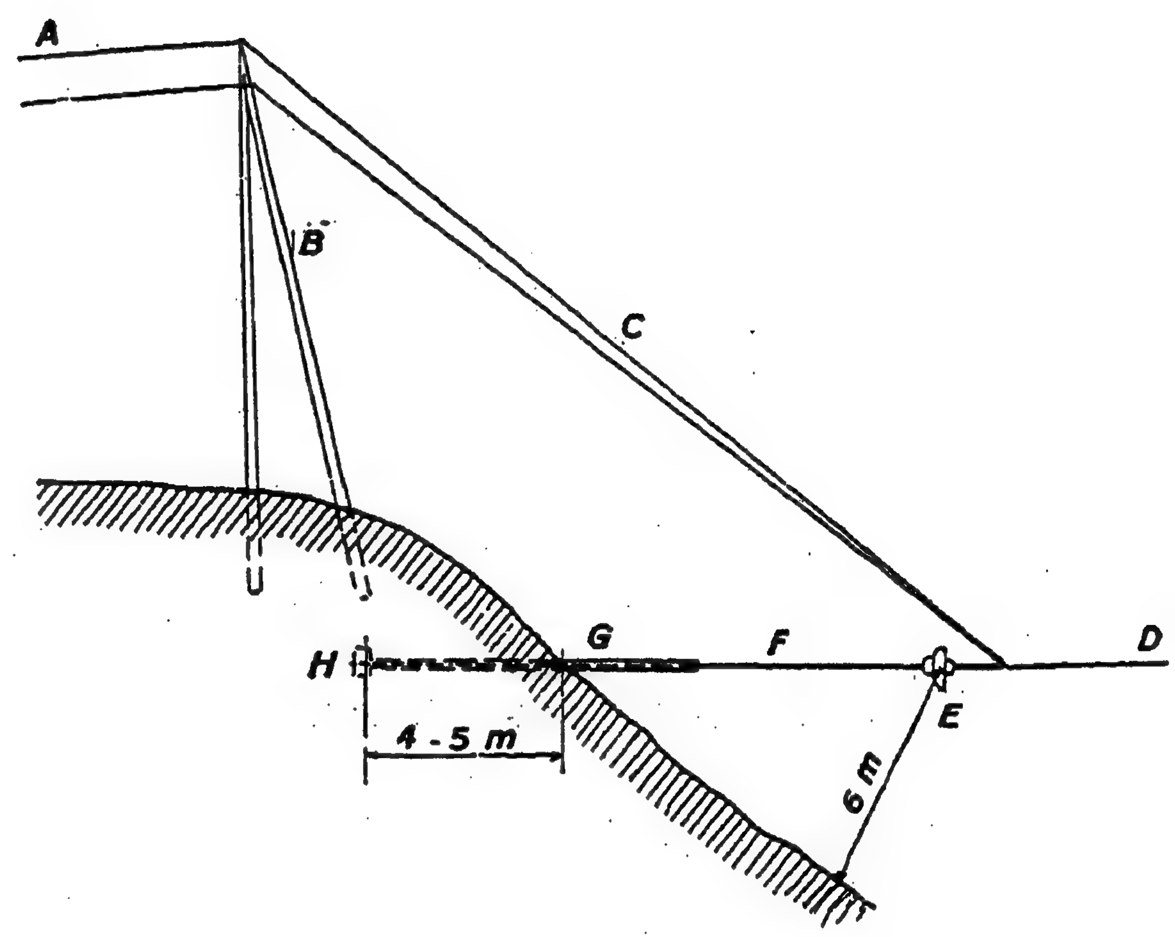


Fig. 1.

filo viene amarrato direttamente ad una piastra di cemento con l'interposizione di un isolamento in *E* atto a garantire l'esercizio dell'elettrodotto. Il filo di amarro *F* è poi ulteriormente protetto in *G* da un tubo in ferro zincato. Per una campata di 460 m e per una tensione di 6 kV si adottò una distanza di 4 m tra i singoli conduttori di acciaio 16 mm² e della resistenza di 150 kg/mm² e i conduttori stessi furono amarrati ad una piastra, interrata, di cemento armato della dimensione di 1000 × 200 × 150 mm. In tal modo si è abolito un costoso palo di amarro comprensivo di una notevole fondazione, pur raggiungendo la stessa sicurezza di esercizio e certamente una maggiore sicurezza costruttiva.

La tesatura dei fili, per non rovinare le sottostanti foreste negli attraversamenti, fu eseguita lanciando un aquilone da un fianco della vallata fino a raggiungere l'altro fianco in modo da stabilire un collegamento con una funicella e avvolgendo poi questa ad un estremo avendo annodato all'altro delle funi gradatamente crescenti fino a permettere di tesare il conduttore richiesto.

G.R.M.

LE CONDIZIONI DI AVVIAMENTO DEI MOTORI AD ANELLI

Elektrizitätswirtschaft, 1929, n. 497. — R. ELSÄSSER e O. STOCK.

In questa breve nota gli AA. vogliono mostrare come influiscono sulla luce alimentata da una certa rete l'avviamento di un motore in corto circuito e quello di un motore ad anelli, alimentati dalla stessa rete. Per questo essi, avendo constatato che l' avviamento del motore ad anelli dava risultati meno favorevoli dell'avviamento del motore in corto circuito, hanno iniziato una serie di prove con motori di ditte diverse e muniti di avviatori corrispondenti alle norme REA. È risultato da queste prove che i motori ad anelli hanno una corrente di avviamento superiore a quella che le norme tedesche stabiliscono per i motori in corto circuito. Le dette norme non prescrivono nessuna coppia di avviamento per i motori ad anelli e stabili-

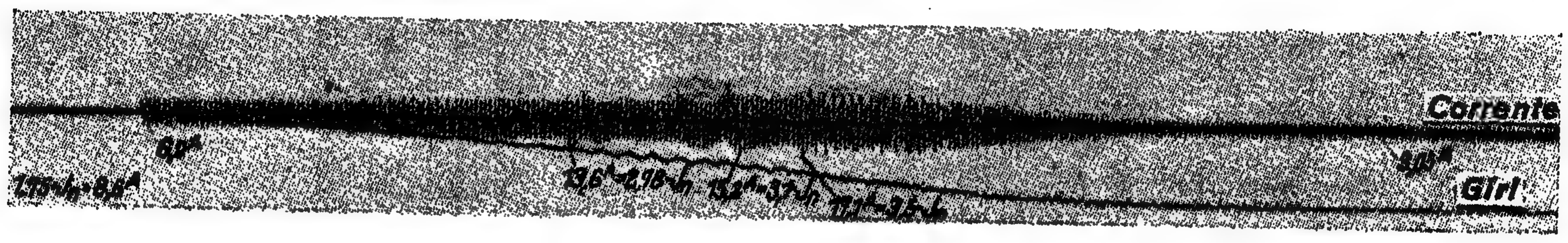


Fig. 1. - (Motore da 2,2 kW) - Avviamento a vuoto.

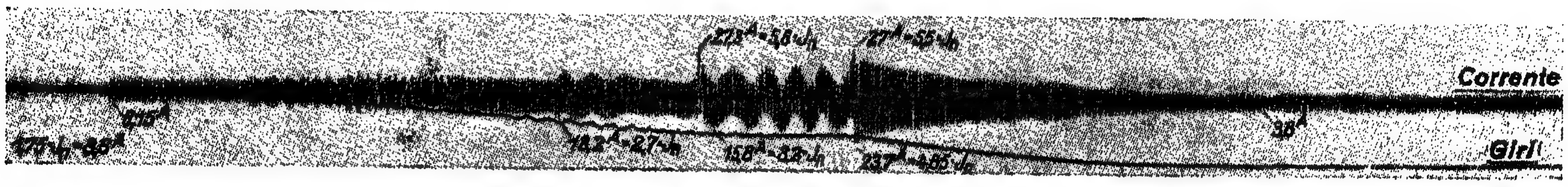


Fig. 2. - (Motore da 2,2 kW) - Avviamento a metà carico nominale.

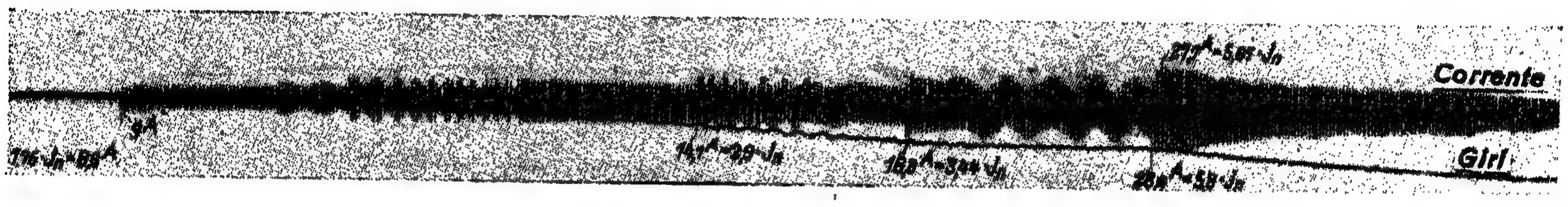


Fig. 3. - (Motore da 2,2 kW) - Avviamento a pieno carico nominale.

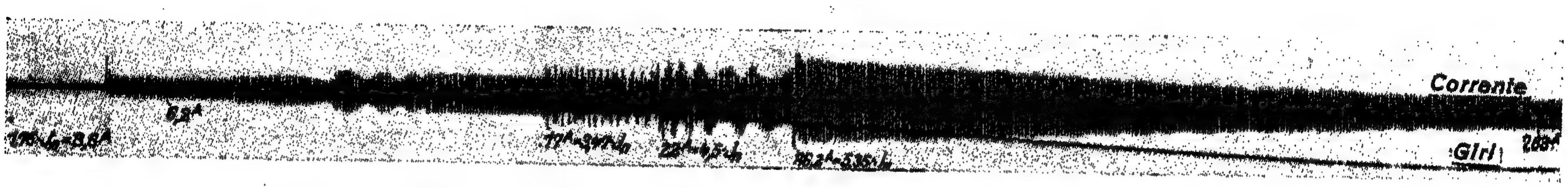


Fig. 4. - (Motore da 2,2 kW) - Avviamento con carico 1,5 volte quello nominale.

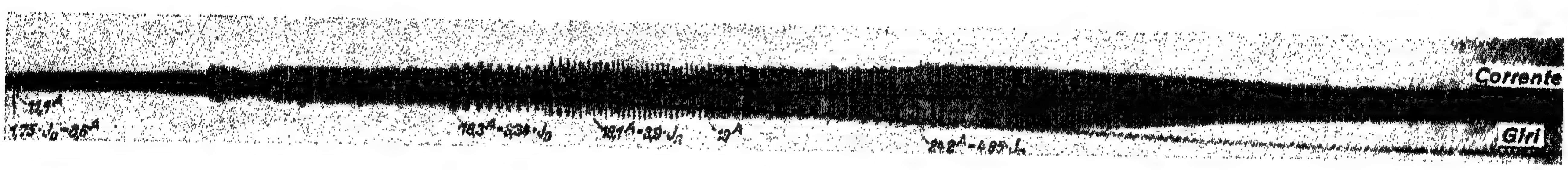


Fig. 5. - (Motore da 2,2 kW) - Avviamento con carico doppio di quello nominale mediante reostato commisurato ad un carico di 1,5 ÷ 2 volte quello normale.

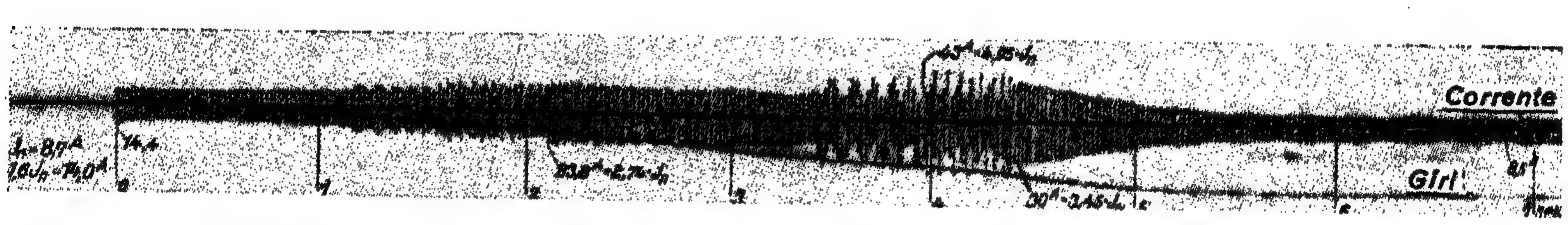


Fig. 6. - (Motore da 4 kW) - Avviamento a pieno carico nominale.



Fig. 7. - (Motore da 4 kW) - Avviamento a carico nominale, con reostato normale, in caso di inserzione rapida.

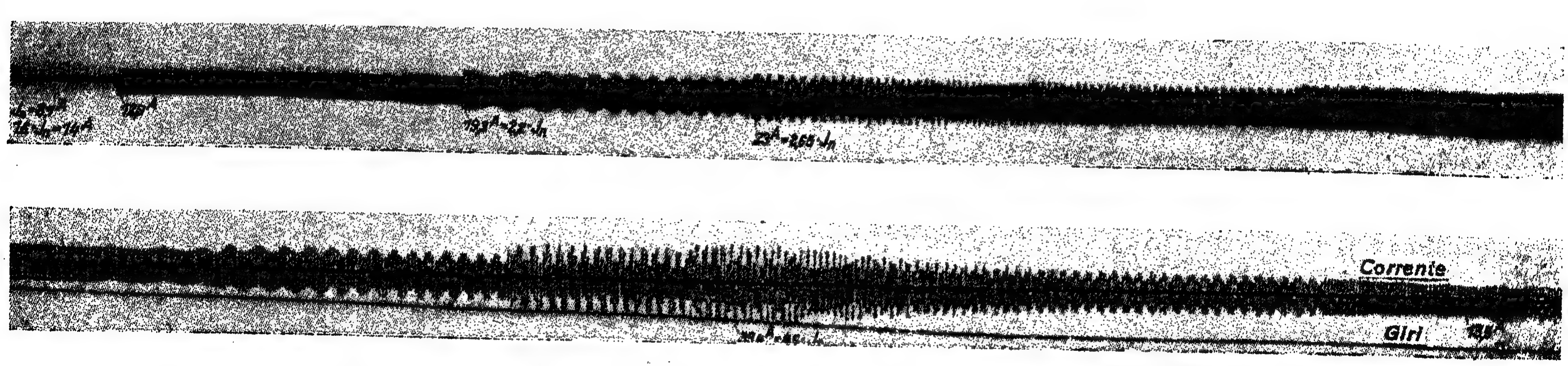


Fig. 8. - (Motore da 4 kW) - Avviamento (molto lento) con carico 1,6 volte quello nominale e mediante reostato normale.

scono per quelli in corto circuito i seguenti multipli della coppia nominale:

per motori fino a	1,1 kW,	2 ÷ 2,5 volte
» » » »	4 »,	1,6 »
» » oltre	5 »,	1,25 »

In pratica un buon motore con indotto in corto circuito, ha quasi sempre una coppia d'avviamento 2 ÷ 2,5 volte la nominale. Queste coppie di avviamento si verificano nell'esercizio, come risulta dal fatto che in alcuni listini i motori ad anelli sono offerti con avviatore adatto per una coppia d'avviamento di 1,5 ÷ 2 volte la nominale. Se si vuole quindi avere, nelle prove di avviamento, un confronto valido ed esatto, bisogna applicare ai motori ad anelli una coppia frenante pari alla coppia massima che può aversi all'avviamento. Bisogna poi tener conto del tempo di inserzione, cioè del tempo necessario per raggiungere la velocità normale. Il tempo t_n in cui il motore raggiunge la velocità di n giri è dato (1) da $t_n = \omega_n \frac{J}{D_m - D_f}$, essendo ω_n la velocità angolare a n giri, D_m la coppia media d'avviamento sviluppata dal motore, D_f la coppia di frenamento, J il momento d'inerzia dell'intera massa rotante riferito all'albero del motore. Con un semplice freno Prony le masse rotanti, e quindi J, risultano molto piccole, ed in tali condizioni il motore ad anelli si sarebbe dimostrato nelle prove ottimo; ma non sono queste le condizioni in cui esso può trovarsi nell'esercizio e perciò si sono aumentate le masse giranti collegando con cinghia la puleggia del motore con altra posta su un contralbero; il contralbero portava poi una puleggia di frenamento con fune e peso.

Gli AA. osservano a proposito del tempo di avviamento che le norme REA stabiliscono, quando si ricorre ai reostati impiegati nelle prove, un periodo di 7 ÷ 8 secondi che è piuttosto lungo. È facile invece notare, anche in esercizi agricoli, che l'avviamento non dura più di 3 secondi; e in prove fatte appositamente, facendo avviare un motore «lentamente» da personale che nulla sapeva di queste prove non si superarono i 4,5 secondi. Si vedrà però in seguito che il prolungamento del tempo di avviamento non riduce sensibilmente la punta di corrente.

I motori impiegati nelle prove erano:

1°) 1 motore SSW - R 64 per 380 ⅄V, 8,7 A, 4 kW, $n = 1430$, $u = 100$ V, $i = 26$ A, con reostato regolamentare K 3004 IV, 3 DL con 13 contatti, con puleggia del diametro di 150 mm e puleggia sul contralbero di 160 mm.

2°) 1 motore Bergmann EW A. G. - S R 2,2-4 per 380 V, 4,9 A, 2,2 kW, $n = 1425$, $u = 125$ V, $i = 13$ A, con due reostati regolamentari uno per avviamento normale, con 6 contatti, l'altro per avviamento con carico 1,5 ÷ 2 volte, con 9 contatti; la puleggia del motore era di diametro 126 mm e quella sul contralbero di 180 mm.

Viene riportata solo una parte degli oscillogrammi rilevati, la quale è sufficiente però per dare un'idea chiara delle prove; le figg. da 1 a 5 si riferiscono al motore di 2,2 kW, le altre al motore di 4 kW. La fig. 1 si riferisce ad una prova con motore senza carico, o come si dice con «avviamento a vuoto»; la tensione all'avviamento è di 388 V, la corrente di punta di 3,5 volte la nominale, il periodo d'avviamento di 3,5 secondi.

La fig. 2 si riferisce alla prova con motore caricato con metà del carico nominale; la tensione all'avviamento è di 383 V, la corrente di punta 5,6 volte la nominale, la durata dell'avviamento 4,9 secondi.

La fig. 3 si riferisce alla prova di avviamento a pieno carico; tensione all'avviamento 382 V, la punta di corrente 5,8 volte la nominale, la durata dell'avviamento 6,2 secondi.

La fig. 4 si riferisce ad una prova di avviamento con carico 1,5 volte quello nominale, eseguita con reostato normale, come nei casi precedenti; tensione all'avviamento 382 V, massima corrente, 5,35 volte la nominale mantenutasi per un lungo periodo, durata avviamento 4,8 secondi.

La fig. 5 corrisponde all'avviamento con carico doppio del nominale, eseguito con reostato speciale per detto avviamento; tensione 384 V, corrente massima 4,95 volte la nominale, durata avviamento 6,9 secondi.

La fig. 6 corrisponde all'avviamento del motore di 4 kW con reostato normale, caricato con coppia frenante uguale alla coppia nominale; tensione al motore 360 V, massima corrente 4,95 volte la nominale, durata di inserzione 4,5 secondi.

Nella fig. 7 è rappresentato l'avviamento con carico uguale al nominale per un caso, frequente nell'esercizio, di inserzione rapida; il tempo impiegato fino alla chiusura dell'ultimo contatto del reostato è stato di 1,5 secondi, la massima corrente di 5,47 volte la nominale e la tensione si è abbassata fino a 345 V. La caratteristica dell'avviamento è risultata poco diversa da quella di un motore a gabbia di scoiattolo inserito con un semplice interruttore a leva.

Infine nella fig. 8 si ha un interessante rilievo oscillografico relativo all'avviamento con carico 1,6 volte quello nominale, eseguito con reostato normale. Il tempo d'inserzione è stato di 17,5 secondi, cioè 2,2 volte quello previsto dalle norme REA, e ciò nonostante, la massima corrente è stata di 4,5 volte la nominale; la tensione si è abbassata fino a 365 V.

Dai risultati delle prove eseguite si può dedurre che i motori ad anelli, avviati con reostati conformi alle norme, dànno luogo a delle punte di corrente, quando vengono posti nelle stesse condizioni de' motori in corto circuito, che hanno valori prossimi a quelli ottenuti con ordinari motori con indotto in corto circuito muniti di buon accoppiamento centrifugo e inseriti con semplici interruttori a leva; con l'impiego di interruttori stella-triangolo si riducono ancora per i motori a gabbia le punte di corrente e se ne migliora l'avviamento.

Dai diagrammi riportati risulta pure che le variazioni di corrente durante l'avviamento sono forti e frequenti e determinano una oscillazione nella luce che disturba di più dell'abbassamento di luce al quale dà luogo l'avviamento di un motore a gabbia, che passa con continuità, in generale, dal valore massimo della corrente all'avviamento al valore normale. Se questo fenomeno si verifica per motori ad anelli fino a 10 HP, generalmente allacciati su reti a bassa tensione, senza disturbare ulteriormente, vuol dire che anche motori a gabbia di scoiattolo di eguale potenza, con accoppiamento centrifugo, inseriti con semplice interruttore a leva e, meglio ancora se inseriti con interruttore stella-triangolo (anche senza accoppiamento centrifugo), possono essere allacciati alle reti a bassa tensione, perchè essi disturberanno meno de' motori ad anelli.

Qualcuno domanderà perchè i moderni motori ad anelli hanno delle correnti di punta così elevate e la ragione, o meglio le ragioni sono queste: le misure di corrente venivano fatte una volta con apparecchi indicatori che non segnavano le punte, il motore era avviato quasi senza carico e sopratutto i reostati erano grandissimi ed avevano una lunga serie di contatti. Oggi quei reostati costerebbero molto e non si venderebbero.

Comunque, i motori ad anelli sono allacciati alle reti di distribuzione e sono ammessi senza scrupolo, perchè si crede che presentino le migliori caratteristiche di avviamento. Le prove eseguite dimostrano invece che essi raggiungono delle correnti all'avviamento con valori superiori a quelli ammessi dalle Norme per i motori in corto circuito: si conclude perciò sull'opportunità di estendere i limiti di applicazione dei motori in corto circuito, il cui funzionamento all'avviamento, anche per grandi potenze può essere reso più innocuo di quello degli altri tipi di motori.

f. j.

(1) Siemens-Zeitschrift 1922, pag. 326.

LO "SPARKOGRAFO": UN NUOVO DISPOSITIVO PER STRUMENTI DI MISURA REGISTRATORI (e

R. G. E., 28 dicembre 1929. – P. J. SAVARY.

I vari sistemi usati per il tracciamento di una linea negli strumenti registratori (inchiostro, punta secca, registrazione fotografica) presentano tutti più o meno qualche inconveniente. Anche la registrazione con punteggiate rende necessario impiegare apparecchi delicati e di costruzione accurata, e pertanto costosi.

Si è quindi già da tempo cercato di utilizzare la scintilla elettrica, che, cadendo sulla carta del diagramma, lascia come traccia una serie di perforazioni; non si era però giunti finora ad alcuna soluzione veramente pratica. Il sistema realizzato dall'A., pur basandosi sulla produzione della scintilla elettrica, differisce da tutti quelli prima tentati.

Grazie all'impiego di una carta speciale, sensibile alla scintilla elettrica senza che intervenga alcuna reazione chimica, è possibile registrare gli spostamenti di un indice senza che ci sia contatto fra questi e la carta: è la scintilla elettrica che stabilisce il collegamento istantaneo fra l'indice e la carta. La traccia della scintilla è data da un segno nero come l'inchiostro sul fondo grigio azzurro della carta.

La fig. 1 rappresenta un comune strumento indicatore trasformato in registratore con l'applicazione dello sparkografo. Questo consta di un basamento S disposto in modo da poter essere facilmente applicato alla scatola dello strumento op-

pure da esser posto semplicemente in vicinanza di questo sopra un adatto supporto; il basamento sostiene un movimento di orologeria H che trascina il foglio di carta speciale P: questo passa successivamente dietro un piccolo regolo metallico E_1 e davanti a un altro regolo E_2. I due regoli metallici sono collegati alle due estremità di un autotrasformatore T, alimentato

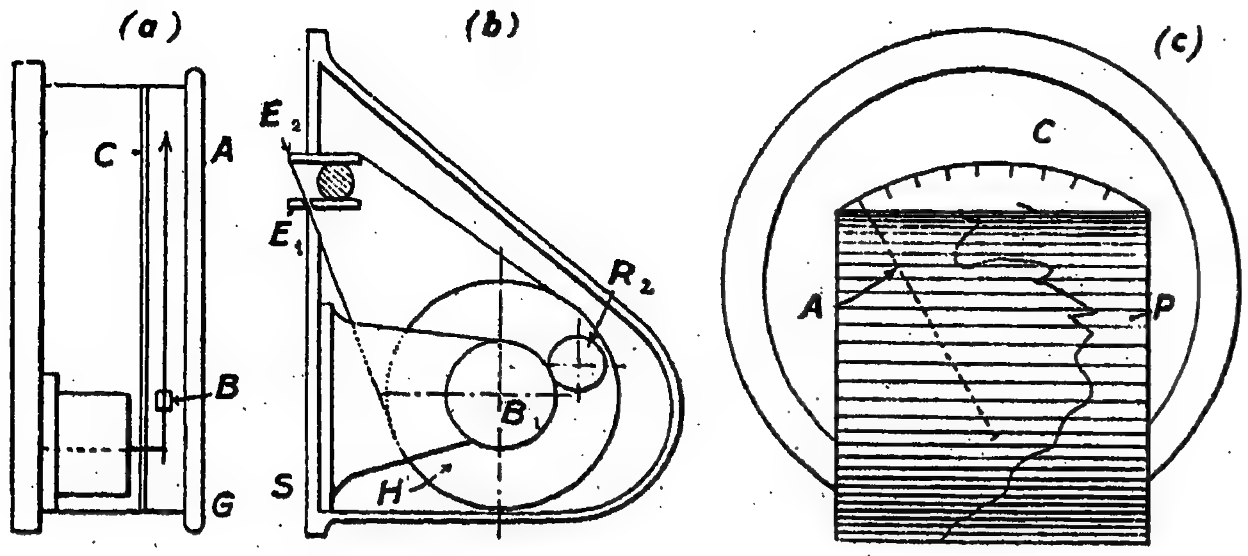


Fig. 1.

da una corrente a bassa tensione e ad alta frequenza; al passaggio di questa corrente per T, una prima scintilla scocca fra E_1 e l'indice, poi una seconda fra l'indice ed E_2. La prima scintilla non agisce sulla carta, ma la seconda imprime una traccia sullo strato sensibile superficiale; opportuni dispositivi di regolazione permettono poi di ottenere una scintilla sottile e rettilinea.

Le prove eseguite fin qui han permesso di constatare che la registrazione è visibilissima tanto con corrente continua che con corrente alternata; si è poi verificato che, contrariamente a quanto si sarebbe potuto temere, l'inserzione dell'apparecchio produttore di scintille non ha alcun effetto sugli spostamenti dell'indice e non porta nessun cambiamento alle costanti dello strumento.

La potenza richiesta per la produzione delle scintille è di pochi watt, e perciò il dispositivo occorrente è poco ingombrante e poco costoso: è stato costruito per funzionamento su reti a c. a. o a c. c., a 110 o a 220 V; un morsetto speciale permette poi di funzionare anche con tensioni di 4 V.

La fig. 2 indica lo schema di un apparecchio per la produzione delle scintille.

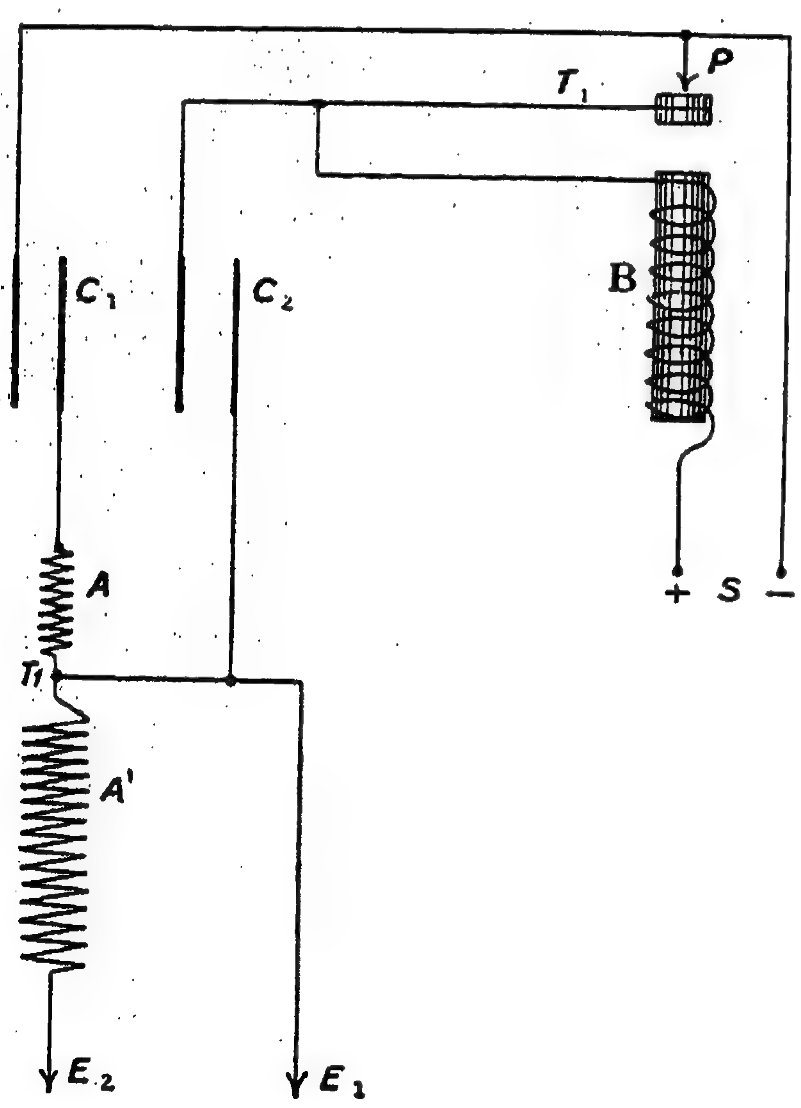


Fig. 2.

Come registratore per strumenti fissi, lo sparkografo presenta il vantaggio di una sensibilità notevole: la registrazione si fa con grande precisione poichè il sistema di iscrizione non introduce nessuna coppia resistente. Mentre poi negli apparecchi ad inchiostro, per una brusca deviazione dell'indice può darsi che la penna salti e non lasci traccia sul diagramma, con lo sparkografo la frequenza delle scintille è tale che, anche con le massime velocità dell'indice, durante lo spostamento di questo si produce un numero considerevole di scintille.

Un altro vantaggio secondario è che il diagramma così tracciato è difficile da falsificare; la perforazione, oltre a facilitare la riproduzione fotografica del diagramma, permette poi di ottenerne due o tre copie simultaneamente, essendo la scintilla capace di perforare due o tre fogli di carta speciale,

È evidente che l'applicazione dello sparkografo è vantaggiosa anche per gli strumenti portatili.

Per la sua semplicità di funzionamento e per i vantaggi che presenta, il dispositivo descritto può essere adottato per la registrazione di tutte le grandezze oltrepassanti il regime di una rete. È ancora indicato per la registrazione dei fenomeni che

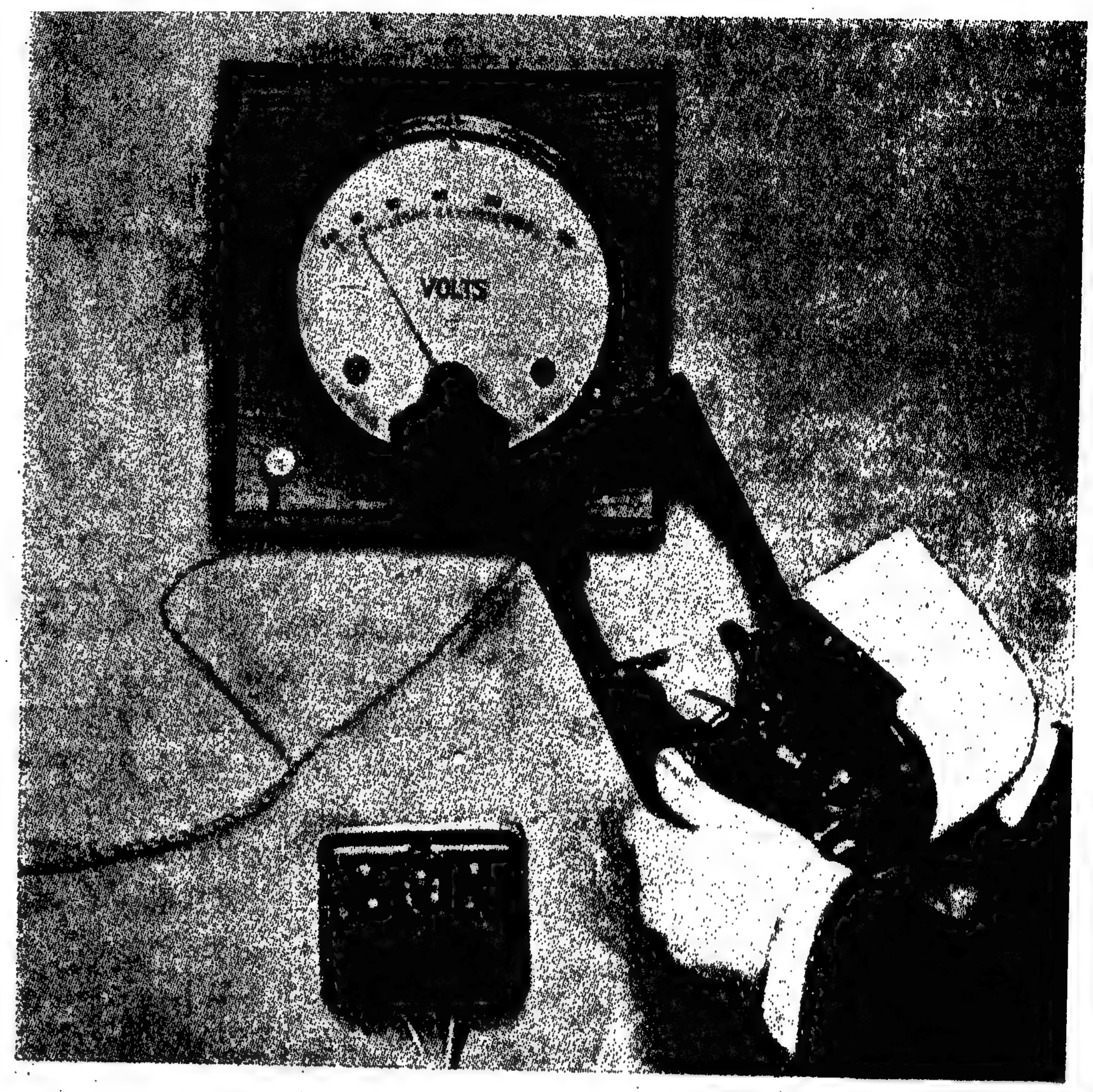


Fig. 3.

danno negli strumenti di misura una coppia limitata, come p. es. nella pirometria, nello studio dei fenomeni piezoelettrici ecc.; e sopratutto per la registrazione occasionale delle misure con qualche strumento indicatore, di qualunque specie, purchè comprenda un indice che si sposta davanti a un quadrante o una scala che si sposta davanti a un punto fisso.

La fig. 3 mostra come avviene l'applicazione dello sparkografo a un comune strumento di misura.

m. a.

VALORE PROTETTIVO DI ALCUNI DEPOSITI ELETTROLITICI (f

Engineering, 21 marzo 1930. – L. DAVIES e L. WRIGHT.

Collo svilupparsi dell'applicazione di rivestimenti depositati elettroliticamente si è cercato di analizzare la loro resistenza mediante la corrosione con l'H_2SO_4 e con HC_e. Le prove furono eseguite su campioni di 3" × 1" aventi uno spessore di 1/16". Metà dei provini furono senz'altro rivestiti del manto protettivo e l'altra metà fu prima piegata in mezzaria ad un angolo di 120°.

Furono sperimentati 4 tipi di depositi elettrolitici e precisamente di cadmio, zinco, nichel e cromo, applicati con uno spessore di 0,0001", 0,0005", 0,001" e 0,002". I provini adottati furono di acciaio, ottone, bronzo fosforoso e rame. Per misurare gli spessori di deposito si usò come misuratore dei Coulomb un elettrodo di rame immerso in un bagno di

$C_u SO_4 \cdot 5 H_2 O$	150 gr/lt
$H_2 SO_4$	60 »
$C_2 H_5 OH$	2 c. c. »

Ammettendo per il C_u una efficienza del 100%, si calcola quella degli altri metalli e quindi la durata che deve avere l'operazione per raggiungere lo spessore voluto.

Tutti i provini furono prima sgrassati con KOH, indi quelli di acciaio furono intaccati con H_2SO_4 al 30% e gli altri con 1 vol H_2SO_4, 2 vol. HNO_3 e 1 di H_2O.

Per il cadmio si è impiegato il seguente bagno

$K_2 Cd (CN)_4$	150 gr/lt
KCN	10 »
estratto liquerizia a 20°	5 c. c. per litro

Per lo zinco si è impiegato invece

$Z_n\ SO_4 . 6\ H_2O$	300 gr/lt
$N_a\ C_e$	12,5 »
$H_3\ BO_3$	19 »
$Al_2\ (SO_4)_3\ .\ 8\ H_2O$	19 »
Destrina	6,25

Per il nichel

$Ni\ SO_4\ .\ 7\ H_2O$	240 gr/lt
$K\ C_e$	19 »
$H_3\ Bo_3$	30 »

(tenuto acido il bagno con H_2SO_4).

Per il cromo

$C\gamma\ O_3$	250 gr/lt
$H_2\ SO_4$	2,5 »

I campioni furono sottoposti ad una rapida corrosione mediante un apparecchio atto a produrre un getto finemente suddiviso degli elementi corrodenti contro le piastrine di prova, alla temperatura compresa fra 2° e 20°.

TABELLA

Tabella delle corrosioni comparate

Deponto	Spessore in pollici	Corrodente $N_a\ C_e$								Corrodente H_2SO_4							
		Campione piegato				Campione piatto				Campione piegato				Campione piatto			
		S	B	P_h B	C	S	B	P_h B	C	S	B	P_h B	C	S	B	P_h B	C
Cadmio	0,0001	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	C	B	B	C
	0,0005	B	B	C	C	B	B	B	B	B	C	B	B	A	C	B	A
	0,001	C	C	C	C	B	B	C	C	C	C	C	C	A	B	D	D
	0,002	D	D	D	D	C	D	C	B	D	D	D	D	D	D	B	B
Zinco	0,0001	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	B	C	C	C
	0,0005	B	B	B	B	B	B	C	B	B	B	B	B	B	B	B	B
	0,001	B	B	B	B	C	C	B	B	C	C	C	C	C	C	B	B
	0,002	C	C	C	C	C	C	C	C	D	D	D	D	D	D	D	D
Nichel	0,0001	A	D	D	D	A	D	D	D	B	D	C	D	B	D	D	D
	0,0005	B	D	C	C	A	D	D	D	B	D	C	C	B	C	C	C
	0,001	C	D	D	D	A	D	D	D	C	D	C	C	C	D	D	D
	0,002	C	D	D	D	C	D	D	D	C	D	C	D	B	D	D	D
Cromo	0,0001	A	D	D	D	A	D	D	D	A	D	D	D	A	D	D	D
	0,0005	A	D	D	D	A	D	D	D	A	D	D	D	A	D	D	D
	0,001	A	D	D	D	A	D	D	D	A	D	D	D	A	D	D	D
	0,002	A	D	D	D	A	D	D	D	A	D	D	D	A	D	D	D

S = Acciaio
B = Ottone
P_h B = Bronzo fosforoso
C = Rame

A = nessuna protezione
B = poca protezione
C = moderata protezione
D = buona protezione.

La tabella seguente dà i risultati delle prove: si vede da essa come il cromo possa dare o una ottima protezione o una pessima; manca la via di mezzo. Si vede pure come con zinco su acciaio la protezione risulti proporzionale allo spessore, e aumenti invece assai di più per il cadmio. Per zinco e cadmio sugli altri metalli si vede che la protezione aumenta pure collo spessore ma che lo zinco a parità di peso protegge un'area maggiore.

Per il nichel su acciaio la protezione è pressochè proporzionale all'aumentare dello spessore. Invece con cromo su acciaio non v'è sensibile variazione con detto incremento.

Per gli altri metalli provati, tanto il nichel quanto il cromo hanno dato una ottima protezione indipendente dallo spessore.

Si constatò inoltre che non esiste una reale differenza di corrosione per i rivestimenti di nichel e cromo, sia impiegando $N_a\ C_e$ che H_2SO_4; probabilmente ciò era dovuto al fatto che entrambe le soluzioni non erano abbastanza concentrate. Viceversa esiste una notevole differenza nell'impiego dello zinco e del cadmio. Si constata inoltre in generale che l'effetto peggiore sui manti protettivi si verifica quando si è presenti ad un rinnovo continuo dell'agente corrodente e quando per di più i prodotti insolubili della corrosione vengono continuamente dilavati. Come conclusione, si può ammettere che i metalli differenti dall'acciaio sono mal protetti dello zinco e dal cadmio e lo sono invece bene dal nichel e dal cromo. Per l'acciaio esposto all'H_2SO_4 il cadmio ha dato miglior risultato dello zinco e viceversa per l'HC_e e il $N_a\ C_e$; invece il cromo ha fatto cattiva prova e il nichel ha dati buoni risultati solo per forti spessori di ricoprimento. Anzi quest'ultimo manto protettore è molto consigliabile.

G. R. M.

Sommarî

In questa rubrica segnaleremo con un brevissimo sommario del soggetto, quelle Memorie o quegli articoli di Riviste che per la loro mole, o la loro indole speciale, o il loro riferimento a condizioni particolari, non possono essere riassunti utilmente per la generalità dei lettori, mentre possono essere consultati con vantaggio da chi si interessa particolarmente della materia.

Gli iscritti alla Sezione Tecnologica della « Unfiel » possono richiedere in prestito alla Redazione i fascicoli ove si trovano gli articoli citati.

The Journal of I. E. E., marzo 1930: « I potenziometri a corrente alternata e le loro applicazioni ». – C. V. Drysdale.

È la storia dell'evoluzione dei potenziometri a corrente alternata, seguita dalla descrizione degli apparecchi Drysdale — Tinsley, Larsen, Gall, Pedersen, Campbell e di altro tipo — Il principio su cui è basato ciascun apparecchio e la sua precisione sono oggetto di discussione e si portano esempi della loro applicazione in diverse prove.

***

The Journal of the A. I. E. E., marzo 1930: « Tensione indotta nelle macchine elettriche ». – L. V. Bewley.

Scopo di questo studio è la descrizione e la discussione di una equazione generale per la tensione indotta nelle macchine elettriche aventi i nuclei paralleli e che includono come caso speciale motori a induzione monofasica e polifasica, generatori sincroni, dinamo a corrente continua convertitori sincroni e trasformatori statici. È illustrata l'applicabilità dell'equazione generale a molti di questi casi e sono additati numerosi interessanti problemi che possono essere risolti per mezzo di essa. Una delle caratteristiche di questa equazione è che non si pongono limitazioni alla velocità dei conduttori rotanti o alla grandezza di pulsazione e di rotazione del flusso: queste possono variare in maniera del tutto arbitraria ma che si può esprimere analiticamente e utilmente. Parecchi metodi di riduzione di tensioni armoniche e le loro limitazioni sono discusse in maniera tale da dare un'idea esatta del procedimento. L'interessante studio è corredato da una serie di accurati diagrammi e tabelle riassuntive.

***

Journal of the A. I. E. E., marzo 1930: « La conduttività degli oli isolanti ». – J. B. Whitehead e R. H. Marvin.

L'articolo descrive alcuni esperimenti sulla corrente di carica ed altri fenomeni connessi nell'olio per trasformatori ad alta resistenza dielettrica.

Le correnti di carica che rimangono dopo l'eliminazione del periodo transitorio iniziale sono studiate per la durata di parecchi centesimi di secondo di applicazione di tensione c. c. Due campioni dello stesso olio ottenuti in periodi diversi, differiscono radicalmente. In alcuni casi la corrente di carica diminuisce subito all'inizio mentre in altri rimane costante per un periodo di tempo rilevabile e anche temporaneamente cresce. Si osserva che anche con l'inversione di polarità dopo una lunga carica, la corrente nei due campioni rimane la medesima di prima dell'inversione, ma in uno si verificò un momentaneo aumento pochi secondi più tardi. Si avverte poi il ritorno alle condizioni iniziali. Si mostra l'esistenza di spazi di carica nell'olio caricato, ed è misurato il tempo di formazione di queste cariche assieme alla non uniforme distribuzione di tensione che ne deriva. Poichè è la conduttività iniziale che determina le perdite di c. a. l'importanza della corrente di carica in queste prime fasi riesce certamente ingigantita.

***

Electrical Review, 9 maggio 1930: « Deprezzamento degli Impianti Elettrici » di S. Howard Withey.

L'A. dopo aver riconosciuto l'opportunità di stanziare fondi per far fronte all'inevitabile logorio e alla messa fuori uso dei vari macchinari, enumera i vari metodi coi quali si può equamente e correttamente raggiungere lo scopo, ne mostra le caratteristiche ed illustra gli eventuali vantaggi.

1° Metodo. - Si stanzia una quota annuale costante, ottenuta dal quoziente fra il costo iniziale di acquisto o di impianto ed il numero probabile di anni di vita della parte d'impianto o di macchinario considerata.

Tale quota la si registra decreditandola e addebitandola rispettivamente al « Fondo ammortamento » e al « Conto deprezzamento ».

2° Metodo. - La quota annuale è rappresentata da una percentuale fissa da applicarsi non al costo effettivo, ma alla parte residua di esso: il suo andamento è quindi decrescente dall'inizio alla fine della vita probabile dell'impianto. Ora se si considera che il costo delle riparazioni e del mantenimento in efficienza degli impianti, quasi nullo nei primi anni, cresce nei successivi, si vede facilmente come questo metodo risponda equamente al criterio di uniformare e rendere costante la quota destinata al deprezzamento e al mantenimento e riparazioni per tutto il periodo di vita probabile dell'impianto.

3° Metodo. - L'impianto o una parte di esso viene valutato da un perito specializzato e il deprezzamento constatato viene direttamente addebitato al C. P. e P.

Evidenti sono i vantaggi che presenta questo metodo: la valutazione da parte di un perito soddisfa sia il proprietario, sia i soci che gli amministratori e gli azionisti: è un ottima garanzia presso le banche per anticipi, finanziamenti: è un efficace documento da produrre nelle controversie, e presso le società assicuratrici, inoltre libera da ogni responsabilità dirigenti e amministratori.

4° Metodo. - È il metodo così deto dell'annualità. Tiene conto pure dell'interesse.

La difficoltà sta appunto nella determinazione della somma costante attuale da imputare in modo che alla fine della vita probabile dell'impianto sia ricostituito il capitale iniziale più gli interessi a uno stabilito tasso annuale. L'Autore per facilitare questo compito allega una tabella che ci dà dei coefficienti che facilitano questi calcoli e un altra che specifica le percentuali normali di deprezzamento per le varie specie ed usi di impianti e macchinari.

NOTIZIARIO

L'ELETTRIFICAZIONE DELLA LINEA ISELLE-DOMODOSSOLA

L'elettrificazione della linea Iselle-Domodossola intrapresa dai C. F. F. è ormai un fatto compiuto: dal 15 maggio si può quindi viaggiare da Losanna a Domodossola senza cambiare la locomotiva con un risparmio di tempo che varia da 5 a 10 minuti nella discesa verso Domodossola e da 20 a 25 nella salita verso Iselle. I lavori di impianto della linea sono stato effettuati dalla S. A. Tecnomasio sotto la direzione della sezione Impianti Elettrici di Losanna e colla collaborazione di specializzati capi-montatori svizzeri, quelli di adattamento nell'interno del tunnel dalla Direzione delle F. S. di Milano. L'energia per ora è fornita esclusivamente dalla centrale di Massaloden dei C. F. F., ma col prossimo luglio essa verrà effettuata anche dalla centrale di Varzo della S. A. Dinamo.

Sen. Prof. O. M. Corbino, *Direttore* — Arti Grafiche E. Calamandrei & C. – Milano. Fotoincisioni della « Zincografica » – Milano — Ing. Ettore Cesàri, *Redattore-Capo responsabile*

MILANO
Giugno 1930 - Anno VIII

Fascicolo VI
Volume VII

L'Energia Elettrica

UFFICIALE PER GLI ATTI DELL'UNIONE NAZIONALE FASCISTA INDUSTRIE ELETTRICHE (UNFIEL)
E DELLA FEDERAZIONE NAZIONALE FASCISTA DEI GRUPPI REGIONALI IMPRESE ELETTRICHE (FENAGRIEL)

Direttore: SENATORE PROF. O. M. CORBINO

SOMMARIO del N. 6 del 1930

(da pag. 475 a pag. 572)

MILANO
Giugno 1930 - Anno VIII

Fascicolo VI
Volume VII

L'Energia Elettrica

UFFICIALE PER GLI ATTI DELL'UNIONE NAZIONALE FASCISTA INDUSTRIE ELETTRICHE (UNFIEL)
E DELLA FEDERAZIONE NAZIONALE FASCISTA GRUPPI REGIONALI IMPRESE ELETTRICHE (FENAGRIEL)
Direttore: SENATORE PROF. O. M. CORBINO

IL SECONDO CONGRESSO
dell'Unione Nazionale Fascista Industrie Elettriche (UNFIEL)

Roma, 29 Maggio–1 Giugno 1930-VIII

Il resoconto stenografico del Congresso

LA PRIMA GIORNATA (29 maggio)

La cerimonia inaugurale.

Mattina. – I Congressisti alle ore 9.30 si radunano in Piazza Venezia per fare omaggio alla Tomba del Milite ignoto ed all'Ara dei Caduti Fascisti.

Alle ore 11 ha luogo nella Sala Borromini alla Chiesa Nuova la seduta inaugurale. S. E. il Capo del Governo è rappresentato da S. E. l'On. Emanuele Trigona, Sottosegretario di Stato alle Corporazioni; siedono inoltre al tavolo Presidenziale, S. E. Leoni, Sottosegretario di Stato pei Lavori Pubblici, il Sen. Marcello in rappresentanza della Presidenza del Senato, l'On. Dudan in rappresentanza della Presidenza della Camera dei Deputati, S. E. Montuori, Prefetto di Roma, S. E. Depretis in rappresentanza del Governatore di Roma, l'On. Klinger in rappresentanza di S. E. Turati, l'Avv. Vecchini, Segretario Federale dell'Urbe, l'On. Benni, Presidente della Confederazione Generale Fascista dell'Industria Italiana, S. E. Volpi, Presidente onorario della UNFIEL e l'On. Motta, Presidente della UNFIEL.

Sono pure presenti, fra le numerose Autorità, l'On. Olivetti Segretario Generale della Confederazione dell'Industria, il Gr. Croce Conte Cozza Presidente Generale del Consiglio Superiore dei LL. PP., il Gr. Uff. Rampazzi Presidente della 3ª Sezione dello stesso, il Comm. Petrocchi Capo Gabinetto di S. E. Acerbo; S. E. il Senatore Luigi Rava, il Sen. Prof. Corbino; il Comm. Ing. Jacobini in rappresentanza di S. E. Ciano; l'ing. Ramadoro in rappresentanza della Confederazione degli Agricoltori; l'On. Bianchini, Presidente della Confederazione Bancaria, l'On. Redenti, il Comm. Masi per l'On. Jung, Presidente dell'I. N. E., l'On. Gray. Oltre a numerose altre Autorità e Personalità intervengono col Presidente tutti i Vicepresidenti della UNFIEL; il Comitato ed il Consiglio sono quasi al completo: l'*Union Internationale des Producteurs et Distributeurs d'Energie Electrique* è rappresentata dal Delegato generale Ing. Brylinski e dal Segretario Ing. Marty.

Apertasi la seduta alle ore 11, l'On. Motta, ringraziati gli intervenuti, esprime tutta la riconoscenza dell'Industria elettrica pel Capo del Governo, che, non tralasciando occasione per manifestare il Suo alto interessamento, ha voluto una volta ancora dimostrarle la Sua simpatia accettando l'alto patronato di questo Congresso. Egli quindi espone in riassunto i temi da trattare (1).

Rilevato infine come oggi l'Industria elettrica rappresenti in Italia il più grande investimento di capitali in un sol genere di attività, dopo le Ferrovie dello Stato, il Presidente chiude il suo dire fra gli applausi. Gli succede l'On. Benni, Presidente della Confederazione Generale Fascista dell'Industria Italiana, il quale legge il seguente discorso:

Eccellenze, Signori, Camerati,

L'industria idroelettrica rappresenta certamente una di quelle attività produttive in cui l'Italia ha saputo conquistarsi un posto di primo piano per la genialità dei tecnici e scienziati e per l'abilità e la sicura visione di capitani.

La Confederazione Generale Fascista dell'Industria ne è giustamente fiera: ed è anche lieta di constatare che, sotto la guida dell'On. Motta, la organizzazione sindacale dell'industria elettrica risponde pienamente agli scopi assegnati dal Regime per la sua attività tecnica e scientifica e per il suo indirizzo che estende lo studio suo alle più differenti questioni che nel campo giuridico, economico e sociale si riallacciano all'industria idroelettrica.

Ne è prova anche l'odierno convegno, in cui i temi a trattarsi interessano non soltanto gli industriali del vostro ramo, ma tutta la compagine dei produttori italiani. Per questi lo sviluppo dell'industria elettrica ha rappresentato nel passato e rappresenterà sempre più nel futuro una delle basi essenziali dello sviluppo economico italiano, base che nell'abbondanza e nella diffusione di una sorgente di energia — creata in paese collo sfruttamento razionale e completo di risorse nostre — trova possibilità prima sconosciute di rafforzamento e di espansione.

Per questo la Confederazione ha ritenuto e ritiene necessario che l'industria elettrica possa svilupparsi nel nostro paese nelle migliori e più favorevoli condizioni, con quel ritmo di aumento che corrisponde alle previsioni di un più largo fiorire della nostra economia e che è solo possibile se gli investimenti degli ingenti capitali che essa ancora richiederà, continuino ad essere favoriti sempre da un regime di stabile certezza e di liberi adattamenti alle diverse condizioni di fatto.

Da parte sua la Confederazione ha in questo senso appoggiato toto corde *le direttive della UNFIEL: alla quale da parte sua ha richiesto e richiede che essa come industria base di tutte le altre industrie, consideri che l'interesse proprio collima con quello dei consumatori in una politica di perfetto sfruttamento delle nostre risorse idriche ai minori costi ed ai minori prezzi possibili.*

È qui appunto che l'azione di coordinamento fra i vari interessi, che costituisce lo scopo e lo spirito dell'ordinamento confederale ha modo e possibilità di esplicarsi in una realistica, completa, obbiettiva visione dell'avvenire della nostra produzione industriale.

In questa azione la Confederazione ha avuto e certo avrà per il futuro la collaborazione volonterosa della vostra industria idroelettrica. È con questo metodo di reciproca comprensione e di solidale lavoro che essa potrà sicuramente aggiungere nuove benemerenze a quelle molte che essa ha già raccolto, e rispondere alla funzione

(1) Le relazioni vennero tutte pubblicate nel fascicolo V°, maggio 1930, de *L'Energia Elettrica*. Perciò riteniamo inutile riassumerle nel res conto, rimandando ad esse i lettori.

essenziale che le assegna il Regime Fascista, che valorizza e potenzia tutte le risorse intellettuali e scientifiche del nostro Paese.

Per questo la Confederazione seguirà con interesse i vostri lavori, con auguri al migliore successo (Applausi).

L'On. Ponti salutato da vivi applausi, legge il discorso inaugurale:

Eccellenze, Signore, Signori,

Roma, la città che dal passato trae l'auspicio per tutte le glorie e per tutti gli ardimenti, ci ha dato stamane il suo augurale, vibrante saluto!

Orgoglio nostro, presagio solenne!

Orgoglio nostro perchè, se è vero che nessuna sede ha il fascino augusto di queste rive sonanti di millenarie canzoni di gloria, è pur anche vero che mai come in questo luogo noi ritroviamo viva, pulsante, l'eco di quelle parole le quali, — emblema d'onore per i combattitori di tutte le idee —, costituiscono per la nostra passione elettrica il più alto e il più ambito viatico di ogni fatica!

« Tra tutte le professioni la più affine al mio spirito è quella « dell'ingegnere: se dovessi fare una ulteriore discriminazione nel « campo degli ingegneri, direi che le mie preferenze vanno a quelli « che studiano, creano, controllano l'energia elettrica. E ciò per « due ragioni. La prima è questa: che l'elettricità è la scoperta, è « la creazione del nostro secolo; la seconda perchè sopratutto in « Italia la energia elettrica è l'elemento fondamentale delle nostre « possibilità economiche. »

Così Benito Mussolini *or son quattr'anni in forma precisa, scultorea, definiva la classe degli industriali elettrici.*

Presagio solenne, che in questa ormai doppiamente alma Roma, nutrice della vita patria e della vita spirituale, si aprano le annuali assise di quella favilla, madre di mille vite ai popoli, che guizzando avvampa, freme, impera, che or rompe in fragori terrificanti, or posa umilmente per comporsi in forme d'armonia; quella favilla che suscitiamo senza posa con gesto da seminatori e che a tarda sera è il premio nostro se ci conforta il pensiero di avere suscitato nell'etere, solco possente e magnifico di tutti i solchi, qualche vibrazione più alta, più bella e sovratutto più umana.

Per questo felice incontro a voi, Eccellentissimo Governatore, Ministri del Regno, Autorità, alte personalità dell'industria, porgo quel grazie che vibra nel cuore dei colleghi elettrotecnici che in Roma sono accorsi non solo per rinsaldare la loro quotidiana passione, ripetere le loro ansie, celebrare le loro opere, ma sopratutto per farsi umili e migliori di fronte alla maestà delle cose eterne, per seminare emulazioni feconde, traducendo i brividi delle vigilie tormentose e i fremiti delle sapienti conquiste in nuove opere di civiltà e progresso per raggiungere quelle cime « dove il sogno si trasmuta in pensamento ».

È per me — che l'illustre nostro Presidente On. Motta ha desiderato araldo di questa adunata — ragione di intimo compiacimento riportarvi col pensiero in armonia di cuori, come in un rito, ai pionieri della industria elettrica italiana, per ricordarvi, quasi a comandamento ed a monito, i nomi di Esterle, di Colombo, di Capuano, di Semenza, di Mengarini, di Allievi, di Conti, di Motta, di Volpi, nomi di realizzatori e uomini di fede, che hanno segnato e segnano altrettante tappe nel cammino glorioso dell'elettrotecnica industriale italiana, spianando la via al sorgere di questa nostra Associazione che oggi, forte di sua forza, ha in sè una triplice forza propellente che abbraccia e domina il campo tecnico, economico-finanziario e commerciale.

Quando nel mondo civile, dopo le divinazioni di Volta, di Galvani, di Faraday, di Pacinotti e di Ferraris, sorsero le prime timide applicazioni elettrotecniche, nessuno avrebbe certamente osato pensare che la minuscola scintilla del Volta, o le modeste acrobazie della sgambettante rana del Galvani avrebbero aperto la serie di tutti i miracoli; nessuno, nemmeno forse Ferraris, che dalle armonie di Wagner aveva tratto col suo genio d'aquila le teorie rotanti creando effetti elettrodinamici dai concetti dell'ottica fisica, avrebbe pensato che l'elettricità, ponendosi alla base di ogni manifestazione della vita civile, avrebbe avuto un respiro così ampio e possente, da diventare parametro, non solo dell'evoluzione di un popolo, ma anche indice per eccellenza di ogni manifestazione civile e sociale.

E invero, nessuna branca del sapere ha fatto in breve tanto cammino!

La piccola dinamo con la sua linea alimentatrice manovrata con un semplice reostato, che pur formava l'incanto della nostra giovinezza, cede ben presto il posto all'intreccio di più macchine accoppiate in parallelo tra loro lontane centinaia di chilometri, battenti il passo di marcia sincronicamente con lievi oscillazioni di periodo contenute in frazioni infinitesime di secondo; le piccole linee sono sostituite da arterie che diventano i sistemi basilari della vita delle Nazioni mentre i grandi condensatori rotanti, regolatori della tensione ed equilibratori tra le forze attive e reattive in gioco, spostano l'asse fondamentale del problema, e governano gli elementi essenziali della potenza nel movimento delle masse elettriche tra paese e paese, tra regione e regione. Ma v'ha di più: dalle primordiali motrici a stantuffo, ora è poco più di un quarto di secolo, si è passati alla turbina con cui si realizzano concentrazioni di potenze di più centinaia di migliaia di kW; dalle originarie caldaie a grossi corpi d'acqua si è pervenuti ai tipi a tubi, giganteschi tipi a superfici riscaldate di più migliaia di metri quadrati; dalla antica ruota cinese attraverso alle ruote a cassette ed a pale siamo alle modernissime Francis, alle Kaplan, alle Lawaczeck ed alle Pelton di più decine di migliaia di kW.

Pietre miliari di questo cammino, giacciono silenti, come raccolte in una nostalgia infinita di ricordi, in fondo alle valli, talune piccole Centrali degli albori dell'industria elettrica; così mi appare la prima Centrale della Cenischia come rassegnata contemplare pulsante la grande Centrale di Venaus, dovuta all'opera del nostro collega On. Chiesa; così i primi impianti di Tivoli, di Paderno e della Vizzola, in confronto a quelli del Brembo e di Trezzo, del Toce, dell'Adamello, della Terni, di Santa Croce, delle gigantesche sistemazioni della Valle d'Aosta, del Tirso, della Sila, dell'Alto Belice e dell'Isarco; dei colossi termici del Concenter della Edison, di Turbigo della S.I.P., di Marghera dell'Adriatica, di Livorno della Ligure-Toscana; così la tecnica italiana, sostenuta ed assecondata dagli industriali dell'elettricità, ha lasciato ovunque le stigmate del suo genio.

Le aumentate esigenze delle industrie e dei privati assegnano inoltre all'industria elettrica il compito di provvedere al fabbisogno di una vasta utenza crescente rapidamente e irregolarmente, per modo che il diagramma di incremento e l'imperativo della soddisfazione di qualsiasi richiesta hanno obbligato l'industriale elettrico — che deve essere l'antesignano di ogni altra industria —, a creare tempestivamente grandi impianti di generazione e di trasporto e grandi reti di distribuzione.

N'ebbe e n'ha vantaggio da queste opere gigantesche la economia generale della Nazione, chè i grandi sfruttamenti idrici hanno portato alla regolazione di numerosi e grandi corsi d'acqua a regime torrentizio, alla sistemazione di vaste plaghe soggette ai danni incalcolabili delle piene; ed i grossi gruppi idrovori hanno strappato alla miseria ed al morbo le terre ridonate dall'azione lungiveggente del Governo Fascista all'agricoltura.

***

Se abbiamo visto così realizzarsi le grandi conquiste della tecnica, se abbiamo visto il benefico riflesso sulla vita della Nazione, se sono stati possibili i grandi travasi di energia tra regione e regione, fra Nazione e Nazione, non è men vero che tutti indistintamente questi elementi previsti, attentamente vagliati e coordinati, hanno dovuto soggiacere necessariamente — nel passaggio al campo della pratica utilizzazione —, a delle realtà immanenti e insopprimibili: alla realtà finanziaria da una parte, alla realtà commerciale dall'altra. Queste due realtà — che divengono altrettanti aspetti del grande problema elettrico italiano —, determinano quell'immancabile legame che confonde la vita elettrica e la vita civile, l'arresto e lo sviluppo della seconda con l'arresto e lo sviluppo della prima: è l'industria elettrica che nelle ore difficili, senza impressionarsi degli squilibri dei suoi diagrammi di carico, con sacrifizi ingenti e col solo frutto di una viva fede nei progredienti immancabili destini della Nazione, elabora nuovi progetti, inizia nuove opere, superando ogni e qualsiasi difficoltà tecnica e finanziaria, senza curarsi se talvolta non soccorre e conforta l'unanimità dell'opinione pubblica, troppo incline a confondere i seminatori rischiosi, araldi del progresso, con dei semplici, comuni ricercatori di utili.

Tuttavia, confortati dal Governo della ricostruzione Nazionale, non siamo stati impari al nostro compito. Oggi l'industria elettrica impegna della ricchezza nazionale circa venti miliardi; e non solo: un indice eloquente di fiducia, un conforto al nostro diuturno travaglio lo abbiamo nell'affluenza del capitale straniero, che vede il presente e l'avvenire del problema idroelettrico italiano.

***

L'aspetto commerciale si identifica, sotto il riflesso sociale, negli sforzi intesi alla elevazione del tono della vita civile, la quale nella elettricità attinge, ognor di più, benessere e igiene.

Esso rappresenta il terzo momento della vita industriale elettrica, cioè quello in cui sorgono i rapporti fra l'industriale e l'utente, che non è una somma di clienti, ma la stessa collettività. Mi limito — in questo campo che è vastissimo — a porre una sola domanda: il travaglio immane, i grandi, assillanti ed ardui problemi — e problemi di portata nazionale — che si sono risolti in un trentennio ricco di eventi, hanno avuto nella grande famiglia degli utenti la conveniente considerazione? è stata apprezzata sempre la mole di attività svolta perchè l'alimentazione al fabbisogno nazionale fosse regolare, continua, economica, pronta?

Rispondiamo subito — sottovoce se più vi piace — che sia per il suo carattere grandemente complesso, sia per la concezione un po' troppo semplicistica che gli utenti hanno di questa industria, sia per il tradizionale silenzio degli industriali elettrici che, soddisfatti di sapere agire, non usano conclamare, è mancata talvolta nel pubblico utente quella ambita integrale considerazione che così grande ed apprezzato conforto sarebbe stata tuttavia per la nostra classe. Indice di questa non ancora completa comprensione è l'antinomia fra il costo reale dell'energia elettrica e le tariffe di vendita che, oltre a non aver beneficiato della maggiorazione conseguente al ciclone bellico, presentano oggi un parametro che non attinge neanche tre volte il prezzo anteguerra, mentre tutte le altre tariffe hanno parametri certamente superiori e cioè da 6 ad 8 ed anche 10. Ci sia lecito auspicare immediato miglior tempo: esso sarà giusto premio alle fatiche compiute e efficace stimolo alle opere future!

***

Assai più luminosamente apparirà la struttura del grande edifizio elettrotecnico industriale moderno dalle varie Relazioni che gli egregi Colleghi ci faranno sentire.

E grande esso apparirà non solo per merito di tecnici e di scienziati, di capitani d'industria e di artieri, ma anche per merito insigne del legislatore italiano che alla sempre vivida tradizione romanistica ha aggiunto nuovi lauri per cui anche nel modernissimo diritto idroelettrico Roma lascia le orme del suo genio immortale, con una sì salda costruzione giuridica da permettere di edificarvi tutte quelle sopraelevazioni cui l'auspicato sviluppo della vita industriale italiana potrà chiamare.

***

Sono alla conclusione. Con battute rapidissime ho inteso dimostrare che la nostra deve essere un'industria di respiro, di vaste concessioni, di ardite realizzazioni. Oggi e per l'avvenire il grande sistema elettrico con tutte le sue arterie ed i suoi nervi deve essere concepito come un insieme elastico e flessibile al massimo grado su cui possa orientarsi e dosarsi a piacimento il movimento delle grandi masse di energia.

In questo gran concerto di interessi di ogni natura è sorto in Italia un ente coordinatore e regolatore, che affianca i grandi aggruppamenti elettrici: la Unione Nazionale Fascista delle Industrie Elettriche. *Essa realizza una fusione, una amalgamazione dei vari intendimenti tecnico-economici per la più razionale ed adeguata utilizzazione delle risorse naturali, del patrimonio idraulico italiano; in seno ad essa si agitano e maturano idee e tendenze, e si elaborano metodi di organizzazione interna, i rapporti fra i Gruppi e quelli fra i Gruppi e lo Stato, i metodi di distribuzione, i grandi servizi di fornitura a scopi agricoli, i sistemi di tariffazione, i rapporti interregionali, il contributo alla legislazione, ecc. E tutto ciò nel quadro armonico dello Stato corporativo.*

Eccellenze, Signore, Signori, poichè noi siamo i rappresentanti di un'industria che ha scopi scientifici e pratici di singolare dinamismo creativo, il Governo Nazionale non poteva non concederci l'ambita ed onorifica sua adesione.

Per questa adesione io prego l'illustre Rappresentante del Governo di rinnovare al Primo Ministro l'espressione del nostro orgoglio e della nostra profonda gratitudine, e di offrire al Duce di questa Italia rinnovata, il quale anche nell'incessante fatica diuturna ha voluto conoscere e seguire l'incalzante sviluppo dei nostri programmi, l'assicurazione che gli industriali elettrici d'Italia sempre più convinti di essere gli artefici dell'ambiente necessario al sorgere ed al progredire di tutte le altre industrie, vedono intera la traiettoria dei loro doveri e vorranno non essere mai secondi nel gettare sacrifizi, là dove il Governo Nazionale vorrà, lieti, anzi paghi, di servire in umiltà e in silenzio la grande madre Italia.

Eccellenze, Signore, Signori!

Nel chiudere lasciate che io formuli per voi tutti un voto ardente, un augurio!

La scienza elettrica colle sue multiformi manifestazioni industriali, elettrochimiche, telefoniche, radiofoniche, ecc. punta dritto con tutte le sue forze per strappare qualcuno dei numerosi veli che nascondono il mistero del mondo, davanti al quale lo spirito umano, come è stato già autorevolmente detto, ha scritto una parola fiammante: Dio.

Orbene il grande captatore dell'ultra sensibile, il triodo, l'apparecchio senza un nome solo, ma con tanti nomi: Edison, De Forest, Marconi, Fleming, Langmuir, Vallauri, che noi alimentiamo con le energie idriche delle nostre vallate, controlliamo con giuochi pazienti di capacità e di induttanze regolate sull'infinitamente piccolo, rappresenta il punto di partenza per quelle future scoperte che confermeranno l'asserto poetico che nella scienza le aurore più belle non sono ancora nate. Ed oggi che non vi sono più silenzi poichè per tutti i cieli il triodo scopre, rivela palpiti di vita, sussurri, fremiti di voli e canzoni; che non vi sono più distanze perchè i continenti ed i mondi sono esplorati e dominati dal minuscolo breve votear d'un quadrante, oggi è l'ora di tutti gli ardimenti per avvicinarci al mistero, per ripetere il gesto di Prometeo, per arrivare nell'orbita dell'infinitamente grande, a Dio.

Ecco l'oceano infinito, nel quale anche per i sacerdoti della scienza è bello votarsi al sacrificio, è dolce il naufragare; ecco il tremendo interrogativo che si porrano gli uomini di buona volontà del secolo ventesimo per cimentare il loro ardimento di infaticabili argonauti.

Ma premio alle gloriose tradizioni elettriche della Patria, premio alle fatiche di un popolo retto da un Uomo tutto italico, una vela sola attinga vittoriosa l'ultima onda del mistero, ed abbia nome « Italia ».

All'On. Ponti, applauditissimo, fa seguito S. E. Trigona col seguente discorso:

Sono lieto di portare a questa eletta adunanza di industriali e di tecnici il cordiale saluto del Governo fascista e quello personale di S. E. il Capo del Governo il quale ha voluto affidarmi il gradito incarico di rappresentarlo.

Tengo in particolar modo a dirvi che il Governo Fascista apprezza grandemente l'importanza che l'industria elettrica occupa nel quadro generale dell'economia italiana, e i preziosi servizi che essa rende al paese.

Non bisogna anzitutto dimenticare che le acque costituiscono la maggior fonte di energia, di cui disponga il nostro Paese e che proprio l'industria elettrica con i suoi mirabili impianti idrici ha potentemente contribuito ad attenuare il tributo che l'Italia è costretta a pagare all'estero per procurarsi quei combustibili di cui siamo scarsamente provvisti.

L'industria elettrica interessa tutta la vita della nazione, in quanto oltre a fornire energia a buon mercato a molte industrie, ha reso possibile l'elettrificazione di importanti linee di grande sviluppo e la creazione di grandi arterie per il traffico cittadino e interurbano.

Non starò a dirvi delle cifre che voi ben conoscete.

Mi limiterò a ricordare che — tra impianti idrici e impianti termici — la potenza installata in Italia, che nel 1898 *era di* 100 *mila Kilowatt, è divenuta al principio del* 1930 *di* 4.300.000 *Kilowatt.*

Così il consumo di energia elettrica che vent'anni fa non raggiungeva il mezzo miliardo di Kilowatt-ora, era valutato, nel 1929 *ad oltre* 10 *miliardi di Kilowatt-ora.*

Questo sommario raffronto ci dice quale cammino abbia fatto questa grande industria, che costituisce un titolo di onore per il nostro Paese.

Assai lodevole è stato l'intendimento che guidò la benemerita Unione Nazionale Fascista delle Industrie Elettriche ed il suo illustre Presidente Onorevole Giacinto Motta a convocare questo Congresso.

È bene che i grandi problemi che interessano la industria elettrica, siano periodicamente esaminati dai competenti, a fine di avvisare al miglior programma di attività da svolgere per l'avvenire.

Così ho veduto con soddisfazione che fra i temi da discutere è stato dato il posto d'onore a quello concernente la quantità probabile di energia idroelettrica italiana.

Altro tema di grande interesse è quello concernente lo stato attuale e le possibilità future nelle applicazioni domestiche. È molto opportuno che si studino i mezzi migliori per accrescere il consumo domestico dell'energia elettrica. In Italia tale consumo è ancora assai basso, essendo di soli 19 *Kilowatt-ora per abitante, all'anno, contro* 76 *in Inghilterra,* 140 *nella Svizzera,* 150 *negli Stati Uniti.*

Mi è grato infine di assicurarvi che il Governo non mancherà di seguire assai attentamente i vostri lavori e di tenere nella maggiore considerazione le proposte che crederete di formulare per l'immancabile sviluppo della vostra industria, che è così intimamente legata all'avvenire ed alla grandezza della nostra Patria.

Nell'Augusto Nome di S. M. il Re e per incarico di S. E. il Capo del Governo ho l'onore di dichiarare aperto il Congresso dell'Unione Nazionale Fascista Industrie Elettriche.

Anche le parole di S. E. Trigona raccolgono caldi applausi.

I LAVORI

I lavori del Congresso si iniziano nel pomeriggio nel Salone della Confindustria, a Piazza Venezia.

Alle ore 15 il Presidente On. Motta apre la seduta rinnovando all'On. Ponti, a nome di tutti, i sensi della più viva soddisfazione per l'alato discorso pronunciato al mattino. L'Assemblea sottolinea con un grande applauso le parole del suo Presidente.

Nel procedere ai nostri lavori — prosegue il Presidente — mi sembra opportuno di raggruppare i temi che noi dovremo discutere per materia. Io proporrei, cioè, che oggi si discutessero i temi:

La quantità probabile di energia idroelettrica italiana,
La curva integrale delle pioggie e le curve segnatrici delle possibilità climatiche,
Costo attuale degli impianti idraulici - Previsioni per il futuro,
perchè tutte e tre queste Relazioni riguardano lo stesso argomento, cioè la produzione di energia elettrica mediante forze idrauliche.

Domani mattina potremo discutere i temi:

La disponibilità totale di combustibili italiani - Possibilità e convenienza della loro utilizzazione per produzione di energia elettrica,
Stato attuale e progressi probabili delle grandi centrali a vapore,
Stato attuale e progressi probabili del motore Diesel,
che considerano, tutti e tre insieme, l'argomento: Produzione di energia elettrica per via termica.

Nella seduta pomeridiana di domani passeremo, invece, a parlare dei temi:

Costo della distribuzione nei grandi centri,
Costo della distribuzione in campagna per scopi agricoli,
Stato attuale e possibilità future nelle applicazioni domestiche e agricole,
perchè, in un certo senso, questi tre temi si possono raggruppare intorno ad un pernio unico: Esame della possibilità della distribuzione e suo costo.

Infine, nell'ultima seduta, parleremo dei temi:

Incidenza della spesa dell'energia elettrica sui vari bilanci e *Legislazione comparata.*

Alla fine di ciascuna seduta, è probabile che si presenti l'opportunità di raccogliere e di condensare in poche affermazioni il pensiero del Congresso sui temi che saranno stati discussi. Io mi riservo — sentendo, naturalmente, le opinioni dei vari colleghi che prenderanno la parola — di chiedere che sia demandato alla Presidenza di formulare l'ordine del giorno che dovrà rappresentare l'opinione che sarà prevalsa al Congresso.

Se non ci sono obiezioni su questo *modus procedendi*, io invito i Relatori Ing. Piero *Marinoni* e Ing. Angelo *Testa* a riassumere ed a commentare la loro Relazione sul tema *La quantità probabile di energia idroelettrica italiana.*

L'Ing. *Marinoni* (Relatore) svolge anche per l'ing. Testa la sua Relazione sul tema:

La quantità probabile di energia idroelettrica italiana.
(*Vivissimi applausi*).

La quantità probabile di energia idroelettrica italiana.

Presidente. – Apro la discussione sulla comunicazione del nostro amico e collega *Marinoni* che ha collaborato, come egli ha detto, con l'Ing. *Testa.*

La voce dell'oratore non è certamente pari alla bontà del prodotto che egli ci ha sottoposto (*Applausi, si ride*) tanto più in quanto l'aula congiura contro di lui. Ma non è la voce del cantore (*ilarità*) che noi siamo stati chiamati qui a giudicare, bensì la sostanza degli studi che egli ha compiuti. Ora vi prego di rilevare che questi studi, per quanto comunicati in una forma molto sintetica, hanno richiesto un lavoro colossale. Quindi, a nome vostro, ringrazio gli Ingg. *Marinoni e Testa* del lavoro fatto (*applausi*) e apro la discussione.

Prof. Ganassini. – Ho ascoltato attentamente il procedimento d'indagine che è stato seguito, e l'ho trovato perfetto. Però ho notato una cosa: che noi partiamo da una cifra elevatissima, quasi iperbolica, per arrivare come conclusione ad una cifra modestissima, che è il 13 per cento della prima. Ora, evidentemente, questo è ottenuto attraverso l'esame di determinati coefficienti. Orbene, io crederei opportuno che questi coefficienti, che sono gli elementi dominatori della situazione statistica, fossero vagliati alla stregua anche dell'opinione generale.

Per questo io vorrei chiedere all'ing. Marinoni se non si potesse avere il documento esauriente e completo della indagine, perchè, per esempio, ci sono molte regioni che ciascuno di noi conosce e sulle quali può dare delle informazioni preziose, sicure, attendibili, dove, per esempio, il coefficiente di attuabilità è un coefficiente non matematico, ma enormemente vario, è un coefficiente d'impressione, un coefficiente, come dicevo, enormemente vario data proprio la natura del prodotto. Noi, evidentemente, possiamo ritenere un impianto, nelle diverse regioni, più o meno attuabile, a seconda delle condizioni idrologiche, idrauliche, idrodinamiche, che sono diversissime da un luogo all'altro.

Quindi, se si potesse avere una indicazione ripartita per bacini, cioè stabilire per ciascun bacino, senz'altro, qual'è lo schema di utilizzazione, allora evidentemente ciascuno di noi potrebbe già stabilire, attraverso la convinzione che si è formata per la propria regione, l'attendibilità o meno che può dare agli elementi di correzione, in modo da sboccare finalmente ad una cifra che non sia tanto diversa dal vero, che non sia molto discorde da tante altre.

Vi dirò, modestamente, che ho fatto anch'io questo lavoro e sono arrivato ad una cifra un po' più alta: circa 50 miliardi di kWh. Invece, con una ricerca sommaria fatta per la valle del Po, ho avuto la soddisfazione di sboccare alla identica, precisa cifra a cui sono sboccati gli autori attraverso una indagine molto più minuziosa di quella che ho potuto compiere io in linea privata, con le modeste risorse di cui potevo disporre.

Questo, da una parte, fa piacere a me, perchè conferma che le mie indagini sono state condotte con molta attendibilità; ma, d'altra parte, può darsi che vi siano degli elementi correttivi che sia opportuno di introdurre. Perciò io vorrei insistere specialmente per conoscere, per esempio, la qualità, la marca dell'energia che i Relatori presumono si possa ricavare. Si parla di 31 miliardi di kWh, ma che kWh sono? Come sono? Continui? Discontinui? Si parla, ad un certo momento, di portata semipermanente. Ora tutti sappiamo che la portata semipermanente è una definizione molto elastica. Infatti è molto diverso, per esempio, avere la portata semipermanente disponibile per sei mesi continui e averla, per esempio, disponibile per quindici giorni ogni mese. Siamo, evidentemente, in condizioni molto diverse.

Perciò, ripeto, occorrerebbe avere un criterio per la ripartizione almeno della marca della energia producibile.

Sen. Corbino. – Io ho l'impressione che la richiesta dell'Ing. Ganassini circa la qualità del prodotto, molto opportuna se fatta caso per caso, non possa invece applicarsi proficuamente nell'insieme. In un insieme troppo generale come questo, la qualità dei kWh producibili va per forza compresa negli errori statistici che certamente sono commessi.

Invece, trovo molto apprezzabile la sua richiesta della conoscenza dei coefficienti e apprezzo molto anche la richiesta della divisione per bacini, perchè tutti gli intervenuti possono avere degli elementi propri per correggere l'insieme.

Mi permetto poi di chiedere al Presidente della III Sezione del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici qual'è, in questo momento, l'ammontare delle domande di concessione esistenti per ogni determinato corso d'acqua.

Ing. Rampazzi (Presidente III Sez. Cons. LL. PP.) – Siamo ancora molto indietro. Vi sono dei bacini sfruttati completamente, per i quali, cioè, vi sono delle richieste complete. Per altri, invece, che non si presentano in quelle condizioni di tornaconto economico che sarebbero nel desiderio di tutti, vi sono ancora poche richieste.

Io vorrei poi domandare quali risultati sono stati ottenuti dagli Ingg. Marinoni e Testa in confronto di quelli ottenuti dagli studi fatti dal Servizio Idrografico per la Sardegna, per la Sicilia, per il Bolognese, eccetera. Noi abbiamo fatto, per ora, parzialmente, il lavoro che gli ingegneri Marinoni e Testa hanno fatto per tutto il Paese. Per ogni corso d'acqua delle regioni da noi esaminate noi abbiamo tenuto conto degli impianti esistenti, degli impianti già concessi, degli impianti per i quali si domanda la concessione, e di quegli altri che si potrebbero ancora fare.

Presidente. – Stando alla prima richiesta soltanto di quelle presentate dai tre colleghi che hanno parlato prima, in fondo si ha l'impressione che i nostri Relatori, per eccessiva modestia, non abbiano partecipato sufficientemente alla riunione i risultati delle loro analisi, ma si siano piuttosto attenuti alla sintesi, dando forse al loro lavoro un'importanza minore di quella che noi gli attribuiamo.

Per quello che consta a me (poi dirò all'ing. Marinoni di rispondere lui) mi pare che le domande si potrebbero riassumere così.

Bisognerebbe che i Relatori ci illuminassero, a titolo di esemplificazione, sui rapporti che essi hanno trovato nel loro studio fra la quantità di energia che, secondo loro, sarebbe utilizzabile in un determinato bacino nel quale già l'Ufficio Idrografico abbia compiuto i suoi studi, e la quantità di energia che l'Ufficio Idrografico abbia, in quello stesso bacino, trovata esattamente; e in più chiarissero meglio i rapporti fra la quantità di energia effettivamente utilizzata in alcuni (pochi fino adesso) bacini italiani che si possono dire esauriti, e quella quantità totale di energia che Domineddio fa piovere sui bacini, cioè la quantità teorica.

Sulla prima di queste domande io inviterò i due colleghi Testa e Marinoni a rispondere.

Sulla seconda, sono in grado di rispondere anch'io, perchè in alcune discussioni amichevoli coi due Relatori una qualche idea me la sono formata anch'io. Dirò anzi che l'invito venuto da me ai due colleghi a studiare questo problema è nato così. La Società Edison (una volta si chiamava la Società Conti, ora è la Edison) ha sfruttato il bacino della Toce, per il quale l'ing. Ganassini ha fatto un lavoro di indagine costruttiva non indifferente, e ha pubblicato molte relazioni e molti studi, di cui uno molto ampio è stato presentato al congresso di Barcellona dell'anno scorso. A me che, malgrado la mia età, sono ancora abbastanza curioso, è venuto il desiderio di conoscere quanta energia, teoricamente, piove su quel bacino (voi mi permetterete l'impropretà della frase) e quanta se ne utilizzerà annualmente quando sarà compiuto il vasto programma di riordinamento di tutti quegli impianti che noi abbiamo in corso. Questo studio l'ing. Marinoni lo conosce sulla punta delle dita; e la cifra che rappresenta la mia curiosità eccola qui. Stando alla forma del bacino, stando alla quantità d'acqua che piove sulle diverse orizzontali, la quantità totale di energia teoricamente disponibile dovrebbe essere di oltre quattro miliardi di kWh, presso a poco 4.100.000.000 di kWh. La quantità totale di energia che noi riusciremo ad ottenere (non adesso, perchè adesso ne otteniamo molto meno) quando avremo compiuto tutte le sistemazioni e le riforme che sono in corso di esecuzione, è quella che vi indicherò fra poco. Intanto, per dimostrarvi quanto sia difficile il giudicar bene nel terreno su cui stiamo discutendo, vi dirò che queste riforme comprendono l'annullamento di tre impianti, di cui uno è già stato messo fuori di servizio su progetto dell'ing. Ganassini ed è stato sostituito con un altro che dà una quantità di energia maggiore, due altri saranno sostituiti per lavori che sono in corso di esecuzione.

Apro un'altra parentesi, seguendo in ciò l'esempio del mio maestro Paladini che ne apriva sempre molte. È fama che gli impianti idraulici siano eterni, che, una volta fatti, permettano per un tempo indefinito di ricavare energia. Orbene, uno degli impianti costruiti dalla Società Conti, con l'assistenza dell'ing. Ganassini, entrato in servizio nel 1908, ha vissuto la breve vita di venti anni, perchè nel 1928 è stato abbandonato: abbandonato il canale, abbandonate le tubazioni, abbandonata la centrale, che adesso è diventata un albergo semigratuito per i dipendenti della Edison. È un fine morale anche quello... (*ilarità*)

Questa parentesi è chiusa definitivamente.

Dunque, l'energia che noi potremo ricavare quando i progetti di riordino intesi appunto a sfruttare al massimo i bacini saranno stati compiuti, sarà di circa un miliardo e mezzo di kWh. Un coefficiente, dunque, da 0,38 a 0,39. Coefficiente altissimo. Se noi applicassimo, con metodo un po' semplicista, questo coefficiente (diciamo per semplicità di 0,40) ai 240 miliardi di kWh, verrebbero fuori quasi 96 miliardi di kWh tutti gli anni.

Ma noi, qui, siamo tutti tecnici, e sappiamo benissimo, tutti che la vallata del Toce costituisce forse oggi in Italia il più completo esempio di sfruttamento integrale dell'energia captabile sul bacino. Poche sono le vallate delle dimensioni di quella del Toce, la quale ha una superficie di 1.367 chilometri quadrati; e sappiamo che quella vallata è particolarmente favorita da numerosissimi serbatoi che per fortuna si sono potuti costruire: e credo che tutti siamo d'accordo (senza bisogno di fare delle analisi, perchè molte volte il fiuto e la sintesi sono più sicuri assai dell'analisi dettagliata) nel ritenere che pochi altri bacini potranno raggiungere lo stesso grado di intensità di sfruttamento.

Ecco perchè non sarebbe possibile estendere i risultati constatati per il Toce alla totalità dei bacini italiani.

Infatti ecco, ad esempio, il bacino del Mera, di 418 chilometri quadrati. Energia teorica: un miliardo e 610 milioni di kWh. La quantità totale di energia che ricaveremo sarà di 600 o 620 milioni di kWh, coefficiente, anche questo, abbastanza buono: 0,36–0,37.

Ed ecco anche il grande serbatoio dello Spluga, di 28 o 30 milioni di metri cubi, a 1850 metri di altezza, con una fila di salti uno sotto l'altro, fino ad arrivare al Lago di Como, a 199 metri sul mare. Dunque, situazione ideale.

Ed ecco ancora il serbatoio (lago preesistente) di Truzzo, invasato fino a 15 milioni di metri cubi, con mille metri di salto: condizioni, insomma, veramente ideali.

Io non ho presenti le cifre dell'impianto dell'Adamello, ma sono sicuro che anche là si troveranno cifre di questo genere.

Qui c'è una lunga serie di tabelle nelle quali sono stati presi in considerazione i bacini di ogni singola regione e per i più importanti sono stati dedotti i coefficienti: direttamente, dove l'utilizzazione è già reale, e, dove l'utilizzazione non è ancora reale, i coefficienti sono stati calcolati in base ai progetti.

Ma io credo che una visione sintetica del fenomeno si possa avere così: ammesso che il 40 per cento dell'utilizzazione sia una specie di bastone da maresciallo; e ammesso, per non denegabile ipotesi, che il minimo è lo zero, vi saranno dei bacini nei quali ci si potrà avvicinare sensibilmente a quel 40 per cento, vi saranno degli altri bacini nei quali, per contro, non si potrà far nulla; ma insomma, poichè nei grossi fenomeni non è facile sbagliare tanto, potrebbe essere benissimo che arrivassimo ad avere una media di un 10 o di un 15 per cento. E il 10 o il 15 per cento è presso a poco la cifra a cui sono arrivati i Relatori. Per pensare di poter raggiungere una media superiore, bisognerebbe ammettere che tutta l'Italia diventasse addirittura una Finlandia o qualche cosa di simile, come numero di laghi e come numero di serbatoi.

Per conseguenza io credo che, calcolando un 15 per cento, si arriverebbe ad una cifra di poco superiore alla realtà.

Ganassini dice giustamente: Bisognerebbe sapere di che qualità, di che marca è questa energia. Oh Dio, io credo che nei bacini nei quali sarà possibile disporre di serbatoi, l'energia sarà della marca di 3000–3500 ore; e dove non sarà possibile fare dei serbatoi, bisognerà per forza ricorrere alla integrazione termica.

Qui, però, la mia opinione differisce un poco dalla espressione sintetica trovata dal collega Marinoni. Io credo che l'integrazione termica avrà nell'avvenire una importanza molto maggiore di quei 2 o 3 miliardi di kWh che egli ha calcolati. Io credo, invece, che nell'avvenire l'integrazione termica avrà, come dicevo, una importanza molto maggiore.

Inoltre, la difficoltà delle ricerche non soltanto è grande perchè gli sforzi di due soli tecnici, per quanto volonterosi, non possono riuscire a risolvere completamente un problema così vasto mentre è in corso un'opera mirabile da parte degli uffici governativi per arrivare precisamente e con calma e ponderazione a delle cifre più fondate, ma è grande altresì per il giudizio discrezionale che bisogna rendere circa la convenienza o meno di eseguire un determinato impianto. Qui, poi, la difficoltà non soltanto è implicita nella difficoltà di pronunciare un giudizio, ma è implicita anche nella facilità di sbagliare.

Mi spiego. Molti impianti si fanno perchè si sbaglia il preventivo! (*Ilarità, applausi*). Questo non è un segreto: è un sistema che tutti i professionisti liberi in ingegneria sfruttano per avere il cliente. (*Si ride*). Se voi andate a dire al cliente che quel tale impianto costa cento milioni, ed egli, fatti i conti, vede che gli viene a costare troppo, non lo fa. Ma se voi gli dite: Beh, potrà costare 60 o 70 milioni, allora probabilmente lo fa. Se poi, all'atto pratico, ne costa cento, amen! (*Ilarità*). Quando ne avrà spesi 70, caverà anche gli altri, perchè se smette i lavori resta con zero. (*Vivissima ilarità*).

A voi parrà che io parli volgarmente. Scusatemi: ho i capelli bianchi: parlo per esperienza vissuta, parlo per confessare degli errori compiuti. E l'esperienza vissuta, e la responsabilità che grava su di me e su molti miei colleghi, diciamo così, di sventura (*si ride*) mi obbligava a dire quello che ho detto. Il mio amico Marinoni, ad un certo momento, ha detto: Quel tale impianto non conviene. Ma no, caro mio! Magari, di qui a dieci o dodici anni, qualcuno lo studia, convince un cliente che gli conviene, e il cliente lo fa. E quando è fatto, è finita. È fuor di dubbio che, in quel caso, l'economia nazionale si avvantaggia non della nostra sapienza, ma della nostra ignoranza. Perchè è così: molti impianti danno dell'energia idraulica e fanno risparmiare delle importazioni di carbone non perchè bisogni riconoscerne il merito ai pionieri che li hanno costruiti, ma perchè bisogna cavarsi il cappello alla loro ignoranza preventiva! (*Viva ilarità, applausi*).

Ora voi capite che la valutazione di un elemento di questo genere, quale è il limite della convenienza ad eseguire un determinato impianto, è sempre una cosa assai problematica. Io so benissimo che parlo da rivoluzionario, ma già — intanto — i tempi non sono tanto facili per le idee statiche. Di statico non c'è più nulla. Parlano di creare delle linee di velivoli dall'Europa all'America, a cinquecento chilometri di velocità: dunque capite che di statico non ci può essere più nulla. E questa corsa vertiginosa si riflette anche fatalmente nel nostro modo di pensare. I tecnici del giorno d'oggi non pensano più come pensavano quelli di una volta. E così, nel giudicare se un impianto si deve fare o no, ora si mette in conto l'ignoranza di colui che fa il progetto, gli errori che egli ha commesso e la buona fede di chi li commette, perchè anche queste sono forze che conducono ad un risultato, il quale risultato, quando è stato acquisito, avvantaggia anche colui che ne ha fatto le spese, ossia il privato, anche se prima non lo voleva. E siccome non lo voleva, non bisogna dargliene nessun merito e nessuna riconoscenza (*ilarità*).

Questa è l'esposizione che, io credo, bisogna fare per illuminare il problema da un altro punto di vista che non è tecnico, date le enormi difficoltà per arrivare ad una conclusione.

Però, tenuto conto anche della mia impressione personale, io non credo che noi arriveremo mai a superare la cifra di 40 miliardi di kWh utilizzando tutti i nostri bacini ed integrandoli anche con energia termica.

E qui bisogna che dica un'altra ragione per cui non credo questo. È una ragione che mi obbliga a ripetermi. Voi mi scuserete, e se penserete «Che barba!», almeno non lo direte..... (*Ilarità*).

È fuor di dubbio che il progresso termodinamico continuerà e aiuterà ad abbassare ancora la cifra che rappresenta la quantità di carbone necessaria per produrre un kWh. Questo è fuori di dubbio, perchè noi abbiamo fiducia nel progresso della scienza, e perchè, dal principio del secolo ad oggi, c'è stato un progresso gigantesco. Al principio del secolo occorrevano 1200 a 1300 grammi di carbone per produrre un kWh. Adesso, nelle centrali moderne, si produce, se la centrale lavora a carico costante, come facevano i mugnai di una volta, un kWh con 520-550 grammi di carbone. È manifesto che di qui a quando si presenterà il momento di discutere di queste cose, ci saranno degli elementi di giudizio che non possiamo avere adesso; vi saranno stimoli di natura tecnica e preoccupazioni di natura politica, il patriottismo, eccetera: elementi e sentimenti i quali intervengono a cambiare il metro con cui si misurano i fenomeni tecnici. È quindi, di qui ad allora, può darsi benissimo che anche la previsione dei 40 miliardi di kWh risulti eccessiva. E, del resto, la scienza ci può riservare anche ben altre sorprese.

Io vorrei, con questa mia chiacchierata, avere infuso in voi due persuasioni.

La prima è questa: che l'indagine fatta dai nostri relatori, per colpa della loro modestia, non risulta a noi così completa e così dettagliata come vorremmo, perchè essi hanno ritenuto di non dare troppa importanza al loro lavoro e non ci hanno riferito quelle cifre di confronto che hanno chiesto l'ing. Ganassini e il senatore Corbino.

L'altra persuasione è questa: che qualunque indagine di questo genere, manifestamente, non può essere presa se non con quella elasticità di giudizio e con quella sopportabilità per gli errori che inevitabilmente si commettono in una materia così vasta, che non può condurre ad una affermazione matematica, ma può soltanto dare un'idea dell'ordine di grandezza attorno a cui la quantità totale di energia si aggirerà.

Dopo un'indagine di questo genere, si potrà dire: Va bene, invece di 30 milioni di kWh ce ne saranno 40, ce ne saranno 50; ma nessuno arriverà certo a dire che ce ne saranno 100, perchè, per quanto grandi possano essere gli errori di valutazione, non potranno mai arrivare a queste proporzioni.

E adesso prego l'ing. Marinoni di rispondere all'altro questito: se, cioè, è stato fatto dai Relatori un confronto fra i risultati a cui è giunto l'Ufficio Idrografico nelle sue ricerche e i risultati a cui sono giunti i Relatori stessi.

Ing. Marinoni, Relatore. – Per quanto riguarda il paragone tra i nostri risultati e quelli ottenuti dall'Ufficio Idrografico, si può rilevare dalla stessa nostra Relazione che mentre vi è assoluta coincidenza per i valori dell'energia ritraibile indipendentemente dalle condizioni di tornaconto economico, sussiste invece un sensibile divario fra i valori della quantità di energia industrialmente utilizzabile da noi trovati e quelli desumibili — in base alle portate semipermanenti — dall'indagine del Servizio Idrografico. Tale divergenza si spiega peraltro tenendo presente che quest'ultima indagine non tiene conto delle condizioni economiche.

Sen. Corbino. – E per i serbatoi?

Ing. Marinoni, Relatore. – Per i serbatoi, in generale, noi abbiamo esaminato tutte le situazioni. Abbiamo però riscontrato che qualcuno dei serbatoi considerati dal Servizio Idrografico, era di utilizzazione un po' dubbia; e ciò per notizie avute dai tecnici e per indagini sopravvenute dopo; per cui abbiamo dovuto scartarne un certo numero. Un altro numero di serbatoi abbiamo inoltre dovuto scartarlo per considerazioni economiche: il costo dell'opera risultava tale che non valeva la pena di eseguirla, a meno che non vi fossero altre necessità diverse che ne dimostrassero la convenienza.

Ma, tolti questi casi, la coincidenza dei nostri studi con quelli del Servizio Idrografico è, si può dire, perfetta.

Dirò anche che, in parecchi bacini per i quali non avevamo sufficienti conoscenze, abbiamo senz'altro adottato i criteri predisposti dal Servizio Idrografico.

Ritengo, con questo, di aver risposto esaurientemente al comm. Rampazzi.

Ing. Rampazzi. – Per parte mia, spero che per l'anno venturo questi schemi saranno pronti per tutta l'Italia.

Ing. Marinoni, Relatore, legge l'Appendice alla Relazione, e aggiunge:

Il prof. Ganassini ci ha anche fatto un appunto, chiedendoci perchè non abbiamo pubblicato, insieme allo studio, anche tutti gli schemi degli impianti.

Rispondo che avevamo pensato di farlo, ma ce ne siamo astenuti per due ragioni. Prima di tutto, perchè questo sarebbe stato un lavoro troppo superiore alle nostre disponibilità di tempo; in secondo luogo, perchè già il Servizio Idrografico del Ministero dei Lavori Pubblici lo aveva fatto, e abbiamo ritenuto inutile rifarlo noi una seconda volta.

Non so se il prof. Ganassini desideri altri schiarimenti. In caso, sono a sua disposizione.

Prof. Ganassini. – Grazie.

Presidente. – Credo che possiamo concludere invitando i Relatori a pubblicare, a titolo di supplemento alla loro Relazione, anche tutti quegli altri studi, sia pure riassuntivi, tabelle, dichiarazioni, ricerche, eccetera, che varranno a dimostrare che la conclusione da essi presentata non è una conclusione nata sinteticamente nel loro spirito, ma che è stata dedotta con una accurata analisi (1). È con questo li ringrazio nuovamente degli studi interessantissimi che hanno presentati al Congresso, e dò la parola al prof. Ganassini per lo svolgimento della seconda Relazione.

La curva integrale delle pioggie e le curve segnalatrici delle possibilità climatiche.

Prof. Ganassini, Relatore, svolge la Relazione sul tema: *La curva integrale delle pioggie e le curve segnalatrici delle possibilità climatiche.* (vivi applausi).

Presidente. – La comunicazione del collega Ganassini è certamente di quelle che si prestano poco alle variazioni in tema, perchè è una comunicazione matematica e non lascia campo agli apprezzamenti.

Però l'ultima affermazione, quella sì, lascerebbe ancora campo a degli apprezzamenti.

Ci sono delle condizioni pratiche, caro Ganassini, che non bisogna mai dimenticare. Quando si creano delle centrali termiche, bisogna sempre tener conto anche dell'elemento tempo. Prima di fare una centrale termica si ragiona in un modo; dopo averla fatta si ragiona in un altro modo. C'è quindi una soluzione di continuità assoluta, e tutto quello che si dice prima è completamente diverso da quello che si dice dopo.

Il collega Ganassini ci ha spiegato — io credo di aver capito, però non ne sono molto sicuro (*ilarità*) — che i primi metri cubi di serbatoio sono molto utili, ma che, di mano in mano che il serbatoio si ingigantisce, l'utilità specifica di ogni metro cubo diminuisce. Spiegandoci questo, egli ci ha enunciato una legge che, insomma, anche a lume di buon senso si capisce. In altri termini, questa legge vuol dire: Non esagerare. È siccome il non esagerare è una legge universale nella vita, si riesce a capirla.

Ma io, se mi permette, correggo la sua affermazione guardandola da un punto di vista pratico perchè, come ho detto poco fa, quando le centrali termiche sono fatte, si ragiona in un modo tutto diverso da quando si debbono fare ancora.

Ottimo ed egregio amico Ganassini, in quella conferenza che Lei ha avuto la bontà di definire smagliante e brillante, mentre io ho la persuasione che me la sono cavata appena appena senza fare addormentare gli spettatori, io ho detto una cosa che, secondo me, è più grave ancora, e per la quale avrebbe dovuto sgridarmi: ho detto cioè che gli impianti dell'Appennino è meglio perderli che trovarli! (*ilarità*).

Ma se sulle centrali termiche si possono avere dei dubbi o delle titubanze quando siano ancora da costruire, escludo che dubbi e titubanze possano sussistere quando le centrali termiche siano già state costruite.

Io debbo parlare non soltanto di tecnica, ma anche di economia, di industria, di organizzazione scientifica del lavoro (c'è qui il mio amico Olivetti, ed è quindi giusto che dica anche questo). Gli aggruppamenti industriali, nella produzione e nella distribuzione dell'energia elettrica, vanno diventando sempre più importanti, sempre più vasti, e questo non soltanto in Italia, ma in tutto il mondo. Segno che l'industria vuole questo. Non è già che vi siano degli uomini che, in un determinato paese, vogliano, imponendo la loro volontà, creare dei grossi raggruppamenti industriali: è l'industria che vuole questo, per ragioni obiettive, intrinseche alla sua natura.

(1) In conformità al desiderio espresso dal Presidente quest'appendice alla Relazione, viene ad opera dei due relatori pubblicata in questo numero de *L'Energia Elettrica* (pag. 520).

Quando un raggruppamento di distributori dell'energia elettrica acquista una certa dimensione (adopero questo linguaggio per intenderci fra di noi) decide ad un certo momento di fare una centrale termica. Ma — badate bene — non crediate che prenda questa decisione in base a ricerche analitiche. Non si fanno ricerche analitiche di nessun genere. Per i grossi aggruppamenti, le centrali termiche rappresentano un modo di assicurazione contro le deficienze idrauliche. E le assicurazioni si fanno senza nessuna ricerca analitica. Tutti siamo assicurati contro l'incendio o contro qualsiasi altro evento, ma nessuno ha mai fatto per questo un integrale.

Come dicevo, le centrali termiche rappresentano per i grossi aggruppamenti un modo di assicurarsi; e quando il loro peso finisce col diventare tollerabile, le centrali si fanno, anche se non faranno niente, cioè anche se non dovranno lavorare.

Ora, quando la centrale termica è fatta, l'industriale, il gruppo che l'ha creata dimentica (e l'oblio è la virtù più divina, più divina ancora della memoria) gli oneri che ha sopportati di carattere immobilizzativo, e non bada più che all'onere di esercizio, perchè i danari, ormai, li ha spesi, e ai dolori passati il riflettere, a che cosa giova? A nulla ! (*Ilarità*).

Allora anche ai serbatoi, amico Ganassini, bisogna fare tanto di punto interrogativo. Perchè quando d'una centrale termica c'è soltanto il costo dell'esercizio, sarà una questione di limite; e bisognerà vedere quali sono i serbatoi che veramente possono convenire. Ricordiamoci che tutto è relativo. Un serbatoio piccolo su un bacino grande non durerà niente, perchè ci sarà la portata solida che varrà a riempirlo. Allora, fare un piccolo serbatoio su un bacino grande potrà dare un qualche vantaggio tangibile nei primi tempi del suo funzionamento ! Se la portata solida arriva ad un certo momento a ridurne eccessivamente le dimensioni, come purtroppo si sta verificando per alcuni, manifestamente l'utilità del bacino diminuisce.

Per le centrali termiche, questo pericolo d'intasamento non c'è. C'è invece l'onere dell'ammortamento e il rischio che si corre con il progresso termico, con l'obbligo di cambiare le centrali quando non funzionano.

Però il modo di ragionare per cui s'imposta un problema che abbia un certo numero di variabili e si cercano le equazioni in numero uguale a quello delle variabili e si risolve il problema come si fa sulla carta, non può assolutamente applicarsi alle risoluzioni di carattere pratico. Io non sono qui a dir male della scuola, perchè ho fatto l'insegnante fino ai miei tardi anni, ma è fuor di dubbio che, per esempio, non si riuscirà mai, nella scuola, a dimostrare come e perchè il giudizio che si può dare sulla utilità di una centrale termica in un grande aggruppamento industriale sia del tutto diverso prima di averla costruita e dopo che è stata costruita. Perchè, prima, si calcolano le spese d'impianto, gli interessi, le spese di ammortamento, le imposte che si debbono pagare; e dopo che la centrale è stata costruita, tutta questa roba non ha più importanza, e nessuno la calcola più.

Io sono d'accordo che i serbatoi, nei primi volumi in metri cubi, danno una utilità maggiore che nei successivi, ma non sono d'accordo del tutto nel dire che la centrale termica, anche in quel caso, non abbia ad avere qualche vantaggio rispetto al serbatoio.

Non resta che pensare che il problema è complicato: e non è difficile che tanto io quanto gli altri abbiamo ragione: io a Genova, un altro a Milano, un altro a Napoli.

Noi, ad ogni modo, ringraziamo vivamente il collega Ganassini che fra gli esecutori d'impianti, cioè fra gli uonini che si sono dati alla pratica esecuzione degli impianti, ha avuto e conserva questo enorme pregio di rimanere vicino alle ricerche di carattere scientifico e di carattere matematico, per cui di tanto in tanto viene ad illuminarci. (*Vive approvazioni*).

Costo attuale degli impianti idraulici. Previsioni per il futuro.

Il terzo dei temi che si riferiscono alla produzione dell'energia idroelettrica è stato affidato all'egregio collega Roncaldier. Qui rientriamo nel campo economico. Il tema è: *Costo attuale degli impianti idraulici - Previsioni per il futuro*.

Prego il collega Roncaldier di voler riassumere al Congresso la sua Relazione.

Ing. Roncaldier, Relatore, svolge la sua Relazione sul tema: *Costo attuale degli impianti idraulici - Previsioni per il futuro*. (*Vivi applausi*).

Presidente. – Apro la discussione sulla Relazione che ha riassunto testè il collega Roncaldier. È un tema che ha una grande importanza per le discussioni politico-economiche che si svolgono nella Penisola, specialmente per l'intervento al quale le autorità locali — o anche l'autorità centrale, qualche volta — sono chiamate nelle discussioni cogli utenti, ossia fra consumatori e produttori.

L'ing. Roncaldier ha presentato un quadro molto stringato della situazione; e, da uomo che non ammette che si possano avere delle libertà di fantasia, ha precisato con molto rigore il campo nel quale egli si è fermato a fare dei confronti, e ha detto: Io ho preso in considerazione gli impianti eseguiti nell'ultimo quadriennio; ho supposto che fossero eseguiti ai prezzi d'oggi, e ho trovato che si avrebbe una economia del 9÷10 per cento. Però ci sono altri elementi che mi inducono a ritenere che questa economia sarebbe assorbita da altre necessità, per cui ritengo che nel prossimo, immediato futuro, il costo degli impianti idroelettrici dovrebbe essere presso a poco quello che è stato negli ultimi quattro o cinque anni.

Però, siccome il dire che il costo rimane invariato non sarebbe ancora sufficiente, egli ha soggiunto che bisognerebbe precisare quale è stato questo costo: e l'ha precisato dicendo che si va da 70 centesimi ad una lira per kWh, non ricordando — ha detto — qualche caso di impianto che costa meno e qualche caso di impianto che costa di più, ed anche notevolmente di più.

Ora io vorrei chiedere al collega Roncaldier se, in queste cifre medie che egli ha enunciate, ha considerato impianti omogenei fra di loro, cioè per esempio impianti alpini, che hanno caratteristiche sensibilmente diverse da quelle degli impianti appenninici, o se ha potuto arrivare a questa conclusione pur tenendo conto di impianti che abbiano caratteristiche diverse.

Ing. Roncaldier, Relatore. – Ritengo che, per impianti che si trovino in condizioni diverse, si arrivi ad una media piuttosto vicina a quella tale lira. Io ho esaminato impianti diversi, e ho trovato che è difficile fare una media. Se per esempio si esaminano dieci impianti, la media cambia subito a seconda che, poniamo, si abbiano cinque impianti buoni e cinque cattivi, ovvero sette buoni e tre cattivi.

Ma, analizzando un po' praticamente, senza fare un calcolo troppo matematico, le medie dei costi degli impianti italiani, io credo di poter dire che la media degli impianti in località diverse, ma riportati alla caratteristica delle 3500 ore di utilizzazione, è più vicina alla lira che non ai 70 centesimi. Siamo sui 90 o sui 95 centesimi.

Prof. Ganassini. – Nel costo degli impianti, siamo abituati a considerare sempre il kWh: grandezza molto definita dal punto di vista dinamico, meccanico, matematico, eccetera. Ma dal punto di vista economico, dal punto di vista industriale, dal punto di vista della creazione stessa della forza motrice, il kWh in sè non rappresenta ancora niente, se noi non integriamo l'espressione con qualche cosa che completi questo concetto.

Ora a me parrebbe che fosse necessario, anzichè determinare negli impianti il costo per kWh, determinare il costo del kW producibile con continuità. Se noi, per esempio, abbiamo un impianto che settimanalmente dà sempre lo stesso numero di kWh, ma da un giorno all'altro dà delle variazioni del 30 o del 60 per cento nel quantitativo, evidentemente si tratterà di kW che hanno un valore enormemente diverso da quelli erogati in modo uniformemente distribuito.

Questa è la ragione per cui io ritengo che quando ci sono dei piccoli serbatoi, questi hanno una efficienza enormemente superiore a quella delle Centrali termiche, perchè permettono la valorizzazione del kWh, differendo la erogazione da una giornata all'altra, da una settimana all'altra e creano una situazione di privilegio al kWh idraulico ottenuto in queste condizioni, situazione di privilegio che la Centrale termica, di solito, in queste condizioni non può dare.

Ora io desiderei (qui si dirà « Cicero pro domo sua », perchè fra i delitti che ho sulla coscienza vi sono molti impianti, costruiti qualcuno bene, qualcuno male) che fosse stabilito il crisma dei costi attraverso il costo della potenza producibile con continuità, perchè evidentemente i costi variano a seconda che l'erogazione sia concentrata, ad esempio nell'inverno, ovvero variamente distribuita. Forse bisognerebbe stabilire la potenza erogabile, ma anche questo è un concetto difficile.

Io ho cercato già una volta, per incarico della UNFIEL, di vedere se era possibile, attraverso l'analisi dei numeri indici degli impianti idroelettrici, definire, sia pure attraverso una concezione matematica, la marca dell'energia, ma è una cosa difficile, difficilissima.

Forse l'idea più precisa, dal punto di vista industriale, la si potrebbe avere mettendo insieme il costo del kWh e il costo della potenza, e facendo la media di questi due costi, una media funzionale. Certo, il costo della potenza erogabile non può essere trascurato.

Sen. Corbino. – Io credo di aver capito che, nella determinazione dei prezzi, il collega Roncaldier ha già specificato che

si tratta di kWh per una utilizzazione di 3500 ore. Certo non è questo il miglior modo di definirlo, ma credo che sia il più corrente. Posso dire che, anche nel campo internazionale, quando si parla con ingegneri che vengono dall'estero, questi amano riferirsi al costo del kWh con un determinato numero di ore di utilizzazione, che è presso a poco quello scelto dall'ing. Roncaldier. Quindi, in questo caso, noi ci intendiamo facilmente, riferendoci ad una utilizzazione di 3500 ore.

Piuttosto desidererei fare qualche domanda all'ing. Roncaldier.

Il dato riassuntivo che egli ci ha enunciato risulta dalla considerazione dei costi di vari impianti. Egli, però, non ci ha detto se ha tenuto conto delle epoche diverse in cui gli impianti furono eseguiti e del valore del danaro nelle epoche corrispondenti.

Ing. Roncaldier, Relatore. – Si tratta di impianti recenti, fatti tutti in questi ultimi sei o sette anni.

Sen. Corbino. – Va bene, ma questo non basta per dare omogeneità all'unità di misura monetaria. Nel fare la media dei valori ottenuti per i vari impianti, bisognerebbe, ad ognuno, dare un coefficiente caratteristico dell'epoca.

Ing. Roncaldier, Relatore. – Negli impianti che hanno servito di base allo studio dei costi di costruzione per l'avvenire, sono stati esaminati i costi semestre per semestre, e sono state fatte le medie semestrali, portando in queste medie le necessarie variazioni. Perciò, per quello che riguarda la seconda parte della mia relazione, è stato tenuto conto esattamente di quello a cui accennava il senatore Corbino.

Per quello che, invece, riguarda la media dei costi e dei prezzi generici (non dunque, per lo studio ultimo) si è tenuto conto delle relazioni che hanno fatto le singole società le quali hanno costruito questi impianti, e che ci hanno comunicato il costo dei loro impianti e l'entità della relativa produzione. Io, però, non mi sono fidato di questi risultati, perchè alcuni di essi non erano, evidentemente, molto attendibili giacchè erano affetti — si vede — da una interpretazione errata, ed ho a mia volta analizzato altri impianti tenendo conto della spesa per essi incontrata.

Sen. Corbino. – Se permette, vorrei fare una seconda domanda. Mi pare di aver sentito che, oltre il costo degli impianti, Ella ha precisato anche un costo dell'energia all'uscita dalla Centrale. Che valore ha assunto per l'interesse del capitale?

Ing. Roncaldier, Relatore. – Una base dell'otto per cento, con un ammortamento del tre per cento.

Sen. Corbino. – E allora io mi servo di questo dato per rivolgere una preghiera all'ing. Marinoni; a proposito della Relazione precedente, allorchè egli ha detto che bisogna scartare gli impianti che rappresenterebbero un costo, per esempio, di 1,10 o superiore a 1,10.

Presidente. – Veramente ha detto 1,40.

Sen. Corbino. – No: 1,40 per i serbatoi, ma per gli impianti a semplice deflusso 1,10.

Ora io vorrei che egli tenesse presente che, intanto, non credo possa adottarsi una cifra costante per scartare, in tutta l'Italia, la possibilità di eseguire un impianto. Non c'è dubbio che un impianto che costi 1,20 può essere scartato dalla Edison, ma se qualcuno me lo porta in Sicilia, io gli bacio le mani. (*Approvazioni*).

In secondo luogo, per potersi formare un'idea del valore di quella cifra finale di 32 miliardi di kWh, bisognerebbe sapere quale alterazione, qualora si alteri quel limite di 1,10 di dieci o di venti centesimi, ne consegue nei miliardi di kWh utilizzabili, in modo che si possa sapere fino a che punto questa incertezza pesa sul valore dei miliardi di kWh utilizzabili.

Presidente. – Io credo che alcune delle osservazioni fatte dal senatore Corbino possano avere una delucidazione subito.

Ritengo che i Relatori Marinoni e Testa abbiano preso la decisione di non tener conto, come convenienti dal punto di vista economico, degli impianti a deflusso non immagazzinabile, cioè senza serbatoi, il cui costo sia superiore a 1,10 o 1,15.

Ma siccome l'ing. Roncaldier ha dichiarato che la media dei costi è vicina alla lira, vuol dire che qui si è tenuto conto del maggior costo dei serbatoi, il quale ha un'importanza notevole nel formare l'aliquota per cui si arriva alla lira. Invece, quando ci si riferisce al costo degli impianti ad acqua fluente, una lira può diventare paragonabile, mettiamo, a 1,40; e quindi quella cifra di 1,10 indicata da Marinoni e Testa rappresenta, in realtà, una cifra molto superiore alla lira di cui parla Roncaldier per il costo medio di impianti che abbiano una utilizzazione di 3500 ore.

Io credo, quindi, che una parte almeno delle risposte che giustamente il senatore Corbino vorrebbe dagli ingegneri Marinoni e Testa la possiamo trovare qui. E credo che, effettivamente, essi abbiano ben giudicato dicendo che gli impianti ad acqua fluente — non immagazzinabile, dunque, quella che cade quando Dio vuole — non sono convenienti quando il loro costo supera la cifra ripetutamente enunciata.

Potrei perfino fare delle cifre relative ad impianti concreti, esistenti, per confermare che gli industriali, quando debbono prendere una decisione per un impianto ad acqua fluente che importi, come preventivo, s'intende, un costo di quel genere, si guardano bene dall'essere entusiasti dell'impianto. Quanto al consuntivo, poi, sarà quello che Dio vorrà, perchè nessuno può garantire niente.

Però è fuori di dubbio che, anche qui, bisogna fare una distinzione netta fra impianti alpini e impianti appenninici. Per questo io avevo chiesto all'ing. Roncaldier se aveva tenuto conto di impianti in condizioni diverse, perchè mentre le opinioni per gli impianti di tipo alpino sono abbastanza confortanti nel mondo industriale e tecnico, sono invece sensibilmente discordanti per gli impianti di tipo appenninico. È lì dove, eventualmente, queste cifre perdono il loro valore, perchè altre considerazioni le sovrastano e le assorbono, al punto che non è più il costo preventivo del kWh prodotto che ha il peso di imporre una decisione, ma sono altre considerazioni quelle che alla decisione conducono.

Per tornare all'osservazione fatta dall'ing. Ganassini, io mi accosto al modo di vedere del senatore Corbino. Mi pare che, in fondo, il ponte che rilega il kWh col kW non è che il tempo.

Prof. Ganassini. – Più che altro, la distribuzione nel tempo, perchè quando si parla di 3500 ore di utilizzazione, non si ha un'idea di come questa utilizzazione verrà distribuita nel tempo.

Presidente. – Ma l'ing. Roncaldier intendeva parlare di una utilizzazione uniformemente distribuita in tutto l'anno, perchè questo è l'uso. Sono circa trecento ore mensili, per tutto l'anno.

E, detto questo, non ritengo sia più necessario ritornare su questo argomento. Però è fuori di dubbio che se si considera la cellula costitutiva dell'organismo di produzione e di distribuzione dell'energia, tutte le osservazioni fatte dall'ing. Ganassini conservano un valore del cento per cento. Ma ricordiamoci sempre che la cellula è costituita da una Centrale e che, invece, l'organismo raggruppa dieci, venti, trenta, sessanta Centrali. Tutte queste considerazioni perdono allora completamente il loro valore, perchè è soltanto il costo del kWh che può dare in modo spiccio, ma in modo altrettanto sicuro, una linea direttiva per colui che deve poi barcamenarsi (questa è la parola che esprime proprio il pensiero — badate bene, non ho detto: calcolare) per fare il prezzo di vendita dell'energia.

Perchè non crediate che le tariffe si calcolino. Questo è un altro dei luoghi comuni il quale ha sopravvissuto all'epoca in cui le tariffe, appunto, si calcolavano, all'epoca in cui l'industria elettrica era rappresentata da una Centrale che, come cellula, agiva indipendentemente. Allora ci si poteva anche permettere il lusso di calcolare le tariffe, come ci si permetteva il lusso di calcolare la rete di distribuzione. Tutti avrete letto, nel Colombo, la spiegazione del sistema per fare le reti di distribuzione. Ma nelle grandi distribuzioni moderne tutto ciò non ha nessuna ragion d'essere, perchè non si saprebbe neppure da che parte cominciare per potere impostare il problema. Ci manca perfino di sapere dove nascerà l'utente!

A questo proposito, stamattina, il nostro amico Ponti ha detto giustamente, nel suo bellissimo discorso, che noi dobbiamo fronteggiare il consumo. Io vorrei precisare aggiungendo che noi dobbiamo fronteggiarlo non sapendo quale sarà e non sapendo neppure dove sarà utilizzato. La maggioranza enorme dei nostri utenti industriali fa i suoi stabilimenti dove le pare e piace, costruisce, ordina le macchine, e poi, quando è quasi tutto pronto, va dal venditore di energia e gli dice: Io ho bisogno dell'energia. Così si imposta il problema.

Un fenomeno analogo succede per i servizi tranviari. Scusate se pare che io divaghi, ma in realtà sono sempre nell'argomento della comprensione dei doveri dei grandi servizi centralizzati rispetto al pubblico il quale è sempre il più grande tiranno che esista al mondo: non vede che i suoi diritti, non vede mai nessuno dei suoi doveri. Anche per la questione del trasporto degli operai avviene la stessa cosa. L'industriale va, fa uno stabilimento nel luogo che più trova comodo, perchè dice: Qui c'è tanta maestranza, qui il materiale costa poco, qui il terreno lo danno per niente, eccetera. Poi, ad un certo momento, non ha i mezzi nè per alloggiare gli operai nè per trasportarli: allora si lancia a testa bassa contro l'esercente della tranvia più vicina,

e pretende la tariffa ridotta per gli operai, e fa alla tranvia questo famosissimo servizio: obbligarla a comperare una quantità di vagoni che trasporteranno gli operai la mattina e poi li riporteranno indietro la sera, vagoni che, per conseguenza, saranno adoperati per un viaggio solo; obbligarla, quindi, a fare un immobilizzo colossale, e, appunto per ciò, pretende che faccia servizio a buon mercato! (*ilarità*).

Riprendo. La cellula ha bisogno di fare l'analisi dei prezzi per determinare le tariffe; ma il grande organismo può permettersi il lusso di mettere in una caldaia sola tutti i kWh che vengono da tutte le Centrali. Amico degli Appennini, ossia ingegnere Ganassini (*si ride*) gli impianti degli Appennini, non avrebbero ragione di essere; ad onta dei serbatoi piccoli o grandi, ai quali Lei vuole molto bene — e io pure — quegli impianti non troverebbero un cliente al mondo se non avessero una grande rete in cui versare quel getto, o quel filetto, che producono, un po' sottile sottile che non lo si vede quasi più, un po' grosso grosso che ce n'è troppo.

Ecco perchè dico che anche economicamente, scientificamente, oserei dire, se questa parola non fosse troppo augusta per adoperarla qui, in questa discussione — è accettabile e giusto di calcolare in base al kWh per i grossi organismi che si sono costituiti ormai da anni e che hanno creato quelle condizioni in cui sia permesso di prendere come unità di misura del costo dell'energia il kWh. Naturalmente, bisogna sempre fiancheggiare questo kWh col numero delle ore disponibili; ma noi possiamo — se mi permettete di usare un gallicismo — « passarci » dal considerare il modo di distribuzione di queste ore, perchè i diagramml di erogazione dei grandi aggruppamenti si rassomigliano come, per noi Europei, si rassomigliano tutti i Giapponesi, a un punto tale che non sappiamo distinguerli l'uno dall'altro.

Prof. Ganassini. – Come gruppo, va bene. Ma la prestazione delle singole unità?

Presidente. – Non ha più importanza, l'ha detto anche Roncaldier. E poi, nei nostri impianti, c'è tale una elasticità!

Sen. Corbino. – C'è il telefono che provvede....

Presidente. – C'è un uomo il quale, stando nel suo ufficio collegato con le diverse Centrali, dispone in modo da costituire proprio, materialmente, quel serbatoio unico in cui si versano tutti i kWh, comunque prodotti. Ed è precisamente in grazia di questa circostanza che è possibile parlare di costo del kWh. Del resto, è notorio che noi vendiamo l'energia a un tanto il kWh col correttivo di una certa quantità di consumo, oppure con una tariffa che imponga di pagare un tanto fisso per ogni mese e un tanto variabile per ogni kWh consumato.

Insomma, vorrei essere stato talmente felice da avervi persuaso che il parlare di kWh come unità di misura a cui riferire il costo degli impianti idroelettrici, quando sia indicato il numero delle ore per cui questo kWh è ottenuto dagli impianti idroelettrici, non è sbagliato e non è insufficiente. Secondo me, invece, è giusto, è fondato, è sufficiente. Difatti si può sempre passare dai kWh in qualunque modo, e con l'aggiunta dell'elemento rappresentato dal tempo di utilizzazione possiamo sempre sapere quale peso ha la cifra per ogni kW.

Torniamo un poco alle cifre economiche. Io voglio portare qui un contributo di affermazione diretta a sostegno delle conclusioni a cui è arrivato l'ing. Roncaldier, per quanto un poco più pessimista.

Qui siamo pressochè tutti funzionari. Anch'io sono un funzionario, forse con una biscia sul berretto, che vuol dire generale di azienda di produzione e distribuzione di energia elettrica. Qui, dunque, non può nascere l'accusa che io alteri la verità dei fatti soltanto per poter tutelare gli interessi che rappresento, perchè, caso mai abbiamo tutti la stessa colpa: e si sa che fra correi di accuse se ne fanno poche.... (*ilarità*).

Però voglio premettere alla enunciazione delle cifre che vi esporrò una dichiarazione orgogliosa. Io pretendo che anche coloro i quali non appartengono alla nostra forma di attività economica, cioè gli industriali di qualsiasi altro ramo, gli avvocati, gli uomini politici, gli amminisratori della cosa pubblica, qualunque cittadino, insomma, io pretendo che tutta questa gente, quando sia in buona fede, abbia l'obbligo di credere in buona fede noi. Io pretendo che noi abbiamo il diritto di essere ritenuti sinceri e abbiamo il diritto di potere esprimere il nostro pensiero quando si tratta degli interessi generali del Paese: e abbiamo non soltanto il diritto di esprimerlo, ma il diritto di essere creduti sinceri quando pronunciamo qualche giudizio.

E, dopo tutto, non è difficile comprendere perchè abbiamo questo diritto e ci sentiamo questo orgoglio: perchè le grandi industrie moderne, e specialmente le industrie centrali del tipo telefoni, del tipo industrie elettriche, queste grandi industrie non possono prosperare se non sanno collegare in una forma intimissima, fino a raggiungere l'identità, i loro propri interessi con gli interessi dei loro clienti, ossia del consumo. È soltanto intendendo in questo modo l'obbligo di servire il Paese che si possono fare degli affari (scusate la frase volgare) cioè si può tutelare con equità e come il dovere impone gli interessi che sono affidati a noi.

Fatta questa premessa, io dico che noi abbiamo il diritto di essere creduti, perchè chi non si mette in testa che ha l'obbligo di servire nel senso che io ho cercato di spiegare, costui non riesce ad organizzare una società, una amministrazione la quale sia veramente vitale e possa dare dei buoni frutti.

Orbene, io ho voluto fare una indagine sugli impianti esistenti della Società Edison, tali e quali sono, supponendo di applicare a questi impianti il costo di ricostruzione. Credo di aver già detto ieri, al Consiglio della UNFIEL, qual'è il mio pensiero a questo riguardo. Il costo di ricostruzione è una definizione alla quale è arrivata la magistratura degli Stati Uniti nella contestazione sorta fra gli utenti che, come al solito, trovano sempre eccessivo il prezzo dell'energia elettrica, e i venditori i quali dovevano, naturalmente, resistere per tutelare gli interessi dei capitali loro affidati. Quella magistratura ha riconosciuto che bisognava dare un interesse — che stava al criterio dei periti e del giudice di stabilire — correlativo al costo del danaro nel tempo, al capitale investito nell'industria. E che cosa hanno detto per definire questo capitale? Hanno detto: Il capitale che s'intende immobilizzato nell'industria non è rappresentato dalla cifra che realmente l'industriale ha sborsato per costruire quell'impianto — perchè qui entrano in scena fenomeni economici, fenomeni monetari che possono alterare la verità fino al punto di farla diventare una bugia — ma il capitale che deve essere rimunerato è quel capitale che bisognerebbe spendere oggi, nelle condizioni in cui il mercato presenta il prezzo dei suoi prodotti e nelle condizioni a cui deve essere retribuito il lavoro, per poter costruire, o meglio ricostruire, gli stessi impianti che si debbono prendere in considerazione. Naturalmente si deve tener conto del fatto che quegli impianti non sono nuovi, e quindi, fatto il calcolo, il prezzo di ricostruzione diminuirà per tener conto della vita vissuta dagli impianti reali, esistenti.

Così si definisce il capitale di ricostruzione.

Io, dunque, ho fatto fare questa indagine sugli impianti della Società Edison, compresi quelli costruiti dall'ing. Ganassini per incarico della Società Conti, e sono arrivato a questa conclusione. Noi abbiamo un costo di circa 4.500 lire per kW di potenza erogabile.

Qual'è l'utilizzazione di questi impianti? Noi abbiamo circa cinquemila ore di durata di utilizzazione. Ecco dunque che queste 5000 ore, raffrontate alle 4500 lire, danno appunto quei tali 90 centesimi di cui ha parlato Roncaldier.

E quello della Edison è un complesso sufficientemente vasto per ritenere che questa indagine abbia una certa ragione di essere creduta e di essere estesa per analogia a dei casi analoghi.

Dunque, questa cifra viene a controllare le deduzioni del Relatore con una indagine diretta su un complesso di impianti esistenti, non quindi in base ad una analisi astratta, che può essere sempre un poco pericolosa. E, per quanto io possa essere ritenuto spinto dall'interesse per il fatto che rappresento questo gruppo, dirò — benchè non sia necessario — che molti degli impianti della Edison sono fra i migliori che si possano immaginare, e non soltanto quelli del Toce, ma anche quelli dell'Adda.

Dunque, questa media di 90 centesimi si riferisce ad un tipo di aggruppamento che abbraccia impianti di prima qualità. Ecco perchè sono anch'io del parere dell'Ing. Roncaldier, che cioè la media generale deve essere molto peggiore di questa.

E qui torno agli Appennini. Negli Appennini, egregi colleghi, il costo medio, anzichè essere di una lira, è compreso fra 1,50 e 2 lire. E queste cifre ci si comunicano da parte di persone che sanno che cosa è il costo degli impianti che hanno costruiti.

Io, per conto mio, mi tengo ai risultati della nostra esperienza diretta per gli impianti costruiti sugli Appennini.

Parlo, naturalmente, degli Appennini settentrionali. Ho dimenticato per un momento di essere a Roma, Capitale d'Italia, e che gli Appennini comprendono mille chilometri di catena longitudinale. Ora gli impianti degli Appennini settentrionali hanno un costo non inferiore ad una cifra di 1,50. In nessun impianto dell'Appennino settentrionale si arriva ad avere un costo inferiore.

Tutt'altro discorso si deve fare per gli impianti dell'Appennino centrale. Qui può darsi che intervengano quelle considerazioni che hanno indotto l'ing. Roncaldier a ritenere che si possa, con degli impianti appenninici buoni, ottenere delle medie che si avvicinino a quelle dei monti alpini.

Il succo di queste tre comunicazioni, tutte e tre molto inte-

ressanti, a mio parere è questo: che siamo arrivati, dopo la stabilizzazione monetaria voluta dal Duce, ad avere, noi elettricisti, un beneficio immenso, e per il quale beneficio dobbiamo essere perpetuamente grati al Duce che ha voluto non soltanto la stabilizzazione ma la rivalutazione della lira.

E qual'è stato questo beneficio?

Il beneficio è stato questo. Noi eravamo, quando si è fatta la stabilizzazione e la rivalutazione della lira, con dei prezzi di vendita dell'energia che risentivano ancora, non dei tempi della svalutazione, ma dei tempi della moneta antica; e quindi eravamo incamminati ad aumentarli necessariamente, perchè la pressione economica ci avrebbe sempre obbligati a far ciò.

Che cosa è successo quando il Duce ha voluto la rivalutazione della lira? È successo che ci è venuto incontro. Noi dovevamo salire: egli ha abbassato il tasso a cui noi avremmo dovuto portarci.

Quindi il beneficio che abbiamo avuto è stato questo: che abbiamo dovuto fare meno cammino per arrivare a metterci in equilibrio. Beneficio grandioso, di carattere politico sopratutto, perchè non si è tradotto in un beneficio economico reale: ma si è tradotto in una minore strada da compiere per arrivare al punto di equilibrio che l'industria reclamava in modo assoluto.

La conclusione, dunque, è questa.

Nello stato di stabilizzazione in cui ora ci troviamo, nelle condizioni in cui presso a poco tutti viviamo, il costo di produzione della energia idroelettrica, per una utilizzazione di 3500 ore, può essere ritenuto intorno alla lira di immobilizzo, però con tendenza a superare la lira piuttosto che a diminuire. S'intende, costo medio per grandi organizzazioni. E non si può dire diversamente da questo.

Io, poi, appoggio completamente la conclusione aggiuntiva a cui è arrivato l'ing. Roncaldier quando ha detto, sia pure incidentalmente, che se si tien conto delle spese di trasporto, delle perdite, eccetera, per arrivare ai nodi di distribuzione ad alta tensione, bisogna calcolare che, tutto compreso, l'energia non possa venire a costare meno di 17 o 18 centesimi per kWh.

Anche questo è un risultato che è confortato dall'esperienza diretta e dai casi concreti e reali che noi possiamo analizzare, anatomizzare quasi.

Fate un ultimo confronto. Poniamo un prezzo di 18 centesimi. Supponete un potere d'acquisto medio di un quinto di quello dell'anteguerra: e vedrete che i 18 centesimi vogliono dire 3,6 centesimi per kWh riferito all'anteguerra.

Ebbene, anche qui c'è il conforto dei confronti. Nell'anteguerra, la massima parte dei contratti di fornitura, fatta ai nodi di distribuzione, per energia data ad altissima tensione, precisamente a scopo di ri-distribuzione, erano contratti che si aggiravano appunto intorno ad un prezzo medio di 3 centesimi e mezzo per kWh.

Vedete dunque che, per quanto la materia non si presti a delle affermazioni categoriche di carattere matematico, ci sono però elementi sufficienti di riferimento per poter tranquillizzare che le conclusioni a cui è arrivato l'ing. Roncaldier rappresentano quella verità pratica che basta a degli uomini pratici.

Ed ecco qual'è, secondo me, la conclusione a cui si può arrivare su questo argomento sul quale quest'oggi ci siamo soffermati.

Se i colleghi lo ritengono opportuno, noi potremmo preparare un ordine del giorno che riassumesse le conclusioni a cui siamo arrivati dal punto di vista tecnico per la parte idrologica e produttiva, e dal punto di vista economico per la parte costo dell'energia.

Non credo che sia il caso di formulare qui l'ordine del giorno, perchè questa è una materia nella quale la forma ha un'importanza enorme; e quindi io proporrei di affidare alla Presidenza, ossia al Presidente ed ai Vice Presidenti, d'accordo coi Relatori, l'incarico di compilare quest'ordine del giorno che nell'ultima seduta sottoporremo all'approvazione del Congresso. Siamo d'accordo su questo?

Sen. Corbino. – Chiedo la parola per una mozione d'ordine.

Io riterrei che, nel dare questo potere alla Presidenza, sarebbe opportuno lasciare la Presidenza libera di giudicare se, per qualche determinato blocco di argomenti, possa essere conveniente anche non fare nessun ordine del giorno.

Presidente. – Accetto questo emendamento del senatore Corbino, che è, secondo me, ispirato ad una visione pratica della realtà.

Perciò, se i Colleghi sono d'accordo, noi possiamo ritenere senz'altro approvata la mia proposta, con l'emendamento suggerito dal senatore Corbino. (*Vivissimi, prolungati applausi*).

La seduta è tolta alle ore 18.

LA SECONDA GIORNATA (30 Maggio)

Seduta antimeridiana. Il Congresso inizia i suoi lavori alle ore 9.

Presiede l'ing. Alessandro Taccani.

Presidente. – Il nostro Presidente Generale mi ha pregato di assumere quest'oggi la Presidenza della discussione riservandosi invece di intervenire nella discussione.

La disponibilità totale di combustibili italiani. Possibilità e convenienza della utilizzazione per produzione di energia elettrica.

Dò subito la parola all'ing. Prinetti, il quale riferirà su *La disponibilità totale di combustibili italiani - Possibilità e convenienza della utilizzazione per produzione di energia elettrica.*

Ing. Prinetti, Relatore, svolge la propria Relazione su tale tema. (*Vivi applausi*).

Presidente. – Io ringrazio l'ing. Prinetti della sua comunicazione e del suo studio accurato su questo argomento che, purtroppo, giunge a delle conclusioni piuttosto melanconiche, sebbene non nuove.

La nostra Nazione è povera, come di altre materie prime, anche di carbone, e quel poco carbone che ha vale poco ed è di difficile sfruttamento. Giustamente, però, l'ing. Prinetti dice che siccome questo patrimonio di combustibile povero rappresenta una notevole ricchezza, bisogna trovare il modo di cavarne tutto quell'utile che se ne può cavare, e di cavarlo razionalmente, in modo che questo utile sia il massimo possibile.

On. Motta. – Vorrei chiedere al collega Prinetti se ha tenuto conto anche delle ultime constatazioni che sarebbero state fatte sulla consistenza della miniera di La Thuile e sulla consistenza delle miniere di calcari bituminosi di Ragusa.

Ing. Prinetti, Relatore. – Alle miniere di La Thuile ho accennato, e ho detto che potrebbero arrivare anche a trenta milioni di tonnellate.

Presidente. – Sulle miniere di La Thuile posso dire qualche cosa io, perchè me ne sono occupato come consigliere della Cogne che le ha in concessione.

La Società Cogne la quale, come tutti sanno, è oramai una società statale, perchè la sua proprietà è completamente dello Stato, si è interessata vivamente di queste miniere di La Thuile, ed ha acquistato dei vecchi giacimenti, delle vecchie esplorazioni che c'erano, delle vecchie lavorazioni, le ha rimesse a nuovo e le sta esplorando con metodo razionale. Non solo, ma con l'aiuto del Governo ha costruito una ferrovia industriale, la Aosta-Pré-Saint-Didier, la quale faciliterà molto lo sviluppo di queste miniere.

Ora, nei primi assaggi fatti specialmente per fare la galleria che porta dal bacino alla stazione della teleferica, che versa nella ferrovia, si è potuto constatare — mi diceva il senatore Brizzi — che i giacimenti attraversati possono essere già valutabili dai 20 ai 30 milioni di tonnellate. Si tratta di antracite da 6500 calorie, perciò è una discreta risorsa, che può essere utilizzata. E difatti la Cogne ha costruito ad Aosta una Centrale termica la quale sarà alimentata in parte dai gas ad alto forno, in parte dal polverino che si ottiene in queste miniere. L'antracite, poi, viene adoperata negli altiforni, in misura che finora è stata dal 25 al 30 per cento, in luogo del coke o in aggiunta al coke, per il processo di metallizzazione del minerale.

Quindi si profila una discreta utilizzazione di questo nostro combustibile, che sarebbe fra i migliori che si hanno in Italia.

On. Motta. – E per i calcàri bituminosi di Ragusa?

Ing. Prinetti, Relatore. – Ho detto in principio che sono stati trovati dei giacimenti di fortissime quantità, e che si attua il processo tecnico dell'estrazione degli oli. È un problema ormai risolto dal lato tecnico. Non so se, dal lato economico, la questione sia stata risolta. La produzione attuale è di cinque o seimila tonnellate all'anno, ma può aumentare in modo notevole, e tutti lo sperano.

On. Motta. – A questo proposito, posso aggiungere ulteriori notizie.

Una Commissione ministeriale nominata dal Ministero dell'Economia Nazionale, prima del cambiamento delle competenze

ministeriali, avrebbe accertato che la quantità di roccia visibile, quella che si ritiene in modo sicuro esistente nei giacimenti di Ragusa e di Lizzini principalmente, sarebbe di circa 230-240 milioni di metri cubi di roccia.

Coloro i quali si occupano di questo problema ritengono però che, oltre alla quantità che è stata stimata come esistente in modo certo, si possa ritenere che altri 150 o 200 milioni di metri cubi di roccia asfaltica si potrebbero trovare nella stessa regione: ciò che porterebbe la quantità totale di roccia asfaltica a quattrocento o cinquecento milioni di metri cubi. Con un peso specifico di 2,2 farebbero, se non sbaglio, un miliardo e cento milioni di tonnellate di roccia che, al tenore medio del cinque per cento, dovrebbero dare da 50 a 55 milioni di tonnellate di nafta combustibile ricca, che potrebbe equivalere a 70-80 milioni di tonnellate di carbone di Cardiff.

Naturalmente il processo non è ancora collaudato dal successo economico. È collaudato, come ha detto bene l'ing. Prinetti, dal successo tecnico.

Sussiste però, pur non essendo stata ancora portata definitivamente a termine, una inizitiva presa per merito del Ministro Martelli, la quale iniziativa porterebbe il Governo a concedere un sussidio per la estrazione della nafta dai calcari bituminosi. La questione è ancora pendente, i contratti non sono ancora stati firmati, però il sussidio è già stato precisato dalla Commissione ministeriale in una determinata cifra per ogni tonnellata di nafta prodotta.

In ogni modo è fuori di dubbio che, non forse per la produzione di energia elettrica, e quindi in un campo un po' laterale a quello che è stato fissato all'ing. Prinetti per il suo rapporto, ma certo per alcune altre applicazioni e per alcune altre necessità del Paese la produzione di nafta dentro i confini potrebbe avere una importanza enorme. Ciò anche se la quantità della nafta non è grandissima perchè una quantità, supponiamo, di quaranta milioni di tonnellate di nafta, pur non essendo una quantità sbalorditiva, può ancora tranquillizzare. Infatti, dato un consumo di 500.000 tonnellate all'anno, può bastare per ottanta anni circa. E potrebbe essere un magnifico risultato per noi assicurarci questa tranquillità per ottanta anni, tanto più se si potesse tenere tutto questo « en veilleuse » per utilizzarlo nel momento in cui fosse veramente necessario.

Dello stato attuale e dei progressi probabili delle grandi Centrali a vapore.

Presidente. – Io ringrazio ancora l'ing. Prinetti per la sua dotta comunicazione, e prego l'ing. *Ferrerio* di volerci parlare dello *Stato attuale e dei progressi probabili delle grandi Centrali a vapore*.

Ing. Ferrerio, Relatore, svolge la propria Relazione su tale tema. (*Vivi applausi*).

Presidente. – L'ing. Ferrerio ha svolto molto brillantemente l'argomento che gli era stato affidato. È un argomento di scottante attualità, e sul quale certamente noi dovremo ritornare parecchie volte.

L'ing. Ferrerio ha considerato il costo della produzione dell'energia termo-elettrica molto giustamente, ma bisogna fare qualche osservazione collegando quanto ha detto l'ing. Ferrerio con quanto ha detto ieri il nostro Presidente, On. Motta.

L'ing. Ferrerio ha calcolato il costo della energia termica per gli impianti da costruire. Ma bisogna calcolare anche il costo dell'energia termica per gli impianti già costruiti, e questo è evidentemente minore, perchè quando l'impianto è già costruito, il costo dell'interesse e dell'ammortamento che riguardano quell'impianto già costruito, si mettono a carico dell'andamento generale dell'azienda, e si deve calcolare solamente la spesa viva della produzione; e allora è logico, è umano, che chi detiene questi impianti termo-elettrici e chi li ha fatti a scopo di riserva ed a scopo di integrazione sia portato a cercare di utilizzarli, anche perchè, non utilizzandoli, dopo un certo numero di anni, si troverà con l'impianto da rifare.

Così la storia delle Centrali termiche fa ora una evoluzione e farà ancora una evoluzione che è un po' inversa di quella che ha fatto nel passato. Nel passato le Centrali termiche sorgevano per funzionare sempre; poi, a poco a poco, con l'avvento degli impianti idraulici, esse funzionarono sempre meno, fino a restare ferme. Oggi le Centrali elettriche a base termica si costruiscono per restare ferme, e di mano in mano che il consumo, crescerà, io credo che queste Centrali termiche saranno portate a funzionare sempre di più.

È vero che in questo modo si arriverà ad un punto in cui queste Centrali termiche non saranno più sufficienti per il loro compito di riserva, ma allora, vuol dire, si penserà ad ingrandirle. Bisogna pensare che noi abbiamo oggi, in queste sei Centrali che ha descritte la comunicazione dell'ing. Ferrerio, istallati circa 250.000 kW. Con una spesa molto modesta, queste Centrali termiche possono essere portate rapidamente a più che il doppio, ed anzi anche più in là.

Ora, se si considera che tutte queste Centrali termiche sono connesse a grandissime reti di distribuzione, e che queste reti di distribuzione sono alimentate da impianti idraulici sia a deflusso costante, sia, specialmente, a serbatoio; che nelle Centrali a serbatoio il macchinario è sempre previsto per una potenza assai maggiore alla media che è necessaria per usufruire di tutta l'acqua di cui dispone la Centrale; e se si pensa che la Centrale termica è un serbatoio essa stessa, poichè può essere spinta a funzionare anche ventiquattro ore al giorno, con che, per esempio, nelle sei Centrali attualmente esistenti si possono già oggi produrre da 150 a 200 milioni di kWh al mese e, a Centrali ampliate per gli ampliamenti già previsti, si potranno produrre da 350 a 400 milioni di kWh al mese, si vede che tra il funzionamento delle otto ore o delle dieci ore, che sarebbe utile per l'integrazione delle potenze giornaliere, e quindi per evitare dei serbatoi giornalieri o anche in parte stagionali, e il funzionamento delle ventiquattro ore esiste ancora un certo margine di riserva che può essere ritenuto sufficiente.

Perciò io credo che la convenienza, che è l'unica direttiva che deve avere l'industriale — come giustamente ha detto il nostro Presidente Motta — per informare la propria azione, spingerà in un prossimo avvenire, non appena i consumi abbiano ripreso il loro incremento, vale a dire non appena gli impianti idraulici esistenti siano saturati, lavorino cioè in pieno, ad usufruire di queste Centrali anche come integrazione. E non è escluso che nelle stagioni più rigide, meno abbondanti, queste Centrali funzionino non più come integrazione ma come basedi diagramma, perchè converrà far funzionare queste Centrali per tutte le ventiquattro ore e fare le punte con impianti idraulici di serbatoio.

Altre questioni si potrebbero porre innanzi a noi quando parliamo di Centrali termiche. Si potrebbe considerare se sia più opportuno, quando si debbano costruire delle nuove Centrali termiche, fare queste Centrali al mare o all'interno: e sappiamo tutti che le ragioni economiche militano quasi tutte per le Centrali al mare, specialmente in prossimità di altri centri di consumo, mentre ci sono altre ragioni per le quali è stato avanzato il dubbio che queste Centrali al mare possano essere così efficienti come le Centrali nell'interno del territorio. Sono questioni dibattute, e che si potranno dibattere ancora.

Ad ogni modo, io ringrazio ancora l'ing. Ferrerio per il validissimo contributo portato a questa questione, e apro la discussione sull'argomento, augurandomi che parecchi abbiano a parlare.

Sen. Corbino. – Io debbo dichiarare che sono rimasto molto sconcertato dall'esposizione del mio collega, anche perchè avevo un po' l'impressione che quando si fa il confronto fra le Centrali termiche e le Centrali idroelettriche di fronte ad estranei ci potesse essere come una tendenza interessata ad esagerare; mentre i documenti che ha portato l'ing. Ferrerio di fronte ad un mondo che conosce il campo provano che il problema esiste veramente, ed è di notevole gravità.

Ciò nonostante, interviene un elemento psicologico, che già l'On. Motta ha rilevato ieri, per permettersi ancora di sperare che gli impianti idro-elettrici si faranno: ed è che nel caso degli impianti termoelettrici si sa esattamente a che cosa si va incontro, mentre nel caso degli impianti idroelettrici ci si fanno delle illusioni, si conta su metà delle spese, poi quando tutto è fatto si trova che la spesa è aumentata, ma la Nazione se ne giova per il futuro.

Dunque, noi possiamo contare su questo elemento psicologico, che ci giova molto.

Ma io vorrei trarre una conseguenza, pur non essendo così perfettamente persuaso che anche nel campo termo-elettrico i progressi siano rapidissimi. Ormai bisogna notare che la macchina a vapore ha già, in cento anni, fatto un balzo sulla via del progresso. Ma balzi ulteriori saranno lenti perchè ci si avvicina verso un limite, se non teorico, certamente pratico, che rende difficile di guadagnare ancora una piccola quota. Per me ci vorranno ancora cento anni per non avere che due centesimi e mezzo di guadagno. Le grandi temperature sono degli ostacoli grandissimi, e così pure le grandi pressioni. Quindi il timore di grandi progressi in questo campo non mi sgomenta.

E allora, che cosa ci conviene?

Io constato con grande compiacimento che nessuno di noi pensa ad invocare l'aiuto dello Stato: con compiacimento, perchè questa è una piaga che va diventando troppo comune e che finisce col danneggiare l'economia generale. Oggi noi, presso a poco, ci troviamo in questa situazione. L'agricoltore, per fare un esempio, deve fare un'opera: trova che non è economica, e non la fa. Il costruttore di navi trova che non è eco-

nomico fare delle navi, e non le fa. Il costruttore idro-elettrico non fa gli impianti perchè non li trova economici. Allora viene lo Stato, piglia un po' di denaro a tutti e tre, e con i danari presi a tutti e tre fa l'impianto idraulico, la bonifica integrale e il cantiere. (*Applausi, ilarità*).

Dunque noi facciamo benissimo a non insistere su questa linea che somiglia un po' a quella di quella tale coppia di sposi di cui uno doveva fare la camera da pranzo, l'altro la camera da letto; e non avevano i fondi, nessuno per proprio conto, per farla. Allora il papà tolse un po' di dote all'uno, un po' di dote all'altra, e il risultato fu che i mobili li pagarono realmente loro (*Ilarità*).

Ora noi non ci metteremo su questa via di chiedere per l'energia idroelettrica quello che è stato fatto per l'energia prodotta con le ligniti, per la quale si è avuto, o è stato promesso, un contributo di cinque centesimi per ogni kWh.

Che cosa domandiamo noi allo Stato? Che ci lasci tranquilli, perchè se ci lascia tranquilli, quella forma di ubbriachezza di cui abbiamo parlato prima basterà per continuare nell'esecuzione degli impianti idroelettrici, per eseguire per lo meno quelli che sappiamo essere praticamente eseguibili.

Se su questa linea ci teniamo fermi, avremo ragione di esigere che, come lo Stato ci lascia non aiutati nella esecuzione degli impianti, non ci disturbi in tutto il resto della nostra attività. (*Approvazioni, applausi*)

On. Motta. – Il senatore Corbino ha ricordato l'elogio dell'ignoranza che io ho fatto ieri. Ma non bisogna prendermi alla lettera. L'elogio dell'ignoranza potrebbe essere un veleno mortale. Bisogna dare il contravveleno, bisogna fare adesso l'elogio della sapienza.

E, per illuminare alcune delle affermazioni che sono state fatte dal collega Ferrerio, io ho qui un pacchettino di dati, che del resto ho anche nella memoria.

L'ing. Ferrerio, quando ha analizzato il divenire del costo degli impianti idro-elettrici, ha detto che la sua impressione è che, non in un futuro prossimo come quello che ha esaminato l'ing. Roncaldier, ma in un futuro un po' più lontano, gli impianti idroelettrici costeranno di più. E ciò per diverse ragioni. Prima di tutto perchè il loro costo è rappresentato, per il 40 o il 45 per cento, dalla mano d'opera, e il lavoro umano sarà sempre più valorizzato; poi perchè gli impianti nelle località migliori sono stati già fatti, e bisognerà andare a farli sempre più lontani; poi, ha soggiunto, perchè il costo del danaro è aumentato e la pressione tributaria è aumentata.

Io vi voglio illuminare un pochino su questo punto e vi voglio sottoporre delle considerazioni che forse non avete avuto la possibilità o l'occasione di fare.

Costo del danaro: Dal 1900 al 1903 sono state emesse in Italia obbligazioni per 100 milioni, di cui 97 milioni al 4 per cento.

Dal 1924, da quando cioè sono stati fatti i primi prestiti con l'America, quei duecento milioni circa di dollari che ha ottenuto l'industria elettrica, ad oggi, i prestiti costano, per i fortunati, l'otto per cento, per i meno fortunati, il nove per cento.

Egregi colleghi, noi sappiamo tutti che cosa vuol dire questo. Purtroppo non lo apprezzano coloro ai quali queste parole dovrebbero essere rivolte. Se il danaro costa il doppio, l'energia idroelettrica dovrebbe costare il doppio, perchè l'energia elettrica consta per l'ottanta per cento del costo del denaro, ammortamenti ed imposte, che gravano in proporzione alla quantità di denaro che s'impiega, e per il venti per cento delle spese d'esercizio.

Dunque c'è qui un primo elemento che fa riflettere assai. Noi abbiamo bisogno che un'era di pace veramente profonda del genere umano ci permetta di riavere i costi del denaro che avevamo al principio del secolo, se vorremo tornare a progredire nel cammino sul quale abbiamo fatto passi da gigante fornendo energia elettrica sempre più a buon mercato.

Imposte: Qui è interessantissimo il confronto. L'imposta di ricchezza mobile (categoria *B*) era del 10 per cento al principio del secolo. Dieci per cento, badate bene, il che vuol dire che ogni cento lire guadagnate dall'azienda bisognava pagarne dieci al Fisco: dieci per cento del guadagno cumulativo dei due soci, perchè il Fisco è un partecipante ai beneficî dell'impresa, ma ha il privilegio di non partecipare mai alle perdite. Il che vuol dire che il socio che lavora dà al Fisco l'11,1 per cento di quello che si tiene lui.

Supponete ora che questa percentuale, dal 10 per cento, vada al 50 per cento. Allora il socio che lavora dà al suo partecipante che non lavora il cento per cento di quello che guadagna lui.

Ecco perchè i contribuenti strillano: perchè quando il 10 per cento è diventato il 20 per cento, quel 20 è già il 25 del profitto del socio che lavora.

Ho detto che adesso la aliquota di ricchezza mobile è del 20 per cento; se fosse qui S. E. il Ministro delle Finanze mi darebbe sulla voce: mi direbbe che, in realtà, è del 14 per cento. Ma io gli risponderei che, oltre il suo 14, c'è quello che pigliano le Provincie, e quello che pigliano i Comuni, quello che piglia l'esattore; ci sono gli aggeggi delle addizionali che nascono di tanto in tanto senza che nessuno se ne accorga, come i funghi. Sicchè il totale dell'imposta che si paga è compreso fra il 19 e il 20 per cento.

Ma fosse il 19 o il 20 per cento!

Voi sapete come fa il Fisco. Il Fisco dichiara che non si posson riconoscere come spese deducibili dal reddito tutte quelle che sono state causate da fenomeni o da fatti che non hanno contribuito a formare il reddito. È una definizione di una logica perfetta, e quindi il Fisco ha ragione (perchè il Fisco ha sempre ragione, sopratutto quando ha torto). Ma questa logica perfetta si traduce in ciò. Voi emettete delle obbligazioni. Per emettere delle obbligazioni, avete delle spese. Il Fisco dice: Ma questo che cosa c'entra con l'utile dell'azienda? E se voi gli chiedete: Supponendo che l'azienda non guadagni nulla, quelle spese chi le deve sopportare? — la risposta è: Mettetele nel capitale.

Insomma, il risultato è questo: che molte spese il Fisco non le ammette. Per esempio le spese dovute alla nostra condizione di esseri civili. Noi viviamo in una società civile, abbiamo degli obblighi morali, abbiamo il dovere di favorire certe istituzioni come le scuole, gli ospedali, eccetera. Ebbene, queste spese il Fisco non le ammette.

Questo cosa vuol dire? Che il 20 per cento nominale, quando si tenga conto delle spese che non sono ammesse, sale rapidissimamente al 25, al 26 al 28, al 30 per cento, a seconda dei casi.

Ora questa percentuale del 30 per cento sugli incassi totali, voltatela nella percentuale che si riferisce all'incasso fatto da colui che lavora, e vedrete che non è più il 30 per cento, bensì 30 su 70 ossia più del 40 %.

Si capisce dunque che l'azienda produttrice si trova sempre più a disagio di mano in mano che la percentuale che si riserva lo Stato cresce; e si capisce che il 10 per cento è molto meno del terzo del 30 per cento, perchè bisogna, sulle cento lire, darne una porzione sempre maggiore al socio che non lavora, o meglio che lavora indirettamente, perchè ci assicura la tranquillità, mantiene le strade (quando le mantiene) si occupa della difesa dello Stato, assicura la giustizia, ecc.

Ma se anche ci fermiamo soltanto alla imposta di ricchezza mobile, credo che bisogni fare questo conto. Una volta, quel 10 per cento poteva diventare, tenendo conto delle spese che il Fisco non ammetteva, un 14 per cento al massimo. Oggi tenuto conto delle aliquote delle Provincie e dei Comuni, si sale a 33-34-35 per cento. E questa è un'altra delle ragioni formidabili per le quali l'energia idroelettrica è diventata più cara sostanzialmente (lasciamo andare il valore della moneta).

Ma c'è un'altra piccola tassa che dobbiamo tener presente: è la tassa di negoziazione dei titoli. La tassa di negoziazione dei titoli è un sostituto della imposta di eredità. Si è detto: ma questi titoli sono dei fogli di carta: uno muore, li passa alla famiglia, e lo Stato non piglia la sua parte. Così ci hanno messo l'1,8 per mille, del capitale, nel 1900: adesso, per i titoli al portatore, è il 4,50 per mille. Supposto che una società distribuisca il dieci per cento, il 4,50 per mille del capitale diventa il 4,50 per cento del reddito.

Dunque, non pagate soltanto il 30 o il 35 per cento, ma pagate anche il 4,50 per cento del reddito per questa tassa di negoziazione.

Ma non basta, perchè se voi distribuite il 10 per cento, la Borsa valuta il vostro titolo non a 100 lire ma, per esempio, a 160. Allora voi il 4,50 per cento lo pagate non su 100 lire, ma su 160 lire: e così ad un certo momento, anzichè il 4,50 per cento, vi trovate a pagare il 7,50 o l'8 per cento.

Aggiungete a quel 33 anche questo, e voi vedrete a che altezza si arriva.

Dunque, non soltanto il danaro costa più caro (e se costa più caro, bisogna per forza che il prodotto sia più caro) ma le imposte gravano per un peso che, rispetto al principio del secolo, è diventato almeno triplo.

Costo del danaro, doppio; imposte, triple: si vede facilmente quali ragioni ci sono per poter dichiarare che non soltanto nel futuro, ma nel presente il costo degli impianti idroelettrici, e quindi dell'energia idroelettrica, deve essere molto maggiore di quello che non fosse allora.

Quali previsioni si possono fare nel futuro per questi due elementi considerati? L'avvenire è in grembo a Giove. Io, però, non ho mai creduto ad una diminuzione delle imposte. Ci sono stati dei periodi di crisi profonda, in cui è stato necessario incidere non soltanto sul reddito, ma perfino sul capitale. Non consideriamoli perchè questi sono periodi di malattia. Consideriamo, invece, i periodi normali. Le esigenze dei cittadini verso lo Stato aumentano continuamente. Lo Stato non può assumere e svolgere i compiti che i cittadini reclamano, se non avendo maggiori introiti.

Quindi le tasse continueranno ad aumentare fatalmente per tutti, e aumentando per tutti aumenteranno anche le tasse sulla produzione del tipo di quella dell'industria elettrica, che è la sola ricchezza nostra che noi possiamo opporre all'importazione dei combustibili.

Dunque, per queste considerazioni, io rafforzo la tesi che uno dei componenti del costo dell'energia elettrica, cioè il costo degli impianti idroelettrici e il costo, in particolare, dell'esercizio di questi, non si può prevedere che debba diminuire nel futuro, ma al contrario dovrà certamente aumentare.

Quanto all'altro concorrente, cioè il costo dell'energia termica, io consento in parte nelle considerazioni svolte dal collega senatore Corbino.

È vero che ci sono dei limiti anche nella previsione dei perfezionamenti, ma noi abbiamo visto effettuati nel passato dei perfezionamenti di tal mole che non è possibile che noi manchiamo di persuasione per l'avvenire. L'ing. Ferrerio ha detto che è inevitabile; io direi invece che è probabile, probabilissimo, che si verifichi anche il perfezionamento termico.

Nel 1901 si consumavano, dalle migliori motrici di allora, Kg. 1,3 di carbone per produrre un kWh. E quando dico le migliori motrici, intendo dire quelle che erano adibite all'esercizio dei mulini, perchè rappresentavano proprio il caso ideale di un carico costante in cui, non essendoci variazioni, tutte le economie possibili si potevano fare. Ebbene, allora i migliori mulini consumavano Kg. 1,3-1,4 di carbone per ogni kWh. Io era allora verificatore di pesi e misure, e ho fatto io stesso molte prove di questo genere su numerose piccole motrici di 100 o 150 cavalli. Quando si arrivava ad avere un chilo per cavallo, cioè Kg. 1,35-1,40 per kWh, si poteva dire di avere un funzionamento ideale.

Ora, l'ing. Ferrerio vi ha detto che oggi, nelle nostre grandi centrali termiche si è giunti ad avere il kWh con 550 gr. di carbone, e si spera di ottenerlo con 500 grammi. Il che vuol dire che si è fatto un progresso colossale.

È giusto, il progresso è lento, e alla produzione di energia termica non è applicabile il « motus in fine velocior »; però il margine che esiste ancora a disposizione del progresso e della scienza è grandioso.

In conclusione, se allacciamo un po' tutto quello che è stato detto ieri e quello che è stato detto oggi, la prospettiva che l'industria elettrica italiana ha davanti a sè è una prospettiva di grande responsabilità. Le conclusioni complete le prenderemo forse oggi, dopo che avremo sentito anche la discussione sul costo della distribuzione. Fino adesso siamo rimasti, infatti, nel campo della produzione. Ieri abbiamo esaminato la produzione idroelettrica: oggi abbiamo esaminato la produzione termica. Noi abbiamo bisogno ora di sentire i rapporti dei nostri egregi colleghi che si sono dedicati a studiare il costo della distribuzione per poter fare un quadro d'insieme.

Fin da adesso, però, si può anticipare una parte della conclusione a cui arriveremo.

Ammesso, per ipotesi ottimistica, che il costo della produzione dell'energia idroelettrica possa essere calcolato in media nella cifra di una lira per ogni kWh che abbandona la centrale; ammesso che le centrali termiche, contenute nel limite del 5, del 6, del 10 per cento dell'energia da integrare, non rappresentano un onere troppo grave; ammesso che l'incremento possa mantenersi, nell'ordine di grandezza del 6 per cento, mentre negli ultimi sette anni è stata all'incirca del 10 per cento, assimilabile come progressione ad un interesse composto, il che porterebbe in dodici anni a raddoppiare la produzione totale; ammesso che la produzione totale, tenuto conto delle industrie che producono l'energia per proprio uso e consumo, sarà stata l'anno scorso di poco inferiore agli 11 miliardi di kWh, ammesso di raddoppiarla, ne consegue che bisognerebbe fare altri impianti per altri 11 miliardi di kWh.

Dunque occorrerebbero, già per questo solo motivo, 11 miliardi d'immobilizzo. È già uno sforzo finanziario importante, notevole. Le ragioni psicologiche, come lo spirito di avventura che in un certo senso è in noi, il desiderio di guadagnare che ci fa esporre al rischio di perdere, precisamente per la speranza di ottenere un vantaggio, possono favorire la raccolta di queste somme ingenti. Però, per darvi una dimostrazione di quanto sia difficile, vi dirò che il problema della bonifica integrale, al quale il Governo dedica a ragione le sue cure migliori, ha portato il Governo nazionale a decidere l'impostazione nei bilanci dello Stato di sette miliardi da erogare in quattordici anni, cioè in ragione di cinquecento milioni all'anno.

Se noi, soltanto con la costruzione delle centrali, fin da adesso arriviamo a dire che, con un modesto incremento dal 5 al 6 per cento, avremo bisogno di più di un miliardo tutti gli anni per immobilizzarlo, voi potete subito vedere che il problema non è semplice; voi potete subito vedere che, per una Nazione come la nostra abbia un'importanza tutt'altro che trascurabile l'immobilizzare un miliardo ogni anno.

Vedremo, poi, quanti altri miliardi ci vorranno per arrivar a portare questa energia a domicilio di ciascun utente.

Per ora, considerando ancora questa corrente pronta a lanciarsi sulle linee, ai morsetti, agli isolatori di uscita delle Centrali idroelettriche, voi ne avete a sufficienza per inquadrare il problema nella sua importanza finanziaria.

È una difficoltà finanziaria grave. Grave perchè — mi pare di avervelo già detto un'altra volta — la nostra economia pubblica generale non ci permette di fare assegnamento su delle cifre di risparmio annuale che consentano di ritenere non importante un prelievo di qualche miliardo.

Io non so se ragiono bene o male. Io vi espongo il ragionamento che faccio, alla buona. Io non ho una preparazione culturale grande e mi sono fatto queste idee soltanto riflettendo sui proplemi che debbo risolvere.

Dunque io ammetto, che il popolo italiano abbia un reddito lordo annuo compreso fra i 100 e i 120 miliardi. Dico reddito lordo, e adesso ve lo specifico con un'altra espressione. Per reddito lordo io intendo il reddito di consumo, la spesa totale che il popolo italiano deve fare per poter vivere. Dico che questo reddito deve essere compreso fra i 100 e i 120 miliardi. Infatti, se noi siamo, come dice il prof. Gini, Capo dell'Ufficio di Statistica, 41 milioni; ammesso che per vivere dobbiamo spendere in media 2500 lire a testa, si arriva a 100 miliardi. Se fossero 3000 lire a testa, si arriverebbe a 120 miliardi. Non credo dunque di sbagliare molto dicendo che il nostro reddito di consumo sia di 100-120 miliardi.

Quale sarà la porzione che si potrà accantonare a titolo di risparmio per la nostra vecchiaia?

È difficile fare un conto. Non si può contare soltanto il risparmio rappresentato da ragioni creditizie, cioè dai versamenti alle Casse postali, alle Casse di risparmio, eccetera, perchè c'è un incremento del risparmio che si immobilizza. Io ritengo che il popolo più prospero sia quello che è più spinto ad immobilizzare una parte notevole dei suoi risparmi per farsi la casa, perchè considero che la casa, quando sorge, è la materializzazione di un istante di gioia, di una annata di gioia, del pensiero lieto di una famiglia intera, che la casa è la passione più sana, quella verso la quale bisognerebbe avviare, potendo, la intera massa del popolo. E le costruzioni edilizie assorbono ogni anno un cospicuo capitale. Dicono gli urbanisti, coloro che più particolarmente si occupano di questo problema, che aumentando l'Italia di 400.000 abitanti ogni anno, occorre, « grosso modo », nei grandi centri, un locale per ciascun nuovo nato. Teniamo conto delle campagne, e supponiamo che questa media si diminuisca: diciamo che sia mezzo locale per ciascun nuovo nato: e in questi bisogna contare non soltanto i locali di abitazione, ma i locali per uffici pubblici, scuole, stazioni, caserme, ecc., ecc. Sono dunque, ogni anno, 200.000 locali. A una media di 10.000 lire, sono due miliardi.

I bisogni dell'agricoltura, il perfezionamento dell'industria, gli ingrandimenti dei porti, dei canali, le opere pubbliche, gli ingrandimenti industriali fanno sì che per fronteggiare tutti questi bisogni occorre provvedere ad un immobilizzo di secondo grado, diciamo così. Perchè gli immobilizzi che sarebbero desiderabili, e in ordine crescente di preferenza, dovrebbero essere questi: acquisti per *abbigliamenti*, perchè l'abbigliamento dura in media un anno, mentre l'alimentazione non dura che il tempo in cui si effettua; l'arredamento, che dura un po' di più, e dopo l'arredamento l'abitazione, perchè l'abitazione dura magari cinquanta, sessanta, cento anni.

Dunque, in ordine crescente, i tipi di investimenti che bisognerebbe consigliare ai risparmiatori sarebbero in quest'ordine.

Ebbene, è fuori di dubbio che gli immobilizzi che si fanno per l'arredamento e per l'abitazione entrano in una cospicua parte ad immobilizzare e ad investire il risparmio nazionale. Se l'industria elettrica dovesse aver bisogno di due miliardi tutti gli anni, io, francamente, non so, nelle condizioni attuali dell'economia del Paese, come potrebbe procurarseli, perchè non immagino che il risparmio totale sia superiore a otto o dieci miliardi: diciamo otto miliardi (non voglio essere ottimista). Come è possibile che su otto miliardi di risparmio, se due se ne vanno soltanto per l'incremento delle abitazioni, probabilmente un altro mezzo miliardo se ne va per l'arredamento, un altro miliardo lo vorranno gli incrementi patrimoniali, come l'agricoltura, più di un miliardo lo vorrà l'incremento industriale (al di fuori della nostra industria) come è possibile, dicevo, che noi possiamo prelevare due miliardi che noi dovremo, badate, immobilizzare sul serio perchè sono capitali che non si riprenderanno che in un periodo di tempo talmente lungo che la generazione che li eroga non li rivede più e li può conservare nei suoi cari ricordi di famiglia, sotto forma di fotografia? (*Ilarità*).

Ecco perchè anche soltanto la visione parziale delle comunicazioni fatte ieri e oggi ci permette di affermare che, in fondo, il problema della nostra industria, nell'interesse dell'economia

nazionale, diventa essenzialmente un problema finanziario. Difficoltà tecniche non ce ne sono, e se ce ne sono i nostri tecnici sono capaci di risolverle. Tutto è questione di quattrini. Bisogna persuadersi che bisogna assicurarsi, finchè è possibile, il modo di trovare del danaro; e per trovare del danaro — come ha detto giustamente l'ing. Ferrerio — bisogna lasciar tranquille le industrie che lo investono, dare l'impressione che queste industrie non corrono alee e non sono sottoposte ad eventuali pericoli di avventure. (*Vivissimi applausi*).

Ing. Selmo. – Sui conti che ha fatto l'ing. Ferrerio, sui dati che egli ha esposto, sia su quelli che si riferiscono ai costi dell'impianto, sia su quelli che si riferiscono ai costi d'esercizio, non c'è nessuna differenza. La centrale Capuano, di Napoli, che è stata la prima costruita, questi dati li ha forniti a tutti, e quindi anche all'ing. Ferrerio.

Quanto però al calcolo fatto di 1000 lire per kW — che è quello che realmente corrisponde alla spesa d'una centrale termica — non è esatto che queste mille lire siano spese esclusivamente per la produzione termica, perchè, nel novanta per cento dei casi, e forse nel cento per cento dei casi, gli alternatori si disaccoppiano dalle turbine e si fanno funzionare come motori sincroni per rifasare la rete. Allora quella spesa non va calcolata per la produzione termica, perchè, anche a centrale ferma, quella spesa ha fatto risparmiare tutto l'impianto dei sincroni che sarebbero occorsi in un impianto idroelettrico, se l'impianto termico non ci fosse stato. E siccome le centrali termiche si fanno nei centri di maggior consumo, là proprio occorrono i sincroni in misura notevole.

Praticamente io posso dire che gli alternatori della centrale termica Capuano hanno potuto permettere di risparmiare per diversi anni l'installazione dei sincroni per la città di Napoli.

Quindi il costo, in realtà, è minore delle mille lire.

Ing. Ferrerio, Relatore. – Io ho voluto mettermi nella condizione di non essere criticato, e perciò può darsi che abbia fatto un calcolo un pochino superiore. Tutto questo, poi, che può essere materiale accessorio, diciamo così, l'ho messo da parte: e, del resto, non ha importanza notevole.

On. Motta. – L'approssimazione nella cifra che ha enunciato l'ing. Ferrerio si può esprimere, come sempre si fa negli argomenti tecnici e scientifici, aggiungendo alla cifra X del costo una cifra di ± x. Quell'x, in una ricerca di questo genere, è almeno del 10 per cento, se non del 20 per cento, rispetto a X, e rappresenta la variazione, fondatissima, alla quale giustamente ha accennato l'ing. Selmo.

Ing. Balsamo. – L'ing. Ferrerio ha posto come base al funzionamento di una centrale termica la supposizione che funzionino tre unità e che una sia lasciata di scorta, ritenendo che questo possa bastare per avere un servizio sicuro.

Ora noi non abbiamo una esperienza diretta sul funzionamento continuo di queste centrali, e domando all'ing. Ferrerio se è stata fatta una indagine sulle centrali estere che funzionano tutto l'anno per calcolare, in base alla potenza presa per base per il calcolo del costo e alla potenza massima istallata, la frazione di riserva.

Ing. Ferrerio, Relatore. – Nello stabilire la percentuale di potenza funzionante in base alla potenza istallata, io ho tenuto, naturalmente, conto anche di quello che si è trovato all'estero.

Anche in questo campo, però, bisogna distinguere. Ci sono dei posti dove vi è una esuberanza di riserva perchè i guasti sono notevoli, e ci sono degli altri posti dove le cause di messa fuori servizio del macchinario sono ridotte ai minimi termini perchè le centrali sono più curate, perchè si spende un pochino di più nella manutenzione e nell'eseguire gli impianti bene in modo che le probabilità di inconvenienti siano ridotte.

Ora il paese che ci dà dei dati più sicuri in materia è proprio ancora gli Stati Uniti, dove questa parte viene curata in modo straordinario. Tanto per darvi un dato, vi dirò che nella città di New York vi sono delle stazioni di conversione per il centro della città, con dei gruppi destinati a trasformare la corrente continua delle batterie in corrente alternata destinata all'alimentazione della rete. Ora in questi gruppi sono state istallate delle macchine senza la possibilità di smontarle, perchè si presume che non debbano mai guastarsi.

Ora, nei due viaggi da me fatti in America, io ho avuto agio di constatare che le macchine fuori servizio sono poche.

Quindi credo che la percentuale di funzionamento del 75 per cento che io ho messo nella Relazione sia una percentuale attendibile, tenuto conto che la centrale non è da considerare da sola. Una centrale può bensì avere anche due o tre gruppi fuori servizio, ma questo è un fatto che si verificherà una volta ogni certo numero di anni, ed è in ogni modo compensato dalla connessione con le altre centrali che costituisce una specie di riserva reciproca. Perciò io ho l'impressione che la cifra che ho detto sia attendibile.

On. Motta. – Grado grado veniamo constatando che, in questa nostra discussione, vi è la tendenza, da parte dei nostri Relatori, a considerare il fenomeno, l'industria, la forma di attività economica che noi rappresentiamo non nelle singole cellule, come ho detto ieri, ma nell'aggruppamento delle diverse centrali.

Ora è certo che, considerando le singole centrali, la preoccupazione di avere una sola macchina di riserva di fronte a tre in funzionamento diventa grande. Ma quando questa centrale sia considerata come appartenente ad un sistema che ne comprende tre, quattro, cinque altre allacciate in modo diverso, allora naturalmente, una determinata centrale può contare non soltanto sulla propria riserva, ma anche sulla riserva delle altre centrali con cui è connessa. Anche ieri abbiamo dovuto considerare il problema sotto questo aspetto.

Non solo, ma ci saranno tante connessioni e collegamenti fra l'una e l'altra centrale che sarà sempre possibile a queste centrali di venirsi in aiuto reciprocamente. È da questa considerazione che ha avuto radice una delle prime campagne che abbiamo fatte per dire che nella costruzione degli impianti idraulici si poteva far senza della riserva, perchè ormai l'impianto idraulico singolo non esiste più, ma c'è un grappolo di impianti idraulici che funzionano tutti insieme. Allora è naturale che la riserva va considerata nel numero delle centrali, e non nella centrale singola.

Ing. Crivellari. – L'on. Corbino ha accennato al ciclo di Carnot; e l'ing. Ferrerio, rilevando che dal 30 per cento di rendimento attuale delle macchine termiche al 100 per 100 c'è ancora un gran margine, faceva osservare che la difficoltà di elevare il rendimento è molto minore a mano a mano che si eleva la temperatura. Per esempio, passando da 400 a 500 gradi (stando sempre al rendimento termico del ciclo di Carnot) si può passare dal 28 al 42 per cento come rendimento; elevando la temperatura da 500 a 600 gradi, si può passare dal 42 al 52 per cento; da 600 a 700 gradi si può passare dal 52 al 58 per cento.

Orbene, esaminando queste cifre, si vede già che, man mano che aumenta la temperatura, il miglioramento nel rendimento non aumenta in maniera proporzionale, ma va un po' indietro mentre le difficoltà metallurgiche aumentano sempre, e in una progressione molto più che lineare.

Inoltre bisogna considerare anche tutte le perdite delle caldaie, delle turbine, eccetera.

Tutto sommato, quindi, si vede che se anche potessimo arrivare a settecento gradi nell'esercizio — quindi con un notevole margine di sicurezza per il materiale — io credo che, all'incirca, si potrebbe raddoppiare il rendimento. E questo sarebbe già un risultato grandioso.

Per conseguenza mi sembra che la paura che il rendimento termico si elevi con una certa rapidità in un tempo limitato, paura che potrebbe suscitare qualche apprensione per le centrali idroelettriche, sia molto attenuata dalla considerazione delle difficoltà che ho enunciate.

Ing. Ferrerio, Relatore. – Io ho parlato in via generale. È certo comunque che un miglioramento nel rendimento termico ci sarà. E poi non dobbiamo limitarci a considerare le turbine a vapore. Vi sono degli altri sistemi da considerare. Vi è, per esempio, il Diesel.

Io non ne ho parlato di proposito, perchè, a questo riguardo, il collega Mainardis, svolgerà fra poco la sua Relazione.

Stato attuale e progressi probabili del motori Diesel.

Presidente. – Io ringrazio di nuovo l'ing. Ferrerio, e do la parola all'ing. Mainardis, perchè svolga la sua relazione.

Mainardis, Relatore svolge la propria Relazione sul tema: *Stato attuale e progressi probabili del motore Diesel.* (*Vivi applausi*).

Presidente. – Ringrazio l'ing. Mainardis della sua minuziosa comunicazione molto opportuna, perchè da parecchi mesi, forse da un anno, si è scatenata una campagna da parte dei costruttori di motori Diesel non solamente a favore del loro prodotto, ma contro l'uso dell'energia elettrica. Noi abbiamo assistito anche recentemente a manifestazioni industriali, come la Fiera di Milano, dove erano esposti una quantità di questi motori Diesel con dei dati di costo e d'esercizio tali da far veramente supporre a chi si occupa della nostra industria e non co-

nosce intimamente il funzionamento di un motore Diesel che noi non possiamo più competere con tale mezzo.

Naturalmente, in questo c'è dell'esagerazione interessata, ed è stato molto bene che l'ing. Mainardis abbia esaminato a fondo sia la parte tecnica, sia la parte economica del funzionamento di questi motori.

Certo è che la caratteristica principale di questi motori è di avere un consumo unitario per kWh assai prossimo sia per grandi unità che per medie unità, mentre è noto che il costo non solo di produzione ma specialmente di distribuzione dell'energia elettrica è inversamente proporzionale ai quantitativi che vengono distribuiti, vale a dire che a quantitativi minori corrispondono costi maggiori, e perciò anche i prezzi debbono essere commisurati ai quantitativi.

Questo metterebbe l'industria elettrica in una posizione imbarazzante, specialmente per la fornitura di energia ai medi consumatori, mentre per i grossi consumatori le spese di trasporto e le spese generali di esercizio vengono ripartite in modo che la concorrenza può ancora farsi in modo utile.

È perciò ancora utile ripetere che l'antidoto contro questa tendenza, che viene esagerata, ma che effettivamente c'è, è di lasciare libertà all'industria, perchè è solamente col proporzionamento delle tariffe in modo che queste seguano i bisogni e le possibilità dell'utenza che noi potremo combattere questo dilagare di iniziative a nostro svantaggio.

Dovremmo ora iniziare la discussione sulla Relazione dell'ing. Mainardis, ma l'ora è tarda, e non potrei dare la parola che ad uno o due oratori. Perciò, se lo credete, noi potremo rimandare al pomeriggio la discussione sulla Relazione dell'ing. Mainardis.

La seduta è tolta alle ore 11.45.

Seduta Pomeridiana (30 Maggio)

La seduta è aperta alle ore 16.40.

Presiede l'ing. Alessandro Taccani.

Presidente. – Dovremmo ora procedere alla discussione sulla Relazione dell'ing. Mainardis, ma poichè l'ing. Mainardis non è presente, do la parola all'ing. *Cenzato* perchè svolga la sua Relazione.

Costo della distribuzione nei grandi centri.

Ing. Cenzato, Relatore, svolge la propria Relazione sul tema: *Costo della distribuzione nei grandi centri.*
(*Vivi applausi*).

Presidente. – La materia che ha trattato l'ing. Cenzato è difficile, perchè si basa su elementi di studio che sono completamente diversi fra di loro, perchè si può dire che ogni città, come bene ha detto il Relatore, ha le sue caratteristiche speciali. Caratteristiche non solo di costo, per effetto dell'ubicazione della città, della natura della città, del congestionamento degli abitanti nella città, ma anche di consumo, per il tipo della città: industriale più o meno, e per la ricchezza degli abitanti.

Merita certo una lode incondizionata il Relatore per lo sforzo che egli ha fatto di tradurre in curve e di sintetizzare come meglio non si poteva il risultato dei suoi studi.

Io, quindi, ringrazio sentitamente l'ing. Cenzato per questo studio, che sappiamo che egli ha fatto rubando le ore alle sue occupazioni molteplici ed assorbenti, e apro senz'altro la discussione su questo argomento.

Sen. Corbino. – Vorrei uno schiarimento. Mi sembra che l'ing. Cenzato abbia trovato delle cifre molto diverse da quelle a cui faceva cenno stamattina l'on. Motta rispetto al completamento da dare al costo degli impianti per arrivare al kWh distribuito all'utente. L'ing. Cenzato esamina qui i grandi centri, mentre la formula dell'on. Motta riguardava l'intera produzione. Si capisce che nei grandi centri la quota di distribuzione pesa un po' di più...

Ing. Cenzato, Relatore. – No, al contrario.

Sen. Corbino. – Per lo meno, l'opinione generale ritiene che col grande centro viene a sparire tutta quella grande massa che si incanala nei vari centri industiali fuori dell'abitato e che ha, come concentramento energetico, una maggiore potenza. Non mi meraviglierei quindi che, mettendo insieme quello che si riferisce alla distribuzione dei pochissimi watt necessari ad ogni lampadina con il convogliamento delle grandi quantità di energia per gli opifici, il risultato venisse un pochino più tenue di quello trovato dall'ing. Cenzato e si avvicinasse alla cifra di due lire accennata dall'on. Motta.

Credo che in America facciano un conto analogo: e si trova che poichè là i grandi industriali si fabbricano l'energia elettrica per proprio conto, non ricorrendo alle grandi distribuzioni, ne risulta una sperequazione tra noi e l'America che è, da questo lato, tutta a nostro danno.

On. Motta. – Se il Presidente me lo permette, io vorrei pregare l'amico Cenzato che si è sacrificato, per fare questo studio, rubando le ore non alle sue occupazioni, ma al suo riposo — perchè alle sue occupazioni non poteva rubare niente — di insistere presso i colleghi che gli hanno messo il chiavistello sulle labbra, perchè glielo tolgano. Io non posso farlo, anche perchè ho la fama di essere un prepotente (*ilarità*) e, ad un certo punto della vita, a furia di sentirsi dire che si è prepotenti, si omettono degli atti che si ritengono più prepotenti degli altri.

Io trovo che ormai dovremmo tutti essere persuasi che la discussione fatta a viso aperto, in base a delle cifre messe sul tavolo, di fronte alla controparte, sia il miglior modo di dimostrare la bontà della nostra linea di condotta e la obiettività assoluta delle nostre rivendicazioni, sopratutto la loro fondatezza su delle ragioni imprescrittibili in nessun paese del mondo.

A me fa l'effetto che, psicologicamente parlando, il circondarsi di mistero non può a meno di suscitare il sospetto, sopratutto perchè la nostra industria, volere o volare, non permette ai singoli compratori di discutere il prezzo col produttore.

Ora questo è un problema irrisolvibile se non si mettono le carte completamente in tavola.

C'è forse in Italia una preoccupazione che giustifica un po' più di quello che potrebbe essere logico e consigliabile il riserbo delle grandi imprese (e anche delle piccole, del resto): ed è la preoccupazione fiscale. Io stamattina ho accennato all'altezza del tributo che deve essere pagato al fisco. Per questa ragione molte imprese (oso dire tutte) sono indotte a fare degli ammortamenti, e quindi a diminuire la responsabilità dello sviluppo dell'azienda, nascostamente. Molte aziende temono che, se si mettono tutte le cifre sul tavolo, non si possa più provvedere in questo modo, e temono quindi che la responsabilità degli amministratori e anche, diciamo, la loro soddisfazione personale, vengano ad essere modificate in senso sfavorevole: responsabilità aggravata, soddisfazione personale diminuita.

Ma io anteporrei a tutte queste considerazioni una considerazione politica fondamentale, non perchè noi qui facciamo della politica, ma perchè noi siamo giudicati male; e siamo giudicati male perchè non si conoscono i termini del problema.

E se noi che li conosciamo e li possediamo ce li teniamo in tasca, è difficile che venga il momento in cui si possa parlare chiaramente con la controparte. (Io dico la controparte senza designarla. La controparte è — dicono — l'opinione pubblica; dicono l'opinione degli industriali; dicono l'opinione delle autorità comunali e delle autorità governative. Interpretatela come volete; io dico la controparte, quella parte qualsiasi con la quale ad un certo momento bisogna discutere, non dico per stipulare un contratto, ma per ottenere quel consenso spirituale che è la base preliminare ed indispensabile perchè le nostre aziende possano veramente vivere e prosperare).

Dunque, se queste mie parole potessero servire di viatico all'amico Cenzato perchè egli potesse farsi dissuggellare le labbra da queste nostre aziende consorelle, io ne sarei lietissimo.

Ho detto in Consiglio e ripeto qui che non è molto improbabile che io aggiunga all'esortazione l'esempio che — dicono — è molto efficace agli scopi dell'educazione. Io non ci credo molto, però può darsi.

E l'esempio potrebbe essere questo: che la Edison si decidesse a pubblicare tutto quanto riguarda la ricerca su cui vi ha riferito l'ing. Cenzato. La Edison è stata una di quelle che hanno affrontato per prime la questione della rivalutazione degli impianti, dell'adeguazione delle tariffe, dell'impossibilità economica e quindi dell'assoluto errore che si commetterebbe intromettendo una autorità centrale o non centrale nella determinazione di tariffe che debbono essere complicatissime che bisogna adattare caso per caso, e che quindi non possono essere affidate per la loro determinazione a degli organi che siano estranei alla responsabilità della gestione dell'azienda. E può darsi, come ho detto, che la Edison si decida a mettersi sulla via di far pubbliche senz'altro alcune sue condizioni.

Siccome ho visto, da uno di quei diagrammi, che Milano sarebbe in fondo alla scala, e quindi avrebbe, se non ho mal capito, il minore immobilizzo.....

Ing. Cenzato, Relatore – .....per kW di massima utenza, per massimo carico di kWh.

On. Motta. – .....può darsi che le condizioni di Milano, illuminate ancor più ampiamente, siano un aiuto efficace anche a

tutte le altre situazioni italiane, che sono apparentemente meno favorevoli.

Ecco perchè può anche darsi che la Edison si decida a far conoscere quali sono i risultati a cui è giunta.

Ma, intanto, io ve li comunicherò tali e quali per convincervi che quelle cifre meritano della meditazione.

È fuori di dubbio che la Edison è in condizioni più favorevoli, non foss'altro per le dimensioni dell'azienda. Voi forse mi avrete già sentito dire più di una volta che in ciascuna industria e oserei dire in ciascun popolo, c'è una dimensione di azienda di massimo tornaconto.

Voglio dire questo: che se è possibile, con un popolo il quale abbia della disciplina un concetto molto alto, come si dice che sia — e io credo che sia — il popolo tedesco, se è possibile, con questo popolo, ingrandire le aziende industriali fino ad avere delle aziende colossali come negli Stati Uniti, dove vivono diecine di milioni di Tedeschi, io non credo che la stessa cosa sia possibile con un popolo che abbia un concetto più forte dello spirito di iniziativa individuale, che è certamente il lievito delle grandi cose, ma che nel funzionamento sociale collettivo forse è un inconveniente piuttosto che un vantaggio.

Nell'industria elettrica, non credo sia possibile impostare una ricerca della dimensione di massimo tornaconto dell'azienda. In ogni modo, non credo che, nelle condizioni attuali dell'Italia, questa sia stata superata dalle dimensioni delle nostre singole aziende, perchè non abbiamo ancora, veramente, delle aziende distributrici che facciano riflettere, come ve ne sono in altri paesi. Per darvi una cifra, vi dirò che gli utenti di New York, pur attraverso otto o dieci organizzazioni apparentemente distinte, ma tutte controllate dalla Consolidated Gas Company, hanno assorbito l'anno scorso 3 miliardi e 800 milioni di kWh ossia certamente la metà, se non più, del consumo di tutta l'Italia. La Edison si trova nella condizione di aver venduto l'anno scorso oltre un miliardo di kWh, ma questo miliardo di kWh va diviso in due grandi categorie: circa la metà lo ha consegnato a dei rivenditori, e soltanto la metà l'ha venduta direttamente. Voi vedete dunque che siamo in un ordine di grandezze che è ben lontano dall'avvicinarsi a quello delle aziende newyorkesi. Quindi io non credo che noi abbiamo sorpassato quella dimensione che, ad un certo momento, fa sparire la condizione di massimo tornaconto; e non avendola sorpassata, io credo che sia da ritenere davvero che la Società Edison sia tra quelle che hanno ancora i minori costi, quindi sia in grado, meglio di altre, di poter vendere a migliori condizioni, sempre, s'intende, astraendo dalla produzione, la quale — ormai questo dovrebbe essere pacifico per noi — ha un costo che è determinato non dalle dimensioni della azienda, ma dalle dimensioni dell'impianto, dalle condizioni geologiche, morfologiche del bacino, dalle sue condizioni idrologiche eccetera.

Ebbene, ieri ho detto che noi avevamo un costo di 4500 lire per la media del capitale di ricostruzione di tutte le centrali idroelettriche. Per la Società Edison, questo costo è esattamente di 4700 lire, con una durata di utilizzazione di circa 5000-5100 ore, il che da quei tali 90 o 95 centesimi, di cui abbiamo tanto parlato, per kWh. Vi ho fatto subito osservare che, non per vantare il gruppo di centrali che possiede la Società Edison, ma per la condizione naturale delle cose, essa si trova ad avere in mano certamente due fra i migliori gruppi di impianti idroelettrici, quello dell'Adda e quello della Toce, i più a buon mercato.

Ora, per fare un calcolo del costo della distribuzione, noi abbiamo ricorso a delle cifre di prima e di seconda approssimazione e abbiamo dovuto dividere le nostre utenze ulteriormente. E non soltanto abbiamo tralasciato di considerare la parte che consegniamo ai rivenditori, ad altissima tensione, ma abbiamo cominciato a non considerare neanche la parte che diamo ai grossissimi utenti. Ecco perchè le cifre non sono più omogenee, o quanto meno avrebbero bisogno di correzione.

Ing. Cenzato, Relatore. – Le cifre della Relazione sono omogenee, perchè anche noi abbiamo fatto delle esclusioni simili a quelle enunciate dall'on. Motta. Per esempio, abbiamo scartato Torino dove la discriminazione non ci è stata possibile.

On. Motta. – Allora noi, con l'aiuto del nostro ing. Mungioli, abbiamo fatto dei calcoli, e siamo pervenuti a questo risultato: che la spesa totale di immobilizzo di ricostruzione (nel senso che ho spiegato ieri) per kW assorbito dai nostri utenti con quella durata a cui ho accennato di 5000 - 5200 ore, è poco lontana dalle 10.000 lire. Il che vuol dire che è poco lontana dalle 2 lire per kWh. Ha ragione l'amico Cenzato di dire che questa cifra è ottimistica quando si estende per tutta l'Italia. Questa persuasione che sia ottimistica è entrata in me soltanto quando il nostro collaboratore Mungioli ha potuto terminare questa indagine.

Allora io, senza conoscere tutto quello che accade nelle altre aziende, ho fatto un giudizio sintetico, di quelli che sono basati sopratutto sulla vita pratica, e mi son detto: Ma se noi, a Milano, troviamo questo, manifestamente gli altri debbono trovare di più. Ecco perchè concordo col Relatore nel ritenere che quelle due lire di cui mi sono servito quando non avevo ancora gli elementi analitici sono un minimo, e non possono essere una media.

Sono anche d'accordo con lui nel ritenere che la distribuzione fatta in campagna esiga un immobilizzo ancora maggiore: e questa necessità è universalmente riconosciuta, non soltanto in Italia.

In una pubblicazione giunta dall'America vi sono dei dati e degli elementi che illuminano d'una luce completa il costo della distribuzione dell'energia elettrica in campagna per scopi agricoli, ed è detto quale contributo — o obbligati o indotti — è stato stabilito, quali sono i gravami di cui le società distributrici hanno dovuto caricare i loro utenti; e se l'ing. Mungioli potrà riferire su questo argomento vedrete che sono contributi veramente gravi, onerosi, perchè non è possibile ottenere vantaggi maggiori.

La cifra che vi ho detta esaurisce, si può dire, le ricerche, ma se voi volete un'analisi di essa, ve la posso anche fare per il complesso della Edison, naturalmente senza che questo possa essere di guida per giudicare tutte le altre situazioni.

Noi abbiamo un immobilizzo di circa 1000 lire di rame per le condutture, abbiamo un immobilizzo di circa 300 lire di ferro per le palificazioni delle grandi linee aeree. Avendo in Milano la distribuzione fatta con cavi sotterranei, si capisce che questa cifra per i pali di sostegno per le linee aeree è modesta, per noi pesa poco: in altre distribuzioni, probabilmente, questa cifra non mi stupirebbe che diventasse quadrupla. Le spese accessorie alle condutture, cioè tutte quelle che non sono considerate sotto le voci rame e ferro, come gli isolatori, i permessi di passaggio, le fondazioni dei blocchi, gli scavi e i ripristini in città per l'esecuzione delle tubazioni, eccetera, tutto questo pesa nientemeno che per 1900 lire per kW, ed è, però, una cifra modesta, trattandosi di uno degli impianti che è in condizioni migliori. Infine le stazioni di trasformazione, i cavi, le cabine di distribuzione e gli impianti presso terzi, vengono a pesare quasi per altre 1900 lire per kW, ciò che fa in complesso quasi 10.000 lire.

La situazione, dunque, dopo l'analisi che ha fatto l'ing. Cenzato, ha bisogno soltanto di essere integrata con l'analisi delle spese di esercizio. Anche questa è una analisi complessa, perchè è difficilissimo sapere quante sono le spese di esercizio riferite al kWh, e perchè bisogna fare, su molte di queste spese, un apprezzamento personale, e tagliarne magari alcune parti.

Per questo motivo io non credo affatto a tutti quei sistemi di precalcolazione delle tariffe che, secondo me, sono destituiti da qualsiasi parentela coni risultati pratici a cui si deve arrivare.

Ad ogni modo, vi posso dire che noi ci troviamo, nelle condizioni della nostra rete, a dover ritenere che ciascun kWh distribuito, come ho detto prima, soltanto fra una parte e non per la totalità degli utenti, dia un costo di circa 10 centesimi di spese vive.

Se l'immobilizzo è di due lire, « grosso modo », se le spese vive sono di dieci centesimi, si fa presto a vedere quale deve essere l'incasso medio. Bisogna stabilire, per l'immobilizzo, l'interesse che bisogna pagare, poi le imposte, bisogna poi aggiungervi le spese vive e l'ammortamento. Supponete di stabilire per ammortamento, imposte, interesse, anche soltanto un 12-13 per cento (il che è poco): fanno 26 centesimi. Ecco che si arriva alla necessità di introitare 36 centesimi come media se l'azienda deve potere, presumibilmente, vivere la sua vita.

Ma questo vale per un immobilizzo di due lire? Portate questo immobilizzo a tre lire, come è probabile in altri casi, e vedrete subito come la media degli incassi salga, senza contare che, aumentando l'immobilizzo, aumenteranno, con ogni probabilità, anche le spese d'esercizio, che non possono più rimanere nei limiti di 10 centesimi.

Ecco dunque che si arriva a questa conclusione, che è interessante, pur avendo tutti noi una competenza specifica ed essendo ciascuno di noi in grado di giudicare il proprio caso: che, nel caso degli impianti migliori d'Italia, l'introito medio non può essere inferiore a qualche cosa come 36-40 centesimi, se vogliamo che l'azienda abbia la possibilità di vivere la sua vita economica.

Quali sono le realtà di oggi? Il nostro Relatore ha detto che non abbiamo ancora raggiunto un equilibrio tra le tariffe e il costo dei nuovi impianti. Purtroppo è vero. E non l'abbiamo ancora raggiunto perchè gli incassi medii non raggiungono quelle cifre. Gli incassi medii sono ancora inferiori, anche per la Edison. La distanza, però, non è grande, onde io ritengo

che nel caso delle grandi reti che si possano paragonare a quelle della Edison, probabilmente lo sforzo da compiere per raggiungere l'equilibrio sarà ormai modesto. Non credo che sarà modesto in tutti gli altri casi, perchè, con l'analisi che abbiamo fatto, abbiamo veduto che Milano si trova nella posizione più favorevole.

Una esemplificazione. Le Ferrovie dello Stato avevano con le aziende fornitrici di energia dei contratti anteguerra i quali sono stati riveduti, « soi-disant », secondo le leggi che sono state emesse appositamente non per limitare e per imporre alle aziende elettriche il rispetto dei contratti di guerra, come qualcuno di noi stessi per eccesso di amore alla propria tesi, ha stampato, scritto e sostenuto, bensì proprio per favorire le imprese elettriche, per mettere le imprese elettriche in condizione di poter rivedere i patti contrattuali che senza il turbine monetario avrebbero dovuto essere sacri e rispettati.

Quindi l'intenzione del Governo è stata buona, ma i risultati che si sono raggiunti rispondono all'intenzione in modo che oggi le forniture, le grandi forniture fatte alle grandi amministrazioni dello Stato (diciamo alle Ferrovie, perchè è inutile fare dei misteri) si svolgano veramente a condizioni eque? Neanche per sogno, perchè le revisioni sono state fatte a denti stretti, con una interpretazione, da parte dei lodevolissimi funzionari, nell'interesse dello Stato, la quale è andata a finire completamente a carico delle aziende distributrici.

I contratti di una volta con le Ferrovie contenevano dei prezzi che andavano da 4 centesimi a 6 centesimi, a seconda delle prestazioni. Era manifesto che la revisione, per tener conto del costo di ricostruzione come l'ho definito ieri, doveva arrivare a moltiplicare quei prezzi per cinque, perchè se no non si tiene conto del valore degli impianti e dell'immobilizzo che essi hanno richiesto. Io non credo che ci sia nessuna società la quale sia riuscita a portare quei prezzi al disopra di 10 o 12 centesimi, come massimo. E parlo di quelle che sono state le più favorite perchè una parte notevole non è arrivata neanche ad ottenere quei prezzi.

E quando voi pensate che nell'analisi che stiamo facendo si arriva a dieci centesimi di spese d'esercizio, voi vedete che i prezzi per questi grossi contratti sono prezzi in perdita.

Naturalmente noi sappiamo per esperienza che quando andiamo ad affermare queste cose ai funzionari che se ne occupano, noi non siamo creduti. Dicono: Non è vero! Ma che perdita! Voi avete fatto gli impianti quando gli impianti costavano poco, e adesso incassate molto.

Naturalmente c'è molta abilità da parte dei nostri contraenti nel presentare delle ragioni simili, perchè non è vero che gli impianti di allora costassero poco. È soltanto l'espressione monetaria che varia.

Di riflesso — per quanto mi allontani un pochino dal tema — ecco la necessità per le imprese elettriche di rivalersi su altri utenti. Perchè questo è da tener presente: l'utenza deve dare all'impresa che vende l'energia un incasso totale che sia sufficiente a sostenere le spese totali dell'azienda e che lasci un margine sufficiente per dare il giusto dividendo, la giusta retribuzione al capitale. E se una categoria di utenti è privilegiata ingiustamente, se non paga quello che deve, sono gli altri che debbono pagare. Voi direte: Ma questo non è giusto. E io vi rispondo: Non è giusto, ma è umano. In tutte le aziende del mondo succede questo. Quando un fabbricante di bottoni o di tela stabilisce il prezzo del suo prodotto, l'amministrazione pensa essa ad aggiungere al prezzo di fabbricazione tutto quello che è necessario per ottenere il prezzo di vendita. E che cosa fa? Se l'amministrazione ha molti fallimenti aperti, il danaro che perde per i fallimenti, e che non incassa dai clienti negligenti, volontariamente o involontariamente, lo fa sborsare al consumatore diligente. È una legge universale, che il diligente paga sempre per il negligente: sempre, costantemente. E quindi anche nelle aziende elettriche questa legge universale deve essere osservata.

Ecco perchè, quando una categoria di utenti è ingiustamente privilegiata, debbono le altre categorie fornire la parte di introiti che non è fornita dalla prima.

Negli ultimi tempi abbiamo avuto, in modo particolare, delle accuse e degli appunti da una classe di utenti che è benemerita certamente dell'economia nazionale: gli agricoltori. Gli agricoltori reclamano a gran voce il trattamento di favore. Qualcuno ieri mi diceva che questo trattamento di favore è anche visto favorevolmente nelle sfere dirigenti, perchè si pensa che quelle aziende elettriche che vanno meglio, dovrebbero poter permettere alle consorelle che non vanno tanto bene di diminuire i costi a favore dei loro utenti agricoli, intervenendo loro. Ma questo, manifestamente, è tutto il sistema di economia del vaso unico. Se io dovessi fare una parabola completa e arrivare al fine della parabola, direi che questo è un sistema sovietista. Non ci sono che due principii che possono regolare le attività economiche nelle Nazioni: o il principio del rispetto della proprietà privata, o, se questo vien lasciato in disparte e si ammette di fare il cumulo, di fare la massa e di versare a questa massa tutti gli introiti e di attingerne tutte le spese. Manifestamente si arriva ad un principio che una volta era chiamato collettivismo: parola che aveva un sapore piuttosto innocente, ma che, in realtà, voleva dire comunismo.

Io non credo che le sfere dirigenti dei nostri agricoltori insisteranno nel richiedere un trattamento di questo genere: ma se dovessero insistere, noi dovremmo fare la resistenza lecita, onesta, doverosa, che ci è imposta dalla coscienza delle responsabilità che ci incombono e dalla persuasione, sopratutto, che soltanto seguendo la linea di condotta che noi indichiamo, possiamo ritenere, sperare e perfino credere di poter servire anche il Paese.

Le conclusioni definitive le prenderemo dopo che avremo sentito le altre due comunicazioni che riguardano lo stesso argomento. Dobbiamo ancora sentire che cosa costa la distribuzione in campagna e come, eventualmente, possiamo fronteggiare le richieste, i desideri di coloro che vorrebbero estendere le applicazioni agricole, le applicazioni domestiche, eccetera.

Ing. Battaglia. – Vorrei esprimere un desiderio.

L'ing. Cenzato ci ha fatto vedere, realizzandolo in quei diagrammi che ci ha mostrati, qual'è l'andamento del problema per i grandi centri. D'altra parte, l'ing. Casini ci parlerà di quello che è il problema nei riguardi delle campagne.

C'è un termine intermedio fra i grandi centri e le campagne, ed è quello dei centri medi, anche sparsi. E a me pare che potrebbe essere tema di un prossimo Congresso la continuazione dello studio che ha cominciato l'ing. Cenzato, nel senso di vedere che cosa viene a costare, di immobilizzi ed altro, la distribuzione dell'energia nel resto dei centri nostri di media e di piccola importanza. Dal diagramma dell'ing. Cenzato si vede anche che c'è una diversità enorme tra regione e regione. E nell'esame che si farà per gli altri centri sarebbe bene che risultasse anche questo, perchè, di solito, noi vediamo invece continuamente che si fanno delle generalizzazioni nei riguardi delle tariffe, mentre invece vi sono delle condizioni di realtà, che noi tutti conosciamo, rispetto al regime di vita ed alla ricchezza, che sono enormemente differenti da una regione all'altra.

Quindi sarebbe forse bene di far rilevare proprio questa enorme differenza in cui si trova la nostra industria da una regione all'altra.

Ing. Crivellari. – Vorrei domandare all'ing. Cenzato con quali criteri è stata limitata la zona che ha presa in considerazione, per esempio per Milano. Milano è una città in cui la densità della popolazione è molto grande nel centro, e va man mano decrescendo verso la periferia. A quali limiti il Relatore si è fermato nella sua considerazione della superficie della città? Perchè, se la città è molto lunga e stretta, la zona periferica a bassa densità influisce molto sul centro; invece, in una città come Milano, la zona periferica a densità di popolazione decrescente viene ad influire meno.

Poi vorrei sapere quali sono le utenze che sono state considerate: cioè se solamente quelle di luce, o anche quelle di forza motrice.

Ing. Cenzato, Relatore. – Anzitutto, poichè il Presidente e i colleghi, cortesemente, hanno ricordato come io abbia dovuto trovare al di fuori delle mie occupazioni giornaliere, che assorbono già una percentuale abbastanza alta delle ventiquattro ore, il tempo per fare la presente Relazione, voglio ovviare ad una dimenticanza che ho fatta prima: cioè quella di segnalarvi l'opera che mi ha dato l'amico ing. Galdo, il capo del nostro Ufficio Statistica, giovane qui presente, per il quale le cifre hanno una eloquenza particolare. Egli mi è stato validissimo collaboratore in una raccolta che, ripeto, non è stata molto agevole nè molto piccola, neppure considerata nella sua mole.

Io voglio poi ringraziare il Presidente del suo proposito. Già noi al Presidente dobbiamo una gratitudine che chiamerò imperitura. Veramente la gratitudine dovrebbe sempre essere imperitura, salvo di solito a non esserlo. Ma questa volta noi ci proponiamo che sia veramente imperitura la nostra gratitudine verso il Presidente per quello che è il cosidetto lodo di Milano. Il lodo di Milano ha segnato un punto così saldo per tutta la nostra economia tariffaria che noi non saremo mai sufficientemente grati all'on. Motta, per averlo difeso — come ha dovuto tenacemente difenderlo — di fronte agli assalti che sono noti a tutti.

La documentazione, poi, che il nostro Presidente si ripromette di fare, naturalmente conforta e dà l'altro punto di appoggio a tutti i nostri ragionamenti tariffarii, un punto d'ap-

poggio che è sopratutto estremamente interessante per quelli che si trovano nelle condizioni che ha accennato l'ing. Battaglia, di dover difendere delle tariffe che sono necessariamente molto più alte, in base a confronti su condizioni di fatto che sono dai più ignorate o, più o meno in malafede, contrastate.

Io voglio segnalarvi, a questo riguardo, qualche dettaglio. La materia, veramente, è tanto grande che io ho finito per preferire di sopprimere un po' tutto per non sapere che cosa scegliere.

Vorrei adesso accennarvi solamente quale altro riflesso ha la diversa caratteristica del centro, per quel che riguarda il carico di utenza, rispetto ad un altro fattore importantissimo, cioè rispetto alle ore di utilizzazione.

Io vi ho sempre parlato di un immobilizzo per kW ed ho parlato di un carico di utenza inteso come il carico massimo che noi mettiamo a disposizione dell'utenza.

Evidentemente è interessante sapere qual'è l'utilizzazione che l'utente fa di questo carico. Ora, se io avessi portato un altro diagramma simile a quelli che ho mostrati, noi avremmo trovato che l'indice di utilizzazione varia in una maniera abbastanza cospicua, varia, per esempio, da una cifra 1 (Bari) a 1,5 (Milano), inquantochè le ore di utilizzazione a Bari sono 1800, mentre a Milano sono 2700; in quanto — e qui rispondo in parte alle domande che mi sono state fatte — noi abbiamo considerato una certa categoria di utenza continua.

Io sono partito dal concetto di studiare la distribuzione cittadina sotto il punto di vista di studiare bene che cosa costa la piccola distribuzione all'utente luce, per le applicazioni domestiche, compresa quella forza motrice che è intimamente collegata alla distribuzione cittadina, e che dappertutto è fatta sulla stessa rete.

La discriminazione è stata difficilissima, e si è rivelata praticamente impossibile. Abbiamo però, ai fini di non falsare completamente le medie, escluso le grandissime forze motrici. Con l'ing. Ferrerio abbiamo stabilito nel numero di 31 i chilometri quadrati di Milano, di cui non saprei dire il perimetro; ma, al di fuori di questi 31 chilometri, e forse anche all'interno di qualcuno di essi, abbiamo escluso degli utenti importantissimi, che l'ing. Ferrerio vi potrà indicare nominativamente: la Breda, il Tecnomasio, la Compagnia Generale di Elettricità, per esempio, che sono dentro i limiti di quei 31 chilometri quadrati.

Altrove questo non l'abbiamo potuto fare, come per esempio a Torino, cosicchè anche per la ristrettezza del tempo abbiamo deciso di abbandonare questo studio per Torino.

È rimasta però dentro una parte di forza motrice considerevole. Abbiamo escluso gli utenti grossissimi che potevano falsare le medie e che possono essere sulla punta delle dita di chi dirige la distribuzione nei grandi centri. Gli altri sono rimasti dentro, per cui quelle medie indicate nella Relazione, alle quali ha fatto riferimento il Presidente, si riferiscono alla distribuzione complessiva di luce e di forza motrice, esclusa naturalmente la forza motrice di utenti industriali estremamente importanti e talmente cospicui da potersi considerare anche autorizzati a produrre domani l'energia elettrica per proprio conto.

E vengo a quello che ha accennato prima il senatore Corbino.

Da diverso tempo io penso che le due lire indicate dal nostro Presidente erano troppo modeste. Forse giustamente e volutamente modeste, per non aver l'aria di esagerare in una polemica indirizzata al grande pubblico italiano. E mi pare che queste cifre lo dimostrino perfettamente. Siamo ad una lira come costo di produzione per kWh. È una cifra ormai assodata, una bella cifra che teniamo in mente tutti con ogni facilità. C'è poi il costo dei grandi trasporti (escluse quindi le piccole linee di distribuzione) che io credo si possa stabilire in una cifra variante fra 25 e 30 centesimi per kWh distribuito. Alla somma delle due cifre va poi aggiunta la spesa per la distribuzione, la quale distribuzione è, indubbiamente, più a buon mercato nei grandi centri che nei piccoli centri. Tutti quelli che sono pratici di distribuzione sanno perfettamente (e l'ing. Battaglia accennava or ora alla cosa) che quando si va a dei centri un po' minori l'immobilizzo, naturalmente, sale, fino ad arrivare all'estremo limite nelle campagne, di cui ci parlerà l'amico Casini, nelle quali si arriva addirittura all'immobilizzo per il singolo utente, inquantochè il singolo utente riaffiora in sè, come unità, per porci davanti l'immobilizzo che dobbiamo fare per lui e, non per domandarci, ma per farci domandare a noi stessi come questo immobilizzo potrà essere rimunerato.

C'è poi da aggiungere che in questi centri minori vanno rapidamente diminuendo le ore di utilizzazione e vanno crescendo per conseguenza, le spese di gestione per kWh prodotto.

Di conseguenza io ritengo che le conclusioni generali che trarrà il Presidente dopo le Relazioni degli altri colleghi potranno ben essere approvate da noi, anche se egli crederà di dovere aumentare quella cifra di due lire che è stata più volte ripetuta.

On. Motta. – È utile mettere in rilievo che quando ho cominciato ad enunciare quella cifra di due lire, mi riferivo ai kWh prodotti, e non ai kWh venduti.

Il senatore Corbino probabilmente ricorda che quella cifra di due lire venne fuori la prima volta tre o quattro anni fa, quando esaminammo il finanziamento di cui abbisognava il gruppo Edison. L'abbiamo ottenuta per differenza dal 1922 al 1926. Erano cinque anni, e abbiamo visto che, « grosso modo », i kWh prodotti, cioè quelli immessi sulla rete, avevano richiesto un immobilizzo di due lire per ogni kWh.

Oggi, dopo gli studi di Cenzato e anche dopo gli studi di Casini e il contributo di tutti i colleghi — e dirò magari espressamente che questi contributi sono sostanziali — credo anch'io che questa cifra debba essere aumentata. Naturalmente è difficile dire di quanto, ma siccome ciò non è necessario per arrivare ai risultati ai quali tendiamo, possiamo anche dispensarci dal precisare quale sarà questo aumento.

Ing. Cenzato, Relatore. – Abbiamo, disgraziatamente, molto margine in questo campo.

Io avevo accennato alla spesa di gestione. La spesa di gestione è stata la ricerca più difficile per noi. Comunque, tranne Milano, che ha una condizione particolare, noi non ci siamo trovati in nessun centro a dover riscontrare delle spese di gestione minori di 15 centesimi. Da un minimo di 15 centesimi, che si ha a Milano, si sale ad un massimo di 30 centesimi per kWh distribuito.

Il nostro Presidente può citare giustamente, a titolo di esempio per noi, la Edison, che giova nelle discussioni di ordine generale. Io non posso citare, viceversa, le mie aziende, che ad una discussione di ordine generale non porterebbero nessun contributo.

Voglio solo accennare che gli immobilizzi che noi abbiamo in Puglia, in Basilicata, in Calabria sono immobilizzi che vanno dalle 5 alle 10 lire per kWh, e che in quella che è l'azione di penetrazione che una società deve svolgere, specialmente in Nazioni meno ricche, bisogna pur considerare il periodo di tempo nel quale gli immobilizzi restano inutilizzati, e tutto il periodo di avviamento il quale è molto grave, ed è tanto più grave quanto più chi ha iniziato quest'opera di penetrazione ha avuto quella che si chiama una visione lungimirante e ha pensato, su delle medie ragionevoli di kWh venduti, a stabilire fin dal principio delle arterie importanti, delle cabine largamente sufficienti a provvedere ai bisogni della regione, cioè quanto più è stato guidato da una visione favorevole all'interesse generale.

On. Motta. – A questo proposito vi vorrei dire un'altra cosa, che è quasi una confessione sul serio.

La cifra della Edison è veramente una cifra bassa. Purtroppo non si pubblica mai niente, perchè nessuno vuol dire mai niente, ma sarebbe interessantissimo che i capi delle aziende si decidessero invece a dire.

Però, quando dalle autorità centrali si è discusso il lodo di Milano, il consigliere delegato della Edison non ha voluto dare alla commissione centrale gli elementi perchè potesse giudicare qual'era il costo di gestione della Società Edison, non perchè volesse rifiutarsi di dare questi elementi, ma perchè sapeva benissimo quanto era difficile togliere dagli elementi complessivi della gestione della Edison, che distribuisce l'energia in una vastissima zona, quelli che sono particolari alla città di Milano. Ha fatto allora un ragionamento di una grande semplicità, che è stato infine accolto. Ha detto cioè: Io vi posso dire che cosa costa la produzione dell'energia, e vi metto a disposizione le cifre, perchè abbiamo degli impianti che voi potete sempre andare a controllare. Ma per le spese di gestione, noi vi invitiamo a rivolgervi all'Azienda Elettrica Municipale di Milano, la quale, gestendo esclusivamente nella città di Milano, è in condizione di poter dare delle cifre degne di fede in modo assoluto, e sopratutto omogenee, perchè riguardano la distribuzione nella sola città di Milano.

E credo che questo sia stato fatto, e credo che questa sia stata non ultima delle ragioni per le quali la pronuncia degli arbitri di Milano è stata confermata e trovata accettabile anche dalla Commissione di valentissimi funzionari, che il Governo aveva delegato ad esaminare questa situazione.

Presidente. – Se nessun altro chiede di parlare, dichiaro chiusa la discussione sulla Relazione Cenzato.

On. Motta. – Ed io vi invito di nuovo ad applaudire l'amico Cenzato. (*Vivissimi, prolungati applausi*).

Costo della distribuzione in campagna per scopi agricoli.

Presidente. – Do la parola all'ing. Casini, perchè svolga la sua Relazione.

Ing. Casini, Relatore, svolge la propria Relazione sul tema: *Costo della distribuzione in campagna per scopi agricoli.* (*Vivi applausi*).

Presidente. – L'ing. Casini, con una competenza che nessuno di noi certamente ha, perchè nessuno di noi accoppia la competenza nel ramo elettrico con la competenza nel ramo agricolo, come può accoppiarla l'ing. Casini, ha esposto il vero punto di vista di questo problema, che forse non ha tutta l'importanza che gli si vuol dare, ma che ha certo un'importanza, come ha detto l'ing. Casini, specialmente psicologica.

È certo — è stato ripetuto da noi, e non lo si ripeterà mai abbastanza — che il problema dell'elettro-agricoltura è un problema d'impianti e non un problema di energia; è un problema di immobilizzi.

Io ringrazio vivamente l'ing. Casini della lucida esposizione che ha voluto fare in aggiunta alla sua Relazione, già così interessante, e chiedo ai consoci se hanno osservazioni o chiarimenti da chiedere.

On. Motta. – Io non ho che da aggiungermi personalmente, nella mia qualità di vostro Presidente, per plaudire non soltanto alla competenza dell'ing. Casini, che mi dispiace di sentire soltanto per la prima volta, perchè a Pescara non lo potei ascoltare, ma per rivolgergli un complimento particolare per la chiarezza dell'esposizione e per la franchezza delle sue opinioni le quali, mi pare, non hanno bisogno di commenti di nessun genere.

Se però, dopo aver fatto questa dichiarazione, volessi trasgredirla, potrei aggiungere che nella bonifica integrale l'energia elettrica non credo abbia una importanza maggiore di quella che può avere nel problema generale dell'elettro-agricoltura. E questa è appunto la bonifica integrale che si fa in Italia col sistema che giustamente l'ing. Casini ha dichiarato essere necessario se si vogliono elettrificare le campagne, cioè con i danari dello Stato, perchè la bonifica integrale porta lo Stato a sborsare l'87 per cento del danaro che occorre, e i privati a sborsare il 13 per cento.

Si potrà discutere, da un punto di vista teorico altissimo, se questo sistema sia o no conveniente per l'economia nazionale, ma certo ha l'enorme vantaggio di semplificare ancora di più il problema. Nell'analisi acuta che ha fatto il collega Casini sono stati elencati alcuni elementi meritevoli di essere analizzati; ma quando l'87 per cento del capitale è fornito dallo Stato, l'analisi perde gran parte della sua importanza, ed è fuori di dubbio che il terreno d'intesa fra noi e gli agricoltori diventa di una facilità grandissima.

Ecco perchè, lasciando da parte, ripeto, le discussioni teoriche, se sia o no conveniente, e in caso quale utilità si possa ritrarre da una politica di governo di questo genere, non possiamo fare altro che associarci alla proposta che ha fatto l'ing. Casini. La sua documentazione, oltrechè molto importante, è esauriente, come egli stesso ha detto, perchè ha citato una quantità grandissima di elementi tolti dall'agricoltura di tutti i paesi, di tutti i climi, di tutte le latitudini; e dappertutto è stato constatato che bisogna provvedere nel modo che egli suggerisce per l'Italia.

Mi pare dunque che non abbiamo più nulla da aggiungere.

Ing. Ferrerio. – Avrei alcuni dati americani, della « New York Power Light Corporation ». Questa gente ha allacciato un numero notevole di utenti rurali, di fattorie: circa seimila fattorie. Ora, il quantitativo medio di energia fornito per fattoria risulta di circa 718 kWh annui, ossia all'incirca 20 kWh all'anno per ettaro.

Questo dimostra che il potere di assorbimento di energia da parte dell'agricoltura è trascurabile. Se si dovessero applicare gli stessi coefficienti a tutta l'Italia, comprendendo le zone coltivabili e quelle non coltivabili, si arriverebbe a malapena a 600 milioni di kWh all'anno.

Il che vuol dire che la questione dell'energia elettrica nel problema dell'elettrificazione delle campagne è assolutamente trascurabile.

E ora, in America, si sono trovati esattamente a dovere impostare il problema un po' come da noi. La difficoltà grave, cioè, è l'immobilizzo enorme che richiede la distribuzione dell'energia, immobilizzo importantissimo. E così anche loro hanno dovuto risolvere il problema in questo senso: o l'agricoltore paga al cento per cento tutti gli impianti che il distributore deve fare a partire dalla città più vicina (per città s'intende la grossa borgata, il punto dove si distribuisce l'energia soto forma normale) oppure l'agricoltore paga un canone annuo che possa ammortizzare al 6 per cento in un certo numero di anni lo sborso che fa il distributore; oppure, infine, deve garantire un minimo (quel famoso minimo che fa imbestialire i nostri utenti agricoli) che possa dare il modo al vettore di energia di ricuperare il danaro che ha impiegato.

Esaminando queste cifre, si trova per esempio che queste società, per ogni 33 metri di linea monofase pretendono un introito mensile di almeno lire 9,50. Non solo; ma questi distributori vogliono che l'utente paghi un minimo mensile per ogni locale, sia esso servito o non sia servito elettricamente. Quindi, se una fattoria comprende quaranta locali, anche se di questi solamente dieci hanno l'impianto elettrico, egli deve pagare questo minimo per tutti i quaranta locali.

Gli americani si sono preoccupati, però, di ridurre al minimo il costo degli impianti; e hanno trovato che il sistema più conveniente per la costruzione delle linee è quello di fare le linee in alluminio con l'anima di acciaio, e spingono la sollecitazione dei conduttori fino al 60 per cento del carico di rottura. Non solo, ma le linee le costruiscono con l'alta tensione superiormente, la bassa tensione inferiormente, a 60 centimetri di distanza; poi si mettono d'accordo anche con quelli che fanno il servizio telefonico, e mettono sullo stesso palo anche i fili telefonici. In questo modo riescono a ridurre il costo di queste linee a dei valori tollerabili. Ma bisogna vedere se da noi sarebbe possibile far questo! Il fatto è, però, che là si cerca di economizzare il più che sia possibile negli impianti, e le autorità non fanno ostacoli a che gli impianti siano eseguiti in quel modo.

Quando sono stato in America con il senatore Corbino, ho incontrato colà un nostro collega, il quale ritornava in Italia e che, dopo avere esaminato tutti questi sistemi, disse che aveva intenzione di scrivere un libro intitolato « Il paese dei miliardari ». Ma, badate bene, per lui il paese dei miliardari, non era l'America, bensì l'Italia! (*Ilarità*). Perchè noi, anche le più piccole cose che potremmo fare senza preoccuparci eccessivamente, le facciamo con dei criteri come se dovessero durare « aere perennius ».

Comunque, pur provvedendo con dei criteri così restrittivi a limitare le spese d'impianto, gli americani pretendono però per gli impianti dei compensi notevoli.

Quanto all'energia, il cui costo è calcolato a parte, essa è data a contatore libero, e il sistema che principalmente viene adottato è questo. Nel contatore libero c'è un primo « stop », un primo blocco di energia, a un prezzo determinato, poniamo di 7 cent., cioè di circa lire 1,30-1,40, compresa forza motrice, riscaldamento, luce, eccetera; poi il prezzo si abbassa per utilizzazioni superiori, sempre però garantendo quei tali minimi che servono a compensare le spese d'impianto.

C'è poi un altro rapporto, anche questo di una società americana, che però distribuisce l'energia in una zona tutt'affatto opposta, cioè sulle coste del Pacifico. Questa società fornisce due bollette: una riguardante il costo dell'impianto, un'altra riguardante il costo della fornitura di energia; cioè, da l'energia al prezzo a cui la fornisce in città, nella città più vicina, ma gli utenti debbono pagare poi il compenso per tutta quella che è l'estensione della linea dalla città.

Tutto questo che ho detto, in complesso, viene a confermare esattamente i risultati riscontrati dall'ing. Casini.

Presidente. – Io credo che su questo argomento non vi sia niente altro da aggiungere a quanto è stato detto così bene ed in forma esauriente, e perciò dichiaro chiusa la discussione sulla Relazione Casini.

On. Motta. – E rinnoviamo il nostro plauso all'amico Casini. (*Vivissimi, prolungati applausi*).

Stato attuale e possibilità future nelle applicazioni domestiche.

Presidente. – La parola all'ing. Pedrini, perchè svolga la sua Relazione.

Ing. Pedrini, Relatore, svolge la propria Relazione sul tema: *Stato attuale e possibilità future nelle applicazioni domestiche.* (*Vivi applausi*).

Presidente. – Anche il problema delle applicazioni domestiche è stato trattato dall'ing. Pedrini con larga documentazione e con molti dati.

La conclusione alla quale egli è arrivato è quella alla quale siamo sempre giunti noi in tutte le discussioni del genere, e cioè che per le piccole applicazioni, l'« entrave » maggiore è quello della tassa. È noto che in tutte le Nazioni nelle quali si è potuto avere uno svolgimento più ampio di queste applicazioni, si è avuto questo svolgimento mediante un sistema di tariffe che da noi sarebbe impossibile di adottare, vale a dire tariffe differenziali che permettono qualunque uso di energia sotto un medesimo contatore, con una medesima presa, con tariffa diversa a seconda delle ore di utilizzazione, e con tariffa di giorno e tariffa di notte.

Questo si fa a Parigi, in Svizzera, in Germania, dappertutto. Si può fare eccezione per quegli apparecchi che, come giustamente ha detto l'ing. Pedrini, avendo una ubicazione fissa, come le cucine, gli scaldabagni, e simili, possono essere allacciati con una presa a parte, separata, la quale è anche giustificata dal consumo abbastanza rilevante di questi apparecchi.

Io mi permetto di essere meno pessimista dell'ing. Pedrini per l'applicazione dei frigoriferi. È certo che i frigoriferi adesso costano ancora molto; però è certo che il prezzo va diminuendo, anche con la fabbricazione nazionale; e io credo che una certa applicazione anche per i frigoriferi domestici potrebbe essere interessante. Questa potrebbe essere una terza categoria di apparecchi che potrebbero essere allacciati al circuito di tariffa a prezzo minore, tanto più che se le applicazioni frigorifere sono forse viste meno bene da quelle aziende appenniniche dell'Italia centro-meridionale, dove l'energia è più abbondante d'inverno che d'estate, possono essere viste invece meglio dalle aziende settentrionali che hanno un rapporto inverso nella disponibilità dell'energia.

Una considerazione che però bisogna fare e che, credo, è altrettanto capitale che quella della tassa, è evidentemente quella della potenzialità finanziaria delle nostre famiglie medie. È certo anche che uno dei coefficienti che contribuiscono di più ad incrementare le applicazioni domestiche è quello del caro costo del personale di servizio. Nelle nazioni dove il personale di servizio è assai più caro che da noi ed inoltre assai più difficile da trovare, si può ammettere di spendere delle cifre anche notevoli in impianti e delle cifre abbastanza notevoli di consumo per risparmiare il personale di servizio. E noi vediamo che le applicazioni elettriche domestiche sono più sviluppate là dove la massaia è obbligata ad accudire personalmente alla maggior parte delle operazioni familiari. Da noi le condizioni sono ancora diverse, e perciò è molto più difficile che la famiglia, che ha anche minore disponibilità finanziaria, si accolli delle spese di impianto e di esercizio notevoli.

Una analoga considerazione è da farsi anche un po' per le applicazioni agricole, perchè — tornando un po' indietro, alla comunicazione dell'ing. Casini — io debbo dire che recentemente, per esempio, è stata fatta una inchiesta nella Provincia di Milano, dal Sindacato Ingegneri, per l'elettrificazione dell'agricoltura, e si è trovato che quasi tutte le fattorie sono allacciate; ma nelle dette fattorie ben poca energia si adopera, perchè molte di quelle operazioni che si potrebbero fare con l'energia elettrica, vengono fatte manualmente, perchè la mano d'opera non solo costa poco, ma si può addirittura considerare in parte come gratuita, dato che il personale c'è e bisogna pagarlo anche se non lo si adopera.

On. Motta. – L'ing. Pedrini ha accumulato una quantità di osservazioni interessantissime. Raccomando ai colleghi di leggere e di ponderare la sua Relazione, perchè ci sono dentro molte osservazioni interessanti.

Una delle preoccupazioni che egli ha esposte quest'oggi serve anche a mostrare quanto sia fondato il nostro lagno per l'altezza della tassa di consumo sull'energia elettrica. Egli ha detto: Succede che se noi distacchiamo dal circuito luce degli apparecchi di utilizzazione domestica, per fare un vantaggio dell'economia nazionale, noi introitiamo meno e vendiamo di più. Naturalmente non è per questo motivo che si esercita una industria. Ebbene, la tassa ha proprio anche questo inconveniente: che impedisce — e impedisce sul serio — proprio per questa preoccupazione, di vendere dell'energia a quel prezzo al quale saremmo anche disposti a venderla.

Uno dei sistemi per ovviare a questo inconveniente sarebbe non soltanto di vendere a tariffe multiple a seconda delle ore, ma il sistema americano, che è di una semplicità fantastica. Cioè se non avessimo l'imposta sulla luce, noi potremmo vendere l'energia col sistema americano, vale a dire: i primi 1500 kilowattora, poniamo, ad una tariffa *A*, i successivi 1500 ad una tariffa *B*, e così via. Ma finchè avremo 75 centesimi d'imposta e di tassa sul consumo, è vano sperare e farsi delle illusioni.

Già, intanto, la missione che abbiamo mandato in America, presieduta dal senatore Corbino, aveva riportato questa impressione; che anche negli Stati Uniti le applicazioni domestiche dell'energia rappresentassero una piccola percentuale, in fondo, del consumo: il 4 per cento al massimo. Qui da noi, dove, al contrario di quello che avviene in America, esiste la tassa, e una tassa di 75 centesimi, manifestamente non possiamo illuderci di avere una percentuale maggiore.

Con questa conclusione finale, io ringrazio nuovamente il collega Pedrini, e invito i colleghi a trovarsi riuniti domattina alle 8 e un quarto per la partenza.

La seduta è tolta alle ore 19.

LA TERZA GIORNATA (31 Maggio)

Seduta di chiusura.

Relazioni: Incidenza della spesa dell'energia elettrica sui vari bilanci. - Legislazione comparata.

La seduta del Congresso si apre alle ore 16.30, sotto la Presidenza dell'*On. Motta*.

Presidente. – La parola è all'ing. Taccani perchè svolga la sua Relazione.

Ing. Taccani, Relatore, svolge la Relazione sul tema: *Incidenza della spesa dell'energia elettrica sui vari bilanci.* (*Vivi applausi*).

Presidente. – Io credo che, su questo argomento svolto dall'ing. Taccani, non ci sia neanche la possibilità di aprire una discussione, perchè si tratta di una constatazione di cifre di incidenza le quali, a meno che qualcuno dei colleghi non abbia fatto un'indagine particolare per portare un nuovo contributo a questa constatazione, non mi pare che sia il caso di addentrarsi a discuterle, tanto più in quanto dovremmo avere la possibilità, per concludere, di fare qualche cosa d'altro.

IL DISCORSO DI CHIUSURA DEL PRESIDENTE

Dovremo ora passare — ha detto l'on. Motta — a discutere la Relazione dell'Ing. Cesàri sul tema: *Legislazione comparata*. Il confronto fatto dal relatore Ing. Cesàri fra le diverse legislazioni è molto interessante. La relazione sarebbe certamente altrettanto interessante se egli la potesse svolgere verbalmente: purtroppo ne è impedito dalla impossibilità di parlare.

Legislazione comparata.

Ma io oso dire che l'interesse di una Relazione simile esorbita dalla nostra assemblea, mentre sarebbe molto utile fosse discussa in un campo assai più vasto del nostro. Noi, infatti, siamo già tutti persuasi di ciò che noi diciamo; questa persuasione bisognerebbe trasfonderla nella mente degli altri, appunto perchè siamo qui in un campo un po' diverso dalle ricerche di carattere quantitativo ed economico che hanno formato il pernio del Congresso La materia della legislazione è materia eminentemente opinabile, come dicono gli avvocati, ciò che non si può dire della materia svolta finora. Quando si tratta, ad esempio, di determinare la quantità di energia di cui è dotata l'Italia, ci sarà beninteso, un margine alla incredulità perchè ci sono errori inevitabili nelle valutazioni, ma c'è un freno potente che impedisce all'opinione di fare voli pindarici. Quando si tratta di determinare il prezzo a cui si può vendere l'energia, possono gli utenti chiedere, sostenuti dal compianto senatore Teofilo Rossi, che si arrivi ad averla gratis, ma c'è una forte rémora a questo volo nell'interesse e nelle necessità di retribuire il capitale impegnato nell'industria anche se l'acqua non costa niente. Invece, quando si tratta di legislazione, la materia è sempre opinabile, perchè i legislatori — quelli, per lo meno, che sono degni di questo nome — possono cambiare la faccia del mondo.

Abbiamo infatti visto qui, da noi, quello che è successo. Voi tutti ricordate i momenti paurosi della lira che andava a rotoli. C'è stato un uomo il quale, a Pesaro, ha dichiarato che era ora di finirla, e — cosa meravigliosa, stupefacente — la lira si è fermata. Si era sempre creduto che non potesse bastare la dichiarazione di un uomo, per quanto idolatrato dal suo popolo, per quanto potente, a fermare il corso dei fenomeni economici.

Si è sempre sentito dire che tutto si può fare, salvo che arrestare il corso delle leggi economiche, le quali erano diventate, con questa affermazione una tale «tabù» che non si vedeva il modo di sfuggire alla loro presa potente. Ma si dimenticava che i grandi fenomeni economici, e sopratutto i grandi fenomeni finanziari, sono anche dei fenomeni psicologici. Ecco come si spiega il risultato ottenuto dall'Uomo che ha sulla Nazione italiana un ascendente psicologico quale mai non si dette l'eguale da che la Nazione esiste; neanche l'ascendente di Garibaldi, che pure fu grandissimo, può essere lontanamente paragonabile al dominio spirituale del Capo del Governo.

Dicevo che nel campo della legislazione, e perfino nel campo della trasformazione delle grandi idee, ci troviamo di fronte ad una materia eminentemente opinabile. Ecco perchè in teoria non si può dimostrare erronea, cioè non si può rifiutare *a priori* l'opinione che lo Stato abbia a intervenire in materia di prezzi e di tariffe dell'energia elettrica. Noi possiamo sforzarci di dimostrare bensì che ciò sarebbe deleterio; ma se l'opinione di coloro che hanno la responsabilità di decidere ci fosse contraria, l'intervento avverrebbe.

Nè crediate che, se lo Stato intervenisse, sarebbe la fine del mondo. Neanche per sogno! L'uomo è un animale eminentemente adattabile, e troverebbe il modo di adattarsi anche a questa nuova situazione di cose. Indubbiamente ci sarebbe uno sconquasso in principio; come ci sono sempre degli scompigli allorchè avvengono dei cambiamenti importanti, ma poi si troverebbe la via. Forse cambierebbe la derivata della curva che rappresenta il fenomeno; ma potrebbe darsi che non cambiasse; esprimere dei giudizi obiettivi su questa materia è molto difficile, direi impossibile.

In ogni modo è certo che il comportamento legislativo dei diversi Stati del mondo nei riguardi del nostro servizio è diversissimo.

È forse questa una ragione perchè noi copiamo ciò che hanno fatto gli interventisti se mi permettete l'espressione? Io dico di no, dico invece che, poichè abbiamo la fortuna di avere un Governo talmente forte nell'opinione pubblica da poter decidere qual'è la direttiva da imprimere ad un determinato servizio, noi abbiamo il dovere di fornirgli tutti gli elementi di giudizio, di illuminarlo nel modo più completo possibile, affinchè le sue decisioni siano le più maturate, le più utili al paese.

Legislazione razionale.

E, dicendo questo, mi accingo ad esporvi il mio pensiero nitido su quelle che sono secondo me, le pretese di una legislazione razionale in fatto di industria elettrica.

Non a caso abbiamo messo insieme i due temi trattati dai due colleghi che siedono alla mia destra e alla mia sinistra, perchè io fondo la legislazione razionale sulla constatazione dell'incidenza dell'energia sui vari bilanci dei cittadini.

Io mi sento le viscere commosse dalla domanda che si è posta taluno: Come è possibile che il Legislatore rimanga estraneo ad un commercio il quale mette il consumatore in condizione di evidente inferiorità rispetto al produttore, perchè gli toglie la libertà di discutere il prezzo?

Voi capite che, impostato a questo modo il problema, non c'è che far fagotto ed abbandonare la lotta perchè abbiamo torto marcio. Perchè l'aspirazione, la spinta di ciascuno, il bisogno di tutti sono quelli di discutere il prezzo del prodotto del quale necessitiamo. È un bisogno insopprimibile. Si va dal cappellaio e si discute il prezzo del cappello. Si va dal calzolaio e si fa altrettanto, e così via di seguito.

Dunque, impostata a questo modo, la questione è bell'e risolta.

Infatti si soggiunge: Poichè non è fattibile, nella pratica, che ciascuno degli utenti discuta il prezzo dell'energia, diamo questo diritto di discutere in confronto del distributore a chi rappresenta l'universalità dei consumatori. Uno schema teoricamente più perfetto di questo, non si potrebbe combinare.

È un vero peccato, però, che questo schema lo abbiano prima scoperto e poi sempre adottato i socialisti, e che il socialismo abbia fatto un fallimento così clamoroso che adesso il ritratto di Marx non lo si trova neanche più nel solaio dove l'aveva relegato un certo giorno Giolitti.

Mi sapete voi dire comunque perchè questo ragionamento non debba valere, oltrechè per l'energia elettrica, anche per qualsiasi altro prodotto il quale praticamente, se non per delle ragioni di necessità assoluta, sia venduto ad un prezzo che non possa essere discusso dal compratore? Fate, in coscienza, un'analisi, e ditemi quanti sono i prodotti dei quali potete discutere seriamente il prezzo. Perchè è nascondersi dietro un dito perfino il dire: Ma se io trovo che il cappellaio del Corso pretende troppo, vado da quello di Via del Tritone. Probabilmente, tutti e due comprano il cappello da Borsalino, il quale forse impone ad entrambi lo stesso prezzo di vendita. E non è recente il cartello dei siderurgici patrocinato si dice dallo stesso Governo?

Dunque, non bisogna considerare il fenomeno secondo l'aspetto volgare nel quale si presenta ai singoli, ma bisogna considerarlo da un punto di vista più alto.

Quando la produzione è concentrata nelle mani di pochi — ed il progresso consiste nel concentrare sempre più la produzione — il prezzo del prodotto non può essere discusso da nessuno, perchè è sempre il produttore che fa il prezzo. E del resto, da che Adamo ed Eva hanno prolificato fino a generare quel miliardo e mezzo di esseri umani che popola la Terra, si è sempre usato che il prezzo di un determinato prodotto lo faccia colui che lo detiene, salvo a colui che lo deve comperare di non acquistarlo se non conviene.

Ed è qui dove io torno ad aver torto di fronte a colui che ha fatto il ragionamento: Ma come potete tollerare che la massa dei consumatori sia lasciata inerme nelle grinfie del produttore unico di un prodotto *necessario, insostituibile* ?

Ma la discussione che vantaggio può dare?

Allora chi come me sente la necessità assoluta di non perdere di vista il realismo nell'esame di qualsiasi questione, piega a destra — o a sinistra, se volete — e dice: Prima ancora di discutere — ciò che faceva Bisanzio — se e quale sia il sistema tollerabile e giusto, analizziamo qual'è il risultato dell'adozione dell'uno o dell'altro sistema. Perchè, manifestamente, è inutile cambiare se per dirla coi francesi *le jeu ne vaut pas la chandelle*. Ecco perchè io mi metto a braccetto dell'amico Taccani, e prendo ad esaminare con lui l'incidenza dell'energia elettrica sul costo della vita.

Esaminiamolo a fondo, questo problema; accettiamo tutte le correzioni logiche, oneste, che gli avversari in buona fede ci possono fare; consideriamo che non soltanto si debba riferire il costo dell'energia elettrica al valore del prodotto, prendiamo anzi in considerazione soltanto l'apporto di valore che dipende dalla lavorazione fatta con l'energia elettrica. Manifestamente ci mettiamo su un terreno di ragionevolezza che non può essere nè denegato, nè allargato.

Ebbene, io vi ho citato l'altro ieri una cifra complessiva dell'incidenza dell'energia elettrica sull'apporto di valore dato dalla lavorazione dei prodotti industriali in tutti gli Stati Uniti: e quella cifra vi dice che arriviamo, si e non, al cinque per cento. Ma, badate, questo succede in America, dove la quantità di forza motrice messa a disposizione di ogni operaio è quasi di cinque cavalli, mentre in Italia è appena di un cavallo e mezzo. È ben lecito allora dire che l'incidenza del costo dell'energia sulla trasformazione dei prodotti da noi deve essere forzatamente minore della percentuale d'America.

Mi si può obiettare: che la quantità di prodotto sia là in rapporto al consumo di energia proporzionalmente maggiore che da noi. Ma l'obiezione non reggerebbe, perchè è impossibile che la maggior meccanizzazione abbia ad apportare un incremento nel prodotto che sia superiore all'incremento della percentuale d'incidenza. È impossibile perchè la meccanizzazione, che chiamerò anche la razionalizzazione, non fa altro che sostituire l'opera dell'energia elettrica al lavoro umano, e sostituendo l'una cosa all'altra non si ottiene, manifestamente, di poter rovesciare il valore delle due incidenze. Qualche indagine condotta qui da noi suffraga la mia conclusione.

Orbene se già l'incidenza totale, considerata a questo modo, dimostra che la nostra tesi è ragionevole, anzi inattaccabile, anche l'analisi delle incidenze parziali conforta il risultato a cui noi giungiamo.

L'ing. Taccani vi ha dimostrato, con la Relazione testè riassunta, che l'incidenza dell'energia elettrica sul costo della vita nelle famiglie — è notorio — non arriva all'uno per cento. Il Comune di Milano stampa, sul suo bollettino mensile, il bilancio tipo per la famiglia media, (una composizione astratta, formata di cinque persone), la quale dovrebbe spendere, stando al Bollettino della Città di Milano, all'incirca 13.000 lire all'anno. E questa famiglia dovrebbe spendere 104 lire di luce, che diventeranno 120 o 130 forse col luglio prossimo cioè precisamente quel tale uno per cento che si diceva. (L'utente ha poi una incidenza maggiore, perchè altri 75 centesimi deve pagare al Comune e allo Stato: ma noi, per questi, non siamo che degli esattori).

Dunque, l'incidenza, per le famiglie, è dell'uno per cento. E il bilancio delle famiglie è appunto la preoccupazione maggiore di coloro che ci contestano il ragionamento da cui io sono partito, perchè essi dicono: Come volete ammettere che un utente, il quale ha bisogno di quel prodotto e non può discutere il prezzo, non sia tutelato da nessuno? Lasciamo andare l'*insostituibilità* che è tutta relativa e che oggi dopo l'enorme spere-

quazione tributaria esistente a vantaggio del gas illuminante costituisce una affermazione gratuita e potrebbe diventare (*quod Deus advertat*) una dolorosa delusione per gli elettricisti! Certo è che con questo ragionamento, manifestamente, non si può alludere che alle famiglie ed ai piccolissimi utenti i quali a priori non possono avere alcuna *convenienza* a crearsi con mezzi propri l'energia di cui abbisognano. Infatti gli utenti medi ed i maggiori non possono aver bisogno di questa tutela. Non gli utenti medi perchè, ad onta del leggero scetticismo del nostro amico Mainardis, il Diesel è in condizione di dare dell'energia che in molti casi tien testa (o ben poca differenza presenta) all'energia delle distribuzioni centrali; meno ancora gli utenti grandissimi, perchè quelli, poi possono anche farsi delle centrali idrauliche magnifiche e prodursi energia in condizioni perfettamente identiche alle nostre. Voi sapete infatti che molti grandi industriali d'Italia quelli particolarmente che a un determinato momento, si trovarono con abbondanza notevole di utili, hanno impiegato questi utili nella costruzione di centrali idroelettriche e si sono fabbricata la loro energia, e non c'è alcun motivo per credere che a loro costi diversamente che a noi. Ad ogni modo, essi si sono potuti svincolare da questo affermato e temuto monopolio gravissimo per l'attività economica della Nazione.

E a chi potrebbe in teoria dare vantaggio.

Dunque, se il ragionamento che ci viene opposto per tentare di giustificare la necessità astratta dell'intervento della collettività chiamata Stato, nella determinazione delle tariffe, può avere un campo di applicazione, lo può avere soltanto per i piccoli utenti familiari e per i piccoli di forza motrice. Ecco perchè mi baso specialmente sulla incidenza di questi utenti per dimostrare che, nel campo della realtà, e fuori di una discussione astratta e teorica, la necessità dell'intervento dello Stato vien meno. E perchè vien meno? Perchè *ubi major, minor cessat*: perchè sarebbe fuor di proposito, e sconsigliabile sotto tutti i punti di vista, che l'autorità si perdesse dietro ad un problema che non ha importanza pratica o in altre parole non ha che scarso peso relativo, mentre tanti altri problemi che hanno un'importanza ben maggiore attendono ancora la loro risoluzione.

Un esempio solo. Non si vende il pane a dei prezzi variabili da luogo a luogo per la stessa qualità? Aprite, come faccio io di tanto in tanto il Bollettino Statistico del Prof. Gini; provate a scorrere la tabella dei prezzi del pane nelle diverse Provincie d'Italia, e vedrete che il pane, della stessa identica qualità, si vende a dei prezzi che sono variabili da 1,10 a 1,80, e, di un'altra qualità, da 1,40 a 2,20, a seconda delle diverse Provincie. Ora il pane rappresenta per la Nazione italiana un onere complessivo che è dell'ordine di una diecina di miliardi almeno, probabilmente quindici piuttosto che dieci.

Dunque, è un problema gigantesco, in confronto al problema dell'illuminazione elettrica delle famiglie o a quello delle applicazioni domestiche, perchè è almeno dodici o quattordici volte maggiore.

Ed è concepibile che si possa seriamente, e intendendo di rafforzare il concetto dell'autorità, consigliare al Governo di preoccuparsi del prezzo dell'energia elettrica col falso presupposto che i venditori sfruttano il povero popolo e lo fanno gemere sotto le loro catene? Non è manifestamente possibile; manca la base economica alla pretesa.

Si trova forse il fondamento per le piccole industrie? Meno che mai. Qui pure l'incidenza del costo dell'energia è così scarso da poterlo in tutto o per tutto comparare al problema familiare ed a quello agricolo.

Al qual proposito non saremo mai abbastanza grati al collega ing. Casini per la sua chiara irrefutabile definitiva dimostrazione che la vera, unica, grande difficoltà che ostacola l'elettrificazione dell'agricoltura è l'enorme costo degli immobilizzi a ciò occorrenti, i quali per sè stessi pesano in misura tale da impedirci per sempre di poterlo considerare come un problema nostro ed esigono invece che venga ritenuto, com'è, un problema agricolo.

Per farlo diventare un problema nazionale, cioè risolverlo a carico dello Stato, come si sta facendo per la coltivazione del grano e per le bonifiche, bisogna ancora dimostrare o almeno persuadere che il vantaggio conseguente alla elettrificazione sia tale per natura e misura da giustificare l'enorme dispendio.

Dunque la affermata necessità di far cessare l'iniqua insussistente inferiorità del piccolo consumatore di fronte al venditore di energia elettrica rimane basata esclusivamente su una visione politica che io oserei dire demagogica e che oso definire in questo modo anche qui, perchè l'ho già definita così tutte le volte che ho parlato di questo argomento in tutti gli angoli d'Italia. Se infatti si arrivasse all'assurdo di regalare l'energia elettrica alle famiglie ed all'agricoltura italiana — le famiglie e l'agricoltura si troverebbero praticamente nelle stesse condizioni economiche in cui si trovano oggi.

L'inutilità di un intervento.

Dunque, il massimo risultato teorico, anzi assurdo, cui si potrebbe giungere con l'intervento statale, — annullare il prezzo di vendita dell'energia, — lascerebbe i cittadini italiani nella stessa identica condizione in cui si trovano oggi. E quando vi dico che li lascerebbe nella stessa identica condizione, intendo riferirmi non soltanto al consumo familiare ed agricolo, ma anche al consumo di tutta quella massa di piccoli utenti a cui ho accennato prima e per i quali soltanto può essere concepibile di porre il problema dell'intervento di un'autorità tutoria.

Mi sono spiegato a sufficienza? Vi pare che un ragionamento simile possa seriamente temere di essere obiettato? Io non lo credo, perchè quando noi facciamo l'ipotesi assurda di regalare l'energia e ne tiriamo le conseguenze che abbiamo vedute, manifestamente annulliamo di colpo tutte le preoccupazioni di carattere economico che ci vengono contestate per giustificare un intervento che non può arrivare all'assurdo. Nelle discipline matematiche questa si chiama appunto *dimostrazione per assurdo*.

Perchè cambiare?

Allora, in queste condizioni, io dico: Perchè la nostra legislazione deve essere cambiata? In omaggio ad una preoccupazione demagogica? Ma se l'entità del problema non lo consente e non lo richiede? È sapienza politica fare una legge che si occupi del prezzo del prezzemolo? Non lo credo, perchè il prezzemolo, pur essendo un ingrediente utile, fragrante, saporito magari, non è certamente una delle basi del costo dell'alimentazione; e nessuno si occupa del prezzo del prezzemolo.

L'energia elettrica, in tutti i casi ai quali ho limitato il mio dire, fa la parte del prezzemolo. Dunque dobbiamo avere la forza, il coraggio, l'ostinazione (rubo la parola al nostro benemerito Ministro degli Esteri, il quale ha detto che bisogna essere pazienti ed ostinati: io sono impaziente, ma ostinato lo sono) dobbiamo essere ostinati, persuasi, convinti che la nostra tesi è la buona, e che cambiare la legislazione e l'indirizzo di governo seguito fin qui e che ha permesso alla nostra industria di diventare totalitaria, mentre in nessun'altra Nazione d'Europa, fuorchè nella Svizzera, lo stesso risultato è stato raggiunto, sarebbe un errore colossale.

Il quale in che cosa si sostanzierebbe? E vengo all'ultima parte, e riassumo quelli che sono i risultati del Congresso. Si concreterebbe nella molto maggiore difficoltà frapposta alle imprese elettriche di finanziarsi. Ecco in che cosa si concreterebbe ! Si crede che questo risultato sia trascurabile? Si crede molto più importante diminuire il prezzo del prezzemolo? Va bene: lasciamo fare la loro strada ai difensori del prezzemolo, ma noi facciamo la nostra, e facciamola con animo deliberato per sostenere la nostra tesi, davanti agli Uomini eminenti cui spetta la decisione.

Tre questioni.

Il congresso è stato indetto per illuminare delle questioni che si possono riassumere così:

Quanta energia esiste in Italia, suscettibile di trasformarsi in energia elettrica? – Prima questione.

Quanto costa la produzione e la distribuzione di questa energia, fino a metterla a disposizione della popolazione? – Seconda questione.

Quanto è l'onere finanziario che la Nazione deve accollarsi per poter risolvere questo problema? – Terza questione.

L'energia disponibile.

Quanta energia può essere trasformata in Italia in energia elettrica? L'ho già detto prima: idraulicamente saranno fra trenta e quaranta miliardi di kWh in totale. Oggi siamo a undici miliardi: siamo dunque fra il terzo ed il quarto, molto più vicino al terzo che non al quarto della quantità totale di energia di cui disponiamo. C'è da aggiungere la quantità di energia che può essere prodotta coi combustibili. Credo di poter riassumere il pensiero di tutti noi, dicendo che il combustibile non è il prezzemolo rispetto all'energia idraulica, ma poco di più, e che quindi non è il caso di addentrarci a farne il conto. Se volessimo esprimere un pensiero di cittadini coscienti, potremmo anche augurarci che questo poco combustibile non sia sperperato, oggi nè mai, negli anni nei quali possiamo procurarci diversamente il modo di fronteggiare i nostri bisogni. Perchè la prudenza insegna a

conservare le risorse per i momenti di difficoltà. Ma siccome questo campo non è affidato a noi, abbiamo fiducia che gli uomini responsabili sapranno prendere le loro decisioni in questo senso: per noi, obiettivamente parlando i combustibili italiani non hanno che scarsissima importanza.

Il costo dell'energia.

E qual'è il costo dell'energia di cui noi possiamo disporre? L'amico Cenzato vi ha dimostrato nella sua relazione che io sono un ottimista. Io, veramente, ho sempre creduto di essere un pessimista, perchè ho sempre guardato ai fenomeni ed ai fatti che accadono intorno a me, con la preoccupazione che ne possa derivare un danno. Ma egli, ha ragione di dire, quando io ho enunciato una cifra « a sentimento », come si suol dire, di due lire per kWh (sia pure per kWh prodotto, cioè affidato alle linee) che forse sono stato un poco ottimista. Anzi lo sono stato senz'altro. Però mi pare che nessuno di noi può più dubitare che la cifra di due lire sia il minimo; che, probabilmente, bisognerà spesso arrivare a tre. Mi pare dunque che potremmo essere tutti d'accordo nel ritenere che, dopo le discussioni fatte, noi riteniamo che l'investimento necessario per produrre e affidare alle linee un kWh sia compreso fra le due e le tre lire.

L'onere finanziario.

Supponiamo — è questo un altro degli elementi su cui vi chiederò di essere autorizzato a formulare alcune conclusioni — che l'incremento, invece di continuare nella misura del dieci per cento medio che è stata constatata nel settennio dal 1922 al 1929, continui nella misura media del sei per cento, cioè nella misura di 660 a 700 milioni di kWh all'anno, nelle condizioni attuali. Ciò vorrà dire che occorrono almeno un miliardo e seicento milioni tutti gli anni, diciamo mediamente due miliardi, per fare una cifra tonda.

Ho detto l'altro giorno che il risparmio italiano, anche a parere degli economisti, che ne sanno più di me, può valutarsi a una cifra superiore agli otto miliardi. Ora il trovare due miliardi tutti gli anni in una Nazione che ne risparmia otto, e che aumenta la sua popolazione di 400.000 abitanti, è pressochè impresa impossibile (non dico disperata): è un'impresa, in ogni modo, ben ardua. Ho detto prima che i grandi problemi finanziari sono dei problemi psicologici. Si troveranno questi denari? Ecco il punto interrogativo.

Vi rispondo: Si troveranno se gli uomini che li debbono dare avranno la sensazione che, investendoli in modo immobiliare — cioè, badate bene, in modo da non poterli ritirare mai più — avranno il loro tornaconto: e se non lo troveranno, preferiranno comprare del Consolidato.

È nell'interesse della Nazione che questo accada? È nell'interesse della Nazione che il problema dell'approvvigionamento dell'energia elettrica sia risolto con sicurezza e con tranquillità, senza il pericolo che ad un certo momento se ne arresti lo sviluppo? La risposta non è dubbia.

E se questo è l'interesse della Nazione, mettiamo in disparte le preoccupazioni bizantine del riconoscimento del diritto astratto del cliente che consuma settanta lire di luce all'anno, di discutere il suo prezzo singolo col suo fornitore, e lasciamo stare le cose come sono.

È una sapienza, come vedete, che costa pochissimo, perchè il non cambiare nulla non implica nessuna responsabilità da parte di nessuno. È sempre più facile arrivare a questa conclusione che arrivare alla conclusione di cambiare, perchè il modo con cui si sono svolti i fenomeni fin qui ci è garanzia sufficiente anche per extrapolazione (legittima perfino nei problemi matematici) che avremo gli stessi risultati nel prossimo futuro, mentre il cambiamento ci lancia incontro all'ignoto.

E tanto più converrebbe una linea di condotta simile in quanto, per quello che ho detto prima, non è forse sperabile, se pure ce lo auguriamo vivissimamente, di poter provvedere coi nostri soli mezzi alla risoluzione di questo problema.

E se si deve ricorrere agli altri, allora il problema psicologico diventa ancora più grave, perchè la fiducia del popolo italiano verso imprese italiane si può ritenere sempre relativamente facile, ma la fiducia dei risparmiatori e dei capitalisti stranieri verso imprese italiane che dovessero eventualmente, ad un certo momento, modificare il loro regime di vita e il loro sistema di sviluppo per accettare sistemi nuovi di cui i risultati non si conoscono (non dico che vadano male, dico che i risultati non si conoscono) questa fiducia è ancor più difficile da ottenere. Ed io vi posso dire sperimentalmente che questa fiducia non la otterremmo. Specialmente gli uomini che stanno lontano da noi amano constatare coi risultati di una serie di anni qual'è l'andamento delle industrie prima di metter mano al portafogli per aiutarci. E quando si è constatato che l'andamento industriale è buono in base ad un certo sistema, è per lo meno di un'imprudenza infantile modificarlo se si ha bisogno ancora dell'aiuto di quegli uomini.

Ecco dunque che, senza la pretesa di inventare nulla, noi arriviamo a poco a poco, col sussidio del semplice buon senso, in base alle considerazioni che sono state svolte in questo Congresso, ad un risultato concreto, tangibile, sostanziale, fondamentale, oso dire, e non soltanto per gli interessi dell'industria elettrica italiana, ma — lo affermo con la coscienza di dire una verità — per gli interessi dell'economia del nostro Paese.

Il programma degli industriali elettrici.

E io, su questo, non dico più nulla. Io credo che si possano, se voi siete d'accordo nell'esposizione che vi ho fatta, sintetizzare i risultati del Congresso, introducendo in più, rispetto all'esposizione stessa, qualche affermazione in merito alla produzione termica, sulla quale — come avrete rilevato — io non mi sono indugiato affatto, perchè noi non abbiamo nessun desiderio di produrre dell'energia termicamente. Noi ci siamo imposti, quando abbiamo costituito l'UNFIEL, un programma che voi avete approvato in questa precisa formulazione mia:

L'industria elettrica italiana si propone lo scopo di mettere a disposizione del Paese la maggior quantità possibile di energia, al prezzo più basso possibile.

Questo è il programma che voi avete approvato e questo rimarrà il nostro programma ancora per lunghissimi anni, perchè siamo ben lontano dall'avere esaurito le sorgenti della produzione.

Se questo programma è stato formulato ed è stato accettato da noi, se questo programma noi lo confermiamo, oggi noi non abbiamo bisogno di mettere in primo piano la produzione termica, perchè per me una conseguenza inevitabile del principio che vi ho enunciato prima è questa: se ad un certo momento (oggi non lo sappiamo ancora) il progresso ci dimostrerà coi fatti essere possibile con impianti termici mettere a disposizione della Nazione italiana l'energia elettrica ad un prezzo minore che non costruendo impianti idroelettrici, non il nostro diritto, egregi colleghi, ma il nostro dovere sarà quello di produrre l'energia per via termica. Ecco perchè non ho ritenuto, nella esposizione di prima, accennare a questo sistema di produzione. Invece, nelle conclusioni riassuntive dei lavori del Congresso, bisogna tenerne conto.

Se voi, dunque, mi permettete, io vi chiederei di autorizzarmi a formulare in un solo documento le conclusioni a cui siamo giunti, senza chiedere nulla al Governo; formularle, perchè rimangano come un documento da eventualmente presentare, certo da conservare in un quadrettino: « Il Congresso tale ha detto questo..... e questo » !

Ma prima ancora, consentitemi di riesprimere a vostro nome, il più vivo plauso a tutti i Relatori, i quali hanno compiuta opera pregevolissima radunando una quantità di dati notevole, commentandoli con acume e sottoponendoci una massa di considerazioni e riflessioni tale da esaurire gli argomenti discussi. Perciò vi invito ancora ad applaudirli. (*Vivissimi applausi*).

Le conclusioni.

Dopo questa doverosa attestazione ecco le conclusioni che vi sottopongo:

Il Congresso, uditi ed approvati i rapporti presentati dai relatori, ai quali porge il suo plauso;

sulla base dei fatti e delle considerazioni emersi anche nelle discussioni intervenute ;

tenendo conto delle attuali condizioni tecniche ed economiche, e della probabile tendenza nella evoluzione del relativo progresso ;

ritiene di poter constatare ed affermare quanto segue :

1°) *La quantità totale di energia idraulica sfruttabile in Italia in condizioni di convenienza economica, si può oggi valutare approssimatamente compresa, anche tenendo conto dei pregevoli studi compiuti fin qui dall'Ufficio Idrografico del Ministero dei Lavori Pubblici, fra 30 e 40 miliardi di Kilowattora annuali, talchè l'Italia dovrebbe poter almeno triplicare le forze idrauliche messe in valore a tutt'oggi.*

2°) *La quantità di energia elettrica producibile con i giacimenti di combustibili accertati in Italia non può essere che una piccola frazione di quella ottenibile idraulicamente ; sembra per-*

tanto opportuno che tali scorte vengano utilizzate per altri scopi, o meglio riservate ad altri tempi e circostanze.

3°) *Il costo di costruzione dei nuovi impianti idroelettrici, economicamente giudicati possibili nelle condizioni odierne, e delle connesse linee e reti di distribuzione e relativi accessorii fino al domicilio dei singoli consumatori, pur essendo grandemente variabile da caso a caso, si può ritenere richieda mediamente un immobilizzo compreso fra due o tre lire per ogni Kilowattora venduto agli utenti.*

4°) *Nelle condizioni odierne della tecnica termodinamica, la produzione di energia elettrica nelle grandi centrali a vapore, può oggi tener testa anche in Italia alla produzione idroelettrica (ad onta del maggior costo in Italia dei combustibili importati coi quali si effettua) quando la prima si trovi in condizioni favorevoli e la seconda in condizioni sfavorevoli. Ed è prevedibile, in progresso di tempo, che questa condizione di cose peggiori a danno della produzione idroelettrica.*

5°) *Quanto alla generazione frazionata della forza motrice, il motore Diesel se non ha ancora ragioni definitive per vincere la concorrenza dell'energia idroelettrica, sta però svolgendo una battaglia che diventa ogni giorno più dura per le imprese elettriche.*

6°) *L'elettrificazione delle campagne non potrà mai determinare una richiesta di energia superiore ad una piccola frazione (dal 2 al 5 %) dell'energia totale occorrente alle industrie ed ai commerci.*

Invece l'immobilizzo occorrente per attivare questo consumo è di un ordine di grandezza così elevato, che il prezzo di vendita dell'energia elettrica destinata ad usi agricoli perde ogni importanza; e anche se si annullasse rimarrebbe sempre il grande onere causato dagli investimenti. Questo onere esorbita dai compiti dell'industria elettrica e dai mezzi di cui può disporre; esso potrebbe tutt'al più venir riguardato come un compito dello Stato, analogo in un certo senso a quello che sta assolvendo per la bonifica integrale.

7°) *Quanto alle applicazioni domestiche dell'energia, l'entità della tassa e delle imposte sul consumo della luce, ne contrasta in modo sensibile la diffusione, perchè ostacolando l'installazione di un'unica conduttura in ciascuna abitazione, impone oneri e rischi non sopportabili nè dall'utente nè dall'impresa.*

8°) *Ma anche all'infuori delle accennate difficoltà inerenti all'elettro-agricoltura ed alle applicazioni domestiche dell'energia, il Congresso riconferma che* il proposito ed il compito delle imprese elettriche italiane si riassumono nel dovere di mettere a disposizione della Nazione la maggior quantità possibile di energia elettrica al prezzo più basso possibile.

9°) *Ammesso ora che il consumo aumenti in ragione del sei per cento nel prossimo ventennio (ipotesi modesta, in paragone del 10 % verificatosi nel settennio dal 22 al 29) l'industria elettrica italiana dovrà tuttavia fronteggiare in tale ventennio un immobilizzo medio di* almeno *due miliardi di lire ogni anno. Un tale immobilizzo non può a meno di assorbire una parte notevole del risparmio della Nazione. Ma l'industria elettrica d'iniziativa privata, fondandosi sui fatti del suo passato, e cioè ricordando di aver potuto senza aiuti sostanziali delle pubbliche finanze, costruire impianti per un immobilizzo valutabile oggidì fra 22 e 24 miliardi di lire, non dubita di poter assolvere al suo ponderoso compito, sol che le permanga il favore delle classi risparmiatrici e capitaliste d'Italia e la fiducia del Governo Nazionale.*

10°) *Infatti, da un lato la lievissima incidenza rappresentata dalla spesa dell'energia elettrica, tanto nel bilancio delle famiglie italiane quanto nel costo di produzione di tutte le forme di attività economiche, toglie fondamento alle preoccupazioni astratte di chi teme il prepotere dei distributori; e d'altro canto la diminuzione progressiva e sensibilissima verificatasi senza interventi di sorta nei prezzi dell'energia dal principio del secolo, dimostra in modo indiscutibile la bontà dei sistemi economici e legislativi che hanno presieduto allo sviluppo dell'industria elettrica in Italia.*

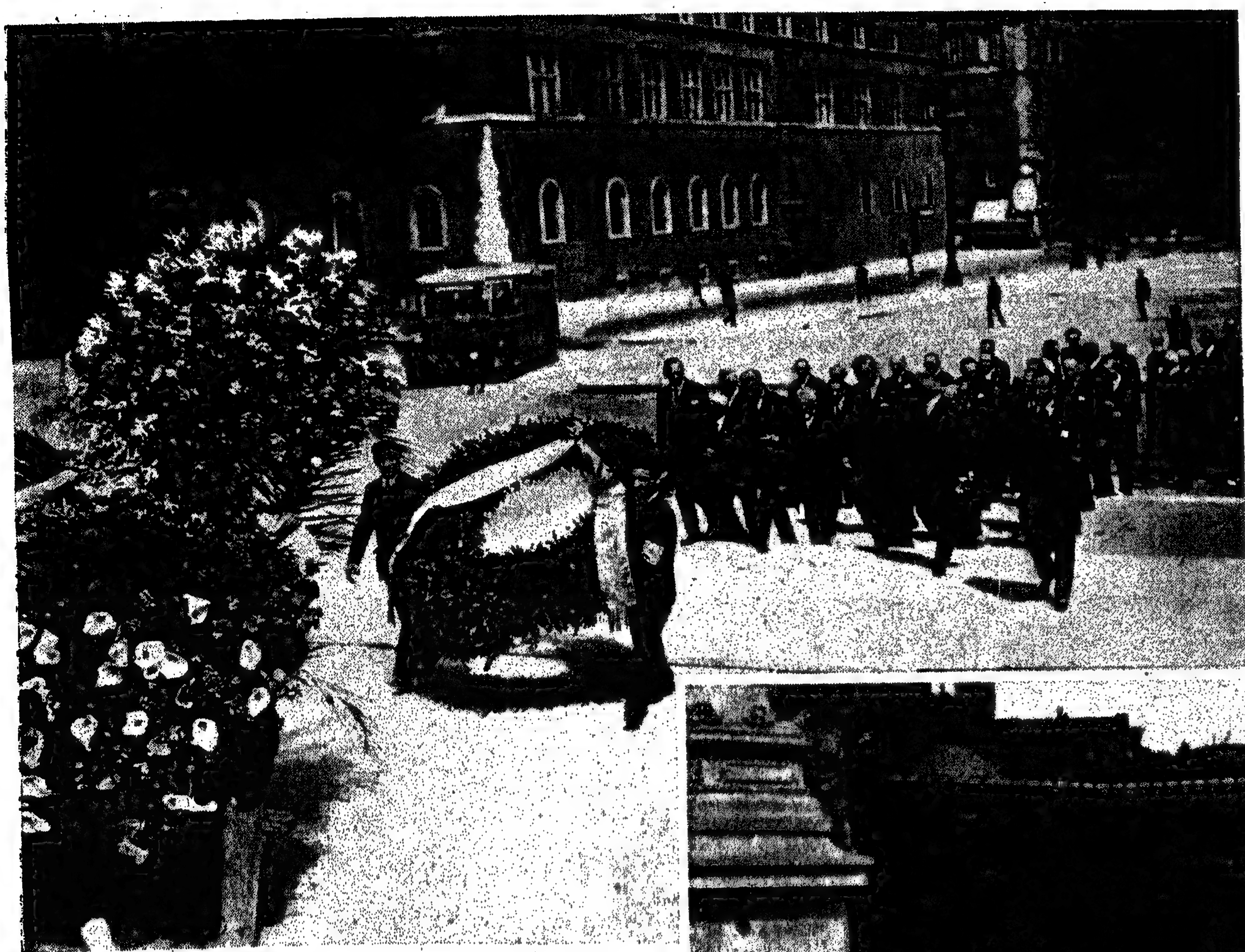
11°) *Per mantenere dunque a tale industria la fiducia dei risparmiatori e dei capitalisti, che le è assolutamente necessaria per il suo ponderoso programma, il Congresso ritiene consigliabile siano mantenute le direttive politiche e legislative fin qui seguite,* cioè in riassunto sia conservato all'industria elettrica il carattere di industria libera, aperta a tutte le volontà che abbiano capacità e mezzi di esercitarla.

12°) *Plaudendo pertanto alle dichiarazioni del Governo Nazionale che accompagnarono a suo tempo in Senato l'approvazione della delega per il Testo Unico di tutte le leggi concernenti le acque e l'elettricità, e plaudendo specialmente alle recenti smentite opposte dal Ministro dei LL. PP. in Senato a voci di pretesi interventi statali, fa pieno assegnamento sull'azione del Governo Nazionale, e sopratutto confida nelle decisioni del Capo del Governo, sempre primo fra gli italiani nella sollecitudine per il benessere e il progresso del Paese.*

***

Subito dopo il Congresso — il 5 giugno — il Capo del Governo riceveva l'On. Giacinto Motta, Presidente dell'UNFIEL, che gli riferiva le conclusioni alle quali il Congresso era venuto, e che il Duce dichiarava di prendere in considerazione.

ATTORNO AL CONGRESSO



I Congressisti dell'Unfiel si recano alla Tomba del Milite Ignoto.

La stampa quotidiana è stata larga di notizie sulla seduta inaugurale e sulle sedute tecniche, nelle quali il programma del Congresso si è svolto completamente. Raramente anzi accade che i giornali sieno così larghi di ospitalità verso un Congresso, ma forse si comprese che questo non era punto una delle solite riunioni accademiche, sconfinanti nelle più svariate discussioni.

Il resoconto delle sedute viene qui completato con un accenno, sia pure rapido, alle cerimonie, ai trattenimenti ed alle visite che la UNFIEL, col concorso delle Associate residenti a Roma, ha potuto organizzare e che hanno lasciato soddisfatti tutti i Congressisti.

Cerimonie austere sono state quelle che hanno preceduto l'inaugurazione del Congresso. I rappresentanti dei Gruppi regionali della FENAGRIEL, coi loro gagliardetti, e i rappresentanti delle Associate alla UNFIEL, in numero di oltre trecento, con alla testa gli onorevoli Motta, Ponti e Chiesa ed il Gr. Uff. Taccani, si sono recati prima davanti alla Tomba del Milite Ignoto, dove deposero una corona d'alloro; un'altra corona venne offerta a nome «dell' Unione Internazionale dei produttori e distributori di energia elettrica», rappresentata al Congresso dai Signori Brylinski e Marty.



All'Altare della Patria: il saluto al Milite Ignoto.

In seguito i congressisti si sono recati in Campidoglio a rendere omaggio all'Ara dei Caduti fascisti: mentre i gagliardetti si inchinavano in segno di omaggio, i congressisti salutavano romanamente l'Ara e commemoravano i martiri raccogliendosi per un minuto in silenzio.

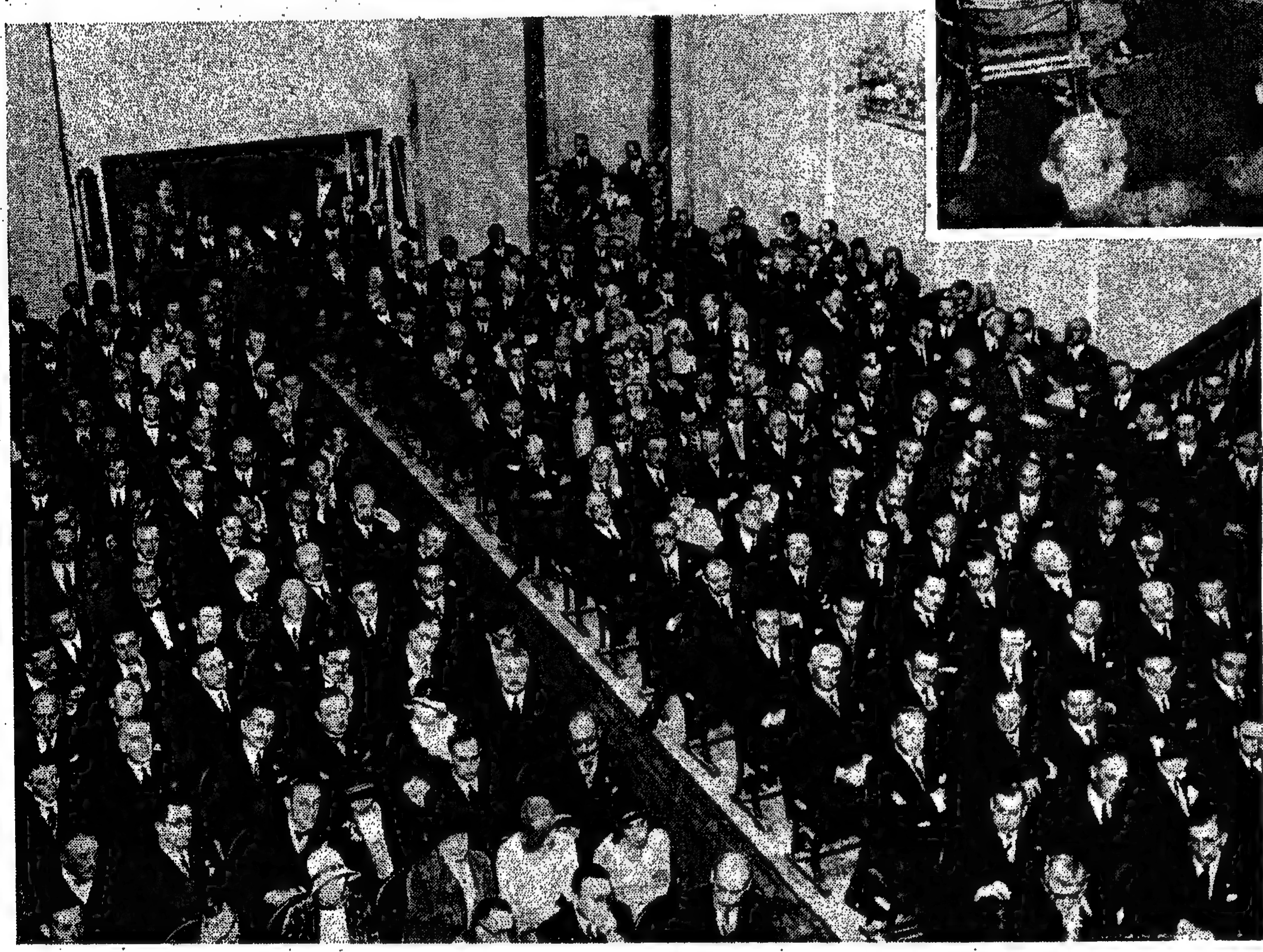


In Campidoglio: all'Ara dei Caduti Fascisti.

Dopo questi riti i Congressisti si sono recati, per la cerimonia inaugurale, alla Sala Borromini. Questa era riccamente ornata di piante e di fiori e affollatissima. La cerimonia è riuscita solenne per concorso di congressisti, intervento di autorità, importante per i discorsi pronunziati, elegante per le molte signore intervenuto.

Nel pomeriggio si sono iniziati, in un salone della Confindustria, i lavori del Congresso. Dobbiamo fare subito un rilievo di carattere generale. Molte volte i Congressi servono di pretesto a ritrovi, a festeggiamenti, escursioni e queste finiscono col costituire la parte preminente. Questo non si può dire per il Congresso dell'*Unfiel*. Le sedute furono sempre affollate e il programma inerente ai lavori venne rigidamente osservato e completamente esaurito. Vi furono sedute in cui il Salone della Confindustria, per quanto ampio, era appena bastevole ad ospitare gl'intervenuti.

Dopo i lavori della prima seduta, tenutasi i Congressisti si sono riuniti all'Hôtel Continentale, dove ha avuto luogo il pranzo sociale dell'UNFIEL. Vi parteciparono oltre 400 persone, fra cui molte Signore. Durante il banchetto S. E. l'On. Volpi, Presidente onorario dell' UNFIEL, consegnò all'On. Motta, Presidente dell'UNFIEL, a nome degli amici e ammiratori, le insegne della Commenda dell'Ordine Mauriziano: alle elevate parole con cui S. E. l'On. Volpi annunciava ai presenti dell'onorificenza di cui nella circostanza era stato insignito per *motu proprio* reale l'On. Motta e ricordava le benemerenze dell'Illustre uomo verso l'industria e la scienza, l'On. Motta rispose commosso, fra gli applausi dei Congressisti che già avevano acclamato le parole dette e l'offerta fatta da S. E. Volpi.

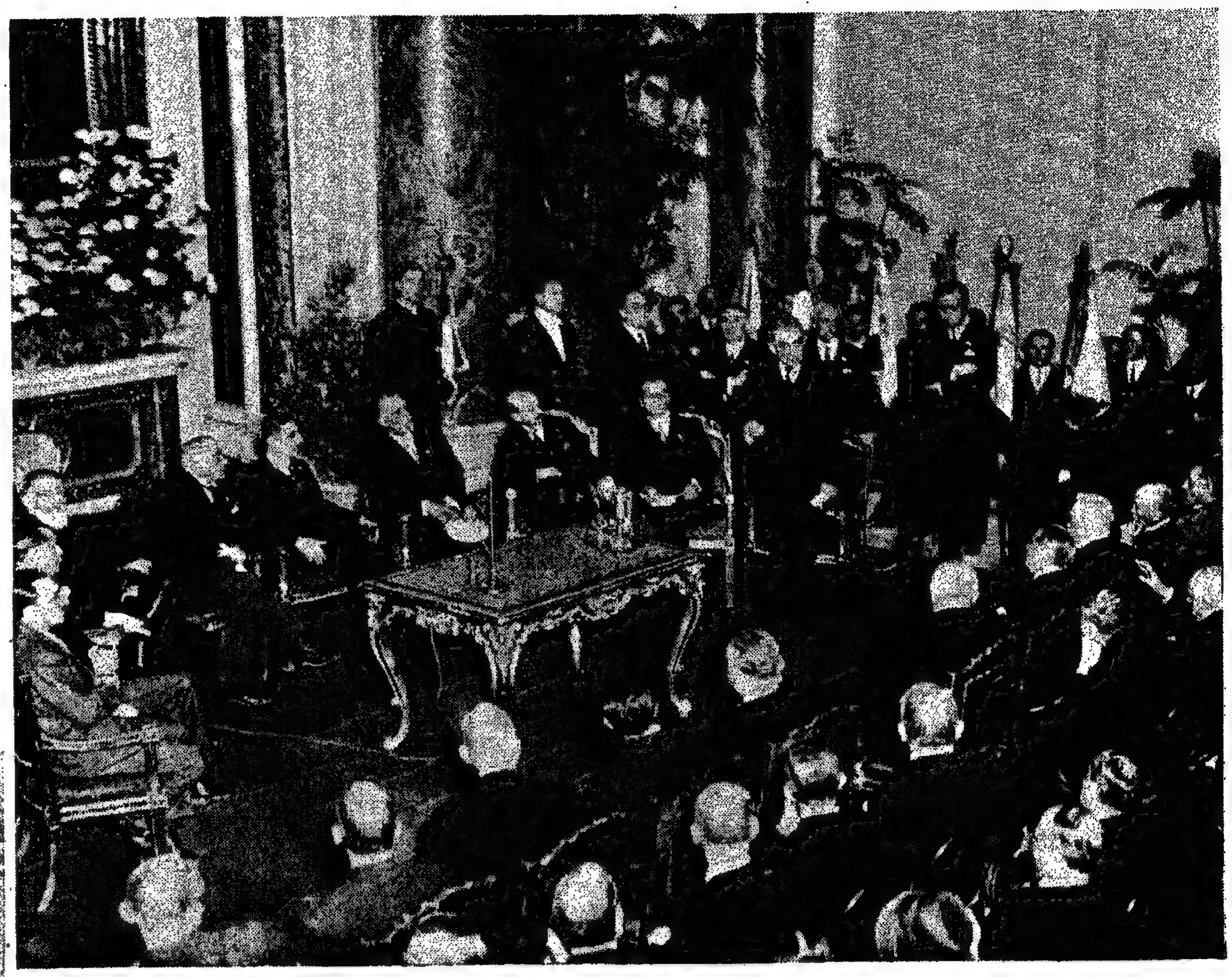


Congressisti ed invitati alla cerimonia inaugurale.

L'On. Ponti, impossibilitato ad intervenire, ha poi inviato all'On. Motta il seguente telegramma:

« Spiacente ragioni a te note, aver dovuto lasciare ieri sera
« Roma, voglio rinnovarti attestazione mio plauso opera tua
« infaticabile per portare maggiore destino nostra Associazione
« lieto et orgoglioso sempre darti mia entusiastica affettuosa
« modesta collaborazione — tuo PONTI ».

Il giorno seguente le fatiche del Congresso furono interrotte a mezzo giorno. Col mezzo di comodi autobus, per la nuova autostrada, che è certo la migliore d'Italia, perchè completamente illuminata, i congressisti vennero portati ad Ostia, al Lido, ove fu loro offerta una colazione dalla Società Elettricità & Gas di Roma.



L'inaugurazione del Congresso dell'Unfiel nella Sala Borromini. Al tavolo d'onore.

Dopo la colazione si sono ripresi gli autobus per il ritorno a Roma e mentre i Congressisti ritornavano alla seduta per discutere le relazioni della terza parte del programma, l'elemento femminile si recava a visitare il Lago di Nemi e i lavori per il recupero delle navi romane. In tale circostanza l'ospitale Elettricità e Gas di Roma offrì una fragolata.

Alla sera poi ebbe luogo all'*Excelsior* il banchetto offerto dalla Presidenza della UNFIEL, alle Autorità. Allo spumante l'On. Motta, Presidente dell'UNFIEL, il Prof. Lombardi, Presidente del Comitato Elettrotecnico Italiano, M.r Brylinski dell'Unione Internazionale dei Produttori e Distributori di Energia elettrica, S. E. il Prof. Belluzzo, Ministro di Stato e il Prof. Serono della Confederazione Nazionale Fascista dell'Industria pronunziarono applauditi discorsi.

La terza giornata venne iniziata con una visita agli impianti dell'Acquoria del Consorzio Idroelettrico dell'Aniene, con un gran numero di autobus e con itinerari variamente distribuiti, così da formare diverse squadre, ognuna guidata da un ingegnere, per le spiegazioni necessarie, i congressisri visitarono l'Acquaria, le opere di presa, le cascate di Tivoli e i cunicoli gregoriani.

Dopo questa interessante parentesi di antiche bellezze, i congressisti si raccolsero a Villa d'Este per la colazione, offerta dal Consorzio dell'Aniene. Di questa colazione rimarrà in tutti vivo il ricordo, per lo splendore delle sale in cui erano distribuite le mense, per la magnificenza dell'ambiente. I Congressisti poterono così ammirare i lavori, che ad opera dello Stato, sono stati eseguiti per riportare la Villa all'antico splendore. Nessun giardino italiano poi supera quello di Villa d'Este per l'ingegnosità dei giuochi d'acqua e il gusto con cui

sono distribuiti. Gl'ingegneri delle moderne utilizzazioni hanno così potuto formarsi un'dea delle genialità degli antichi architetti, in tempi in cui quello delle fontane e dei giardini era una scienza ed un arte, i Congressisti ritornarono a Roma per l'assemblea generale dell'UNFIEL e per la seduta di chiusura del Congresso.

Il Congresso era così chiuso per quanto riguardava le sedute, ma continuava sino ad esaurimento del programma.

Alla sera i Congressisti si sono infatti ritrovati al Grand Hôtel ad un pranzo offerto — con grande signorilità — dalle Società « Terni » ed « Elettricità e Gas di Roma ». Anche qui non sono mancati i discorsi: ha parlato il Gr. Uff. Enrico Parisi, Presidente della Elettricità e Gas, anche a nome della Terni, e gli ha risposto ringraziando l'On. Motta per la UNFIEL e per i Congressisti.

La mattina seguente di buon'ora tutti si sono ritrovati puntualmente alla stazione per prendere il treno speciale che li portò a Terni: quivi con gli autobus i congressisti si sono recati a visitare la Cascata delle Marmore, le opere di presa e la Centrale. Le visite si sono seguite in ordine diverso secondo le squadre in cui erano divisi i Congressisti. Tutt'e tre le visite sono state interessanti e il tempo bello portò il suo contributo. Sull'impianto di Galleto, opera di presa e Centrale, non è il caso di riparlare qui (nei numeri II e III, febbraio e marzo del 1929 de « L'Energia Elettrica » è pubblicata una descrizione dettagliatissima).

Terminate le visite si è ripartiti cogli autobus per Terni, ove nel Refettorio delle Acciaierie era approntata una colazione offerta dalla « Terni ». Fra i presenti erano il Prefetto Comm. Borri, il Segretario Federale Avv. Amati, il Vescovo Mons. Boccoleri, il Procuratore del Re, il Vice Prefetto, il Commissario del Comune e il Gr. Uff. Dott. Moresco della « Terni ». Allo champagne ha parlato il Gr. Uff. Moresco al quale ha risposto il Gr. Uff. Ing. Taccani ringraziando la « Terni », e le Autorità presenti di aver voluto così degnamente chiudere il Congresso. Parlò per ultimo il Segretario Federale Cav. Uff. Amati, assai felice nella sua improvvisazione. Vennero infine spediti telegrammi all'On. Motta e all'« Elettroterni ».

In seguito buona parte dei Congressisti si è recata con appositi autobus a Bastardo per visitare le miniere e la Centrale termica di Gualdo Cattaneo. Alle 17 tutti i Congressisti si sono ritrovati alla Stazione per il ritorno a Roma e di lì alle rispettive residenze, portando del Congresso un ottimo ricordo, sia per la buona organizzazione, sia per la serietà e l'importanza pratica delle discussioni e la chiarezza delle conclusioni, sia per l'ospitale accoglienza trovata da parte delle Società di Roma e di quelle di cui si visitarono gl'impianti.



Ad Ostia: la colazione al Lido, offerta dalla E. G. R.

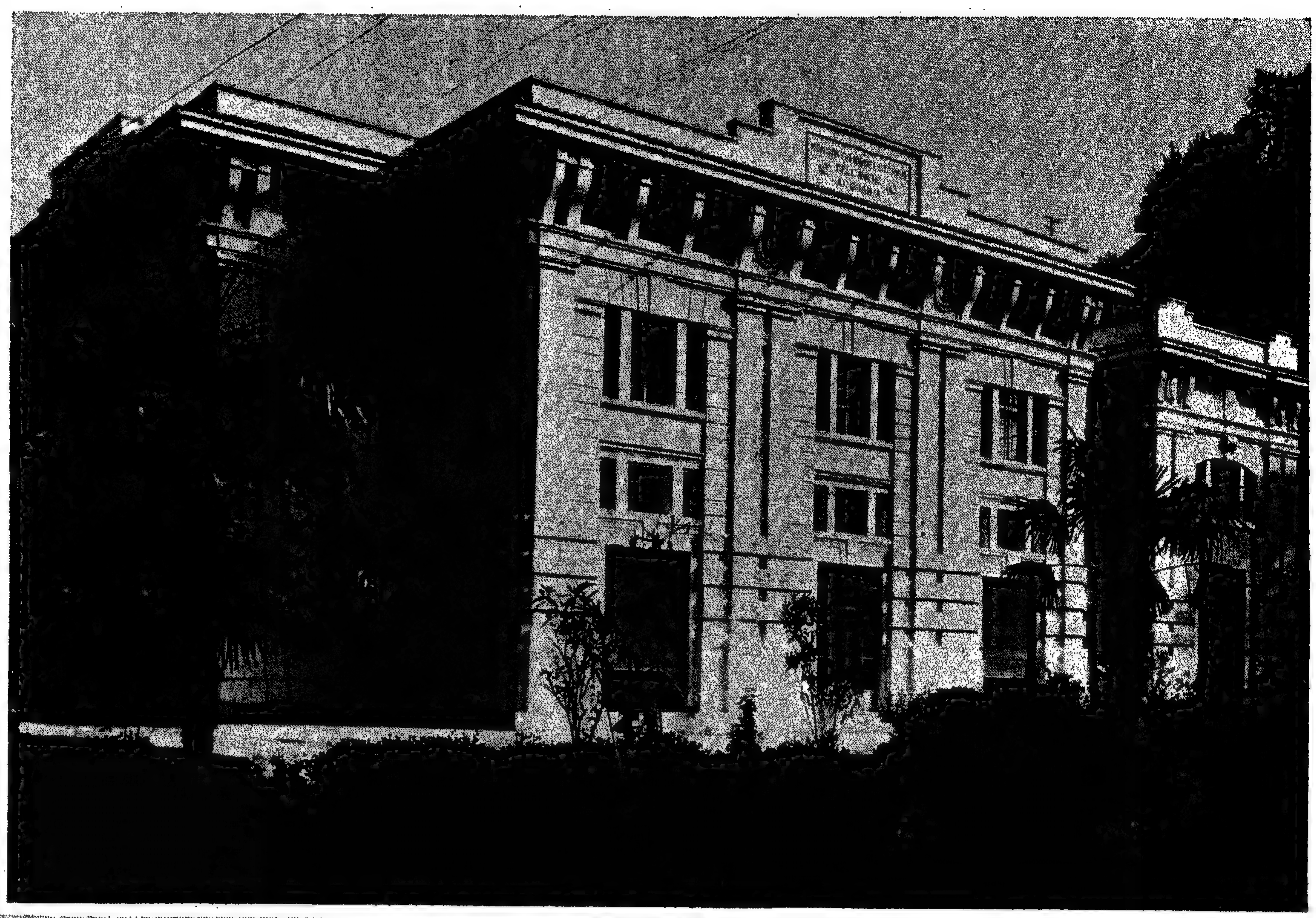


Ad Ostia: la colazione al Lido.

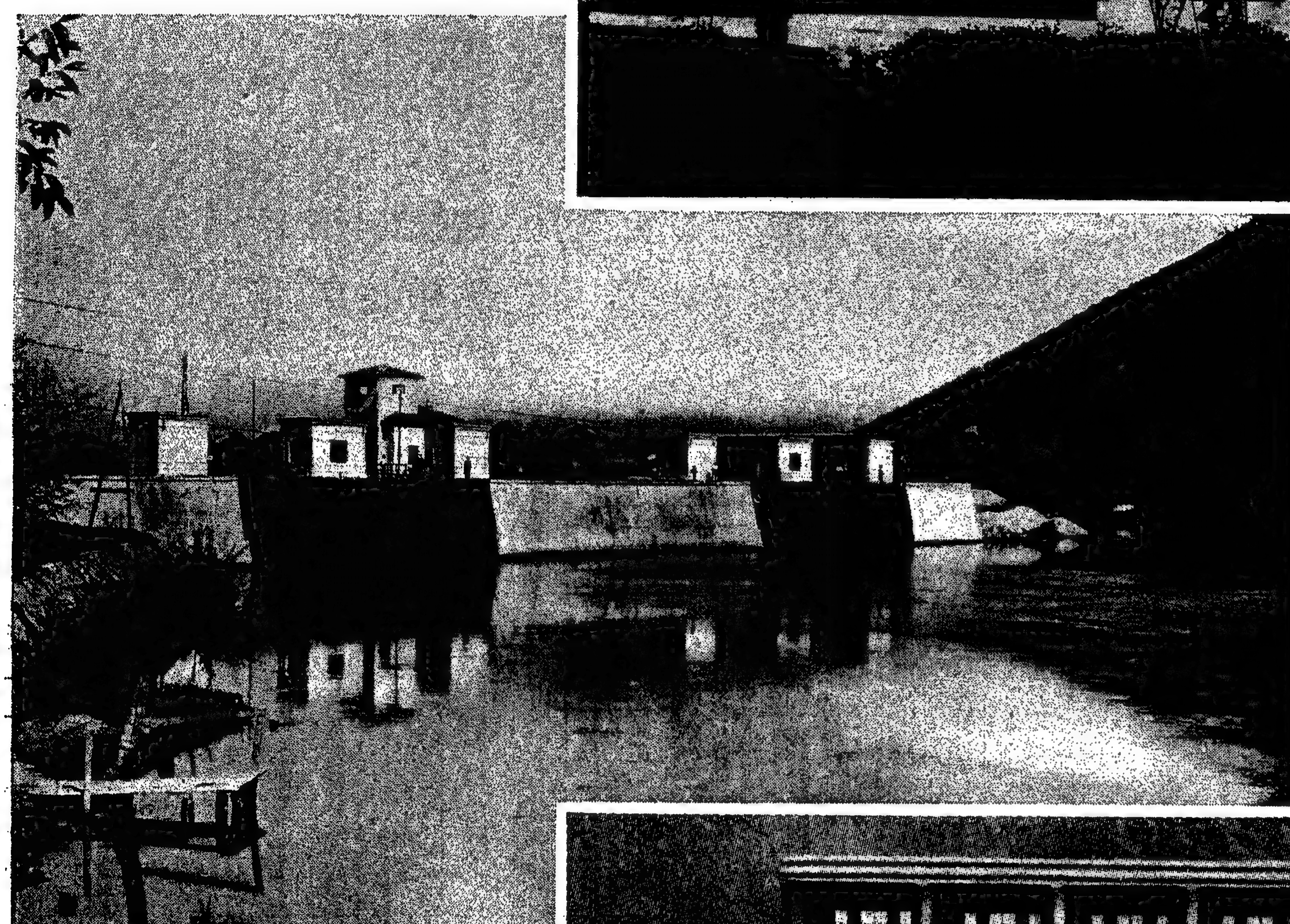
***

Chiuderemo con un rilievo: quello cioè che il II Congresso dell'UNFIEL è riuscito assai più numeroso di quello tenutosi nel 1929. Infatti gl'inscritti raggiunsero il numero di 306, mentre nell'anno precedente erano stati circa 200. E ai congressisti si aggiunsero quali partecipanti assidui alle sedute del Congresso molti alti funzionari dei dicasteri ministeriali interessati. Il che è tornato particolarmente gradito. Fra essi ricordiamo il Gr. Uff. Ramparsi, presidente della III Sezione del Consiglio Superiore dei LL. PP., il comm. ing. Voroy, direttore generale del Ministero delle Corporazioni, i comm. ingg. Iacobini e Ballanti, Capi Servizio delle Ferrovie delle Ferrovie dello Stato, i comm. ingg. Carli e Gorio del Ministero delle Comunicazioni, l'ing. Melli del Servizio Idrografico. Presenti pure il comm. prof. Bruno Bauer del Politecnico di Zurigo. Della Confederazione della Industria presenziarono l'on. Olivetti e il prof. Balella.

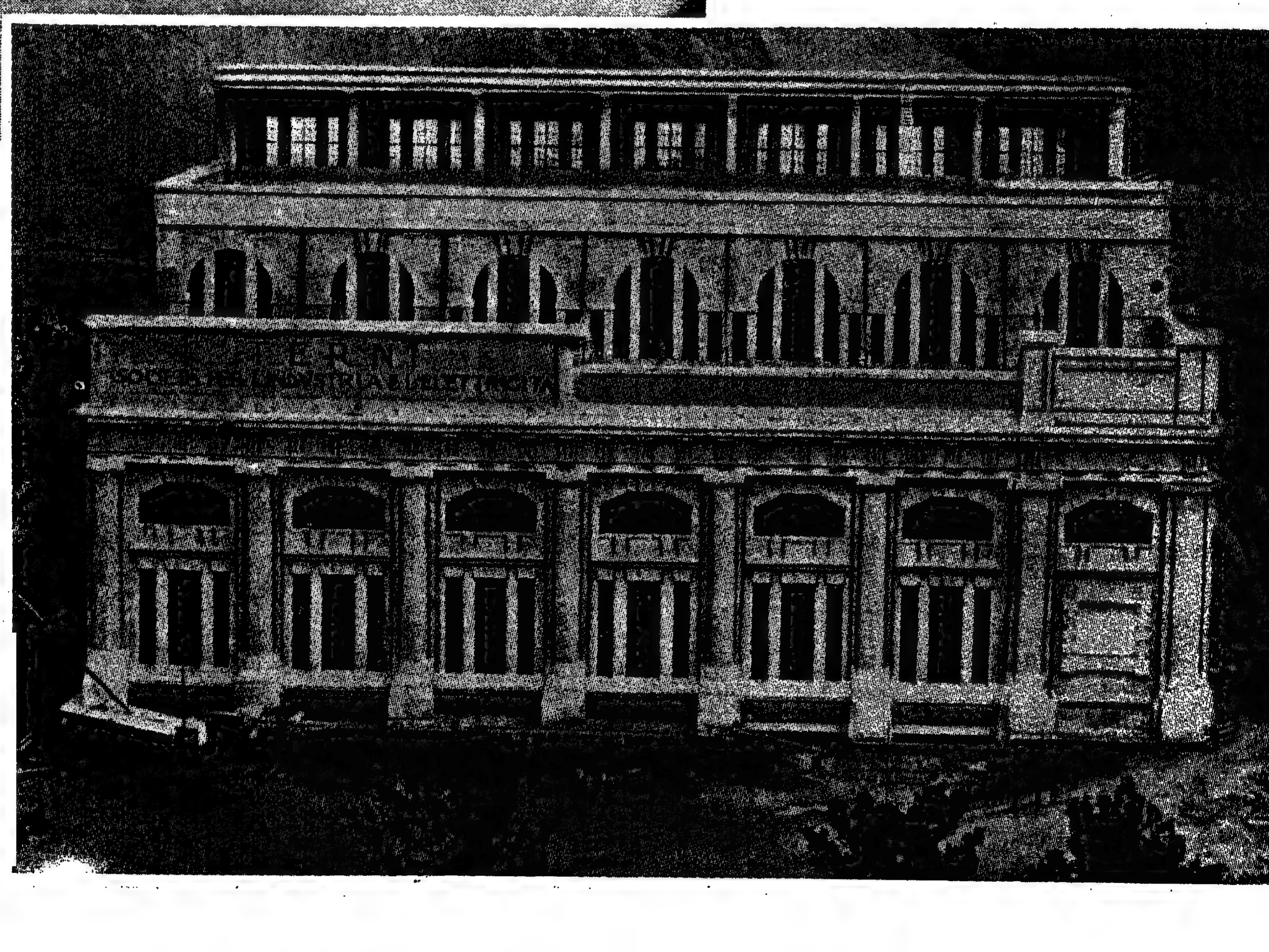
Riteniamo di interpretare il sentimento dei Congressisti, esprimendo a nome di questi i più vivi ringraziamenti al Governatorato di Roma, alla Elettricità e Gas di Roma, al Consorzio dell'Aniene, all'Elettroterni, alla Società del Bastardo, e alla Confederazione dell'Industria per le loro attenzioni ospitali.



La Centrale dell'Acquoria del Consorzio Idroelettrico dell'Aniene.



L'impianto idro-elettrico di Galleto della Società Terni. - Opere di presa dal Velino.



La Centrale di Galleto.

O. M. Corbino

Problemi di elettro-acustica

L'acustica pose per la prima volta i fisici di fronte al problema delle oscillazioni rapide e della propagazione delle onde. e risultò una dottrina che assunse largamente i caratteri del efinitivo, nel senso che miglioramenti essenziali non sono più revedibili; e nello stesso tempo si preparò la mente dei cultori ella Fisica alla trattazione di altri problemi connessi anche oro con processi oscillatori e con propagazione a onde. Così noto quanto giovò per la spiegazione della scarica oscillatoria i un condensatore il richiamo del problema analogo di una fera oscillante sotto l'azione di forze elastiche in un mezzo otato di attrito. Le equazioni relative ai due fenomeni sono:

$$m\ddot{x} + r\dot{x} + \frac{1}{K}x = \text{Forza meccanica} \qquad (1)$$

$$L\ddot{q} \times R\dot{q} \times \frac{1}{C}q = \text{Forza elettro-motrice} \quad (2)$$

elle quali m è la massa oscillante, r la resistenza d'attrito del nezzo, x lo spostamento della posizione di riposo e K una costante dipendente dalla cedevolezza elastica delle molle che engono la massa nella posizione di riposo: e d'altra parte L l'autoinduzione del circuito di scarica, R la resistenza ohmica del circuito, C la capacità del condensatore, e q la quantità di elettricità che ha attraversato il circuito. La identità analitica delle due equazioni permette di enunciare per la scarica oscillatoria tutte le leggi note ricavandole dalla soluzione ottenuta per le oscillazioni elastiche. Questa analogia si è andata man mano estendendo; ed ha permesso, quando il progresso degli studi sulle correnti elettriche variabili nei sistemi più complicati fu abbastanza progredito, di servirsi, come vedremo, dei risultati ottenuti nel campo elettrico per illuminare dei problemi relativi a oscillazioni di sistemi meccanici complessi.

L'analogia è sempre retta dalla correlazione tra massa e autoinduzione, resistenza d'attrito e resistenza ohmica, capacità elettrica e cedevolezza elastica, spostamento meccanico e quantità di elettricità che ha attraversato il circuito, intensità di corrente e velocità meccanica, forza elettromotrice e forza meccanica.

L'elettrologia che tanto si è giovata delle idee maturatesi nello studio dei processi vibratori ha restituito da grande signora i benefici ricevuti, contribuendo in modo essenziale ai progressi recenti dell'acustica. Se si esamina un moderno trattato di questa scienza si rimane sorpresi della intensità e della profondità delle ricerche che sono state eseguite recentemente, le quali pur non rinnovando i fondamenti che erano definitivamente posti, come si è detto, nella loro formulazione matematica, hanno arricchito l'acustica di branche importantissime, sia nel campo sperimentale che in quello delle applicazioni. Ciò si deve all'intervento felice dei metodi elettrici che hanno permesso una riforma radicale dei metodi di misura, e dello studio delle vibrazioni degli strumenti musicali e della voce umana; e in particolar modo hanno rivoluzionato la tecnica della trasmissione dei suoni per via elettrica, con o senza filo, e della loro riproduzione per mezzo del grammofono.

Ci occuperemo particolarmente di quest'ultima parte degli studi recenti di elettro-acustica, anche perchè i problemi che sono stati risoluti contengono sostanzialmente i capisaldi del problema della trasmissione immediata ed elettrica dei suoni.

***

Il problema sostanziale che la riproduzione dei suoni si propone è il seguente: in presenza di una complessa sorgente sonora, per esempio di una orchestra e di cantanti, l'aria assume uno stato vibratorio capace di produrre nel nostro orecchio le note sensazioni. Bisogna riprodurre nell'aria le stesse vicissitudini rapidissimamente susseguentisi di compressioni e rarefazioni causate dalla sorgente sonora, così da riprodurre nell'orecchio le medesime sensazioni.

A prima vista metodi semplici dovrebbero permettere la risoluzione del problema. Se una membrana disposta nell'aria ne segue fedelmente le vicende vibratorie e la si adopera per incidere per mezzo di una punta su un disco mobile di materia conveniente la serie dei propri spostamenti, allora obbligando la punta a ripercorrere il solco con la stessa velocità la lamina collegata alla punta vibrerà come fece durante l'incisione e determinerà nell'aria lo stesso stato vibratorio esistente durante la presa. Fu questo il concetto primitivo seguito da Edison e realizzato col suo fonografo, il quale per circa trent'anni non subì modificazioni essenziali, nonostante fossero noti i difetti profondi e le deformazioni della riproduzione.

Procuriamo di chiarire quali sono le origini della non perfetta fedeltà nella riproduzione, anche se si tratti di un suono isolato, come quello emesso per esempio da un violino. Un suono musicale persistente risulta, come è noto, da un moto vibratorio di cui le caratteristiche cinematiche corrispondono alle sensazioni auditive; e precisamente dalla energia del moto vibratorio dipende la intensità maggiore o minore del suono, dalla frequenza delle vibrazioni dipende il carattere musicale dell'altezza, e finalmente dalla forma della vibrazione, che pure essendo periodica non è in generale di forma sinusoidale, dipende il cosiddetto timbro del suono, cioè quel carattere che a parità di altezza e di intensità ci fa riconoscere la nota musicale emessa, ad esempio, da un violino, da una tromba o dalla voce umana. Nel caso di moti periodici, e sono sempre tali i moti corrispondenti ai suoni musicali costanti, la forma della vibrazione diversa dalla sinusoidale equivale per il teorema di Fourier alla sovrapposizione di diversi suoni sinusoidali insieme al suono fondamentale; ed è precisamente la proporzione diversa di questi armonici che caratterizza il timbro diverso dei suoni emessi da vari strumenti.

Questa scomposizione del suono complesso in una miscela di suoni semplici aventi le frequenze f, $2f$, $3f$, ecc. è naturalmente

un artificio matematico, che però facilita in modo sostanziale la risoluzione del problema; di ricercare cioè le condizioni per una fedele riproduzione del suono. È evidente invero che se si vuole che un sistema registratore riproduttore del suono renda fedelmente il timbro del suono riprodotto, esso deve registrare con intensità inalterate il suono fondamentale e tutta la coorte degli armonici che lo accompagnano. Dire pertanto che uno strumento registratore o riproduttore di suoni è perfettamente fedele nella riproduzione equivale a dire che esso è capace di riprodurre uniformemente, cioè senza turbarne disugualmente le intensità, tutti i suoni semplici che praticamente intervengono nel suono primitivo. L'esperienza ha provato che la perfezione assoluta della riproduzione sarebbe assicurata se fossero resi uniformemente i suoni compresi tra cinquanta e diecimila periodi per secondo. È precisamente questa condizione che è ben lungi dall'essere soddisfatta; non diciamo con i vecchi grammofoni di Edison, ma benanche con i più perfezionati grammofoni attuali. E si noti che sotto questo aspetto l'orecchio umano ha delle tolleranze amplissime. Così mentre esso è capace nel suono complesso che deriva dai moltissimi strumenti di un'orchestra di scomporre la vibrazione complessiva che riceve e ripartire le componenti nella dose occorrente per ricostruire il ricordo della parte spettante ai violini, ai legni, agli ottoni nelle loro molteplici differenziazioni, e perfino di separare la parte spettante al colpo di tosse di uno spettatore, esso è capace di continuare a fare la stessa sapiente ripartizione e ricostruzione anche quando le proporzioni dei varii armonici spettanti al suono di ciascuno strumento sia stata alterata dal meccanismo riproduttore in misura rilevante; per esempio del doppio o della metà del giusto. E se le riproduzioni in atto esistenti sono difettose, ciò significa che lo strumento riproduttore è incapace di riprodurre suoni semplici di frequenza compresa fra cinquanta e cinquemila con alterazioni di intensità minore di quel limite. Conviene dunque seguire le varie fasi del processo per indagare dove ha luogo la maggiore alterazione nella risposta per intensità, e dove quindi convenga concentrare gli sforzi per i perfezionamenti futuri.

Cominciamo dall'organo ricevitore. Il mezzo più semplice di raccogliere i mutamenti periodici di pressione P nell'aria prodotti dal suono è dato da una membrana che chiude una scatola. Ora la membrana è dotata di massa, di elasticità e di resistenza, tipo attrito, contro il suo movimento; vale quindi per essa un'equazione che, nel caso più semplice, è assimilabile alla (1), e perciò, anche nel caso più semplice, l'ampiezza dello spostamento x che la membrana subisce, detta A una costante, è data dalla formola:

$$x = \frac{A\,P}{\omega \sqrt{r^2 + \left(m\,\omega - \frac{1}{K\,\omega}\right)^2}}$$

dalla quale si vede che: a parità di intensità sonora per varie frequenze, ciò che si dimostra equivalere a parità di variazione P di pressione e quindi di forza motrice sulla membrana, lo spostamento della membrana dipende dalla frequenza. Solo nel caso in cui si possa ritenere trascurabile la massa della membrana e trascurabile l'attrito, mentre è prevalente e di molto la forza elastica che la sollecita verso la posizione di riposo, solo allora lo spostamento risulterà corrispondente alla forza motrice in modo uniforme per tutte le frequenze. Perchè una membrana abbia proprietà di questa natura essa deve essere di estrema sottigliezza, così da avere minima massa, e potentemente stirata al contorno così da possedere una energica tendenza a conservare la forma piana. Nel microfono di Wente per realizzare queste condizioni la membrana è appunto costituita da una foglia di acciaio sottilissima, di pochi micron di spessore, e distesa così fortemente da possedere una frequenza propria altissima, dell'ordine di ventimila per secondo.

Ottenuto lo spostamento della membrana in condizione di riprodurre fedelmente le vicissitudini della pressione nell'aria, e quindi dell'intensità sonora, con risposta uniforme per tutte le frequenze, occorre registrare queste vibrazioni; ed è qui che si sono manifestati come particolarmente efficienti i metodi elettrici di registrazione e di incisione. Al posto dello stilo direttamente attaccato alla membrana che si adoperava nei vecchi metodi di incisione meccanica si ricorre al seguente procedimento: la lamina vibrante forma una delle armature di un condensatore ad aria di cui l'altra rigida e fissa è disposta a pochi micron di distanza dalla prima. Si realizza così il cosiddetto microfono a condensatore, nel quale le due lamine stanno rilegate ad una sorgente di forza elettromotrice continua, circa 400 Volta, attraverso ad una resistenza R estremamente elevata. Le variazioni di capacità del condensatore prodotte dalle vibrazioni della membrana generano una corrente variabile nel circuito; e quindi agli estremi della resistenza R si avrà una tensione e la quale, se la R è estremamente grande rispetto alla impedenza del condensatore, risulta proporzionale alle variazioni di capacità e quindi all'ampiezza delle oscillazioni della lamina vibrante, con un coefficiente di proporzionalità indipendente dalla frequenza. Si può quindi considerare la tensione e come esattamente rispondente alla pressione sonora dell'aria e quindi all'intensità, con una risposta uniforme alle varie frequenze. Tale uniformità di risposta si considera come sufficientemente raggiunta in questi tipi di microfoni fra cinquanta e ottomila vibrazioni per secondo.

Ottenuta la f. e. m. ai poli della resistenza R, questa viene amplificata con i consueti metodi utilizzanti le valvole termoioniche, i quali permettono di ottenere una tensione E al posto di e con un coefficiente di amplificazione praticamente indipendente dalla frequenza.

Si noti un primo grande vantaggio della adozione del metodo elettrico. Con la incisione meccanica l'energia impiegata per la incisione del disco veniva direttamente ricavata dalle vibrazioni della membrana registratrice; quindi necessità di concentrare le onde sonore con imbuti deformatori della qualità del suono e di applicare direttamente alla bocca dell'imbuto la sorgente sonora; ciò che se era disagevole per un cantante, riusciva praticamente ineseguibile per un'orchestra. Inoltre la incisione, con tutta la delicatezza delle cautele che richiede, andava eseguita immediatamente in contatto con la membrana e quindi nell'ambiente ove si eseguiva il suono. L'adozione del metodo elettrico permette invece non solo di lavorare in un ambiente lontano, collegato elettricamente con la sala di esecuzione; ma, ciò che è ancora più importante, di disporre anche un solo microfono nella posizione più conveniente della sala di esecuzione, e di servirsi dell'energia sonora come una semplice *modulatrice* della potenza di una sorgente elettrica estranea, ottenendosi una corrente elettrica di potenza oscillatoria comunque elevata attraverso gli amplificatori termoionici che oggi sono capaci di funzionare in condizioni eccellenti, di fedeltà e di energia utilizzabile.

***

La f. e. m. E ottenuta dall'amplificatore serve per alimentare un sistema elettromagnetico capace di produrre l'incisione nel disco; e qui s'incontrano difficoltà superiori a quelle superate nella prima fase. Sostanzialmente l'apparecchio sarà del tipo del telefono ricevitore, nel quale una f. e. m. variabile genera una corrente elettrica variabile e quindi il movimento di un ancora di ferro dolce, che sarà rilegata alla punta la quale traccia l'incisione sul disco. Ma un sistema di questo genere possiederà una massa oscillante, incontrerà delle resistenze di attrito nel moto, avrà una posizione di riposo dominata da molle; e quindi sarà nelle condizioni di cui il caso più semplice e schematico è retto dall'equazione (1), in cui funziona da forza

meccanica l'intensità della corrente che alimenta le forze elettromagnetiche sull'ancora. Questa intensità di corrente, alla sua volta, è rilegata alla f. e. m. E che proviene dall'amplificatore con una legge complessa, poichè il circuito del ricevitore elettromagnetico possiede resistenza e induttanza, e giocano in esso le complicazioni dovute all'isteresi del ferro. Si comprende come per tutte queste considerazioni il movimento dello stilo incidente nel riprodurre le variazioni di E e quindi della pressione sonora originaria possa rispondere con efficacia diversa alle varie frequenze. Lunghi studi sono stati eseguiti per far sì che questa risposta sia quanto più possibile uniforme. Ne è risultato un apparecchio naturalmente costoso ma che dev'essere posseduto solo dalle case produttrici di dischi, e che con i perfezionamenti più recenti dà una riproduzione esattamente fedele nel campo compreso tra 300 e cinquemila periodi per secondo, mentre è leggermente calante al disotto di trecento ed al disopra di cinquemila periodi. Più precisamente: detta 100 la resa dell'incisione, che è costante fra 300 e 5000 periodi, essa scende a 6 per una frequenza di 50 periodi. Cogli antichi sistemi meccanici d'incisione detta 100 la resa a 500 periodi essa scendeva a 3 per 50 periodi, saliva a 1000 per una frequeza di 1500 e ricadeva a 3, già a 3000 periodi per secondo !

Tutto è regolato in modo che l'ampiezza del solco tracciato per varie frequenze è, a parità d'intensità sonora, inversamente proporzionale alla frequenza; cosicchè siccome la velocità media della punta incidente è a parità di intensità sonora legata al prodotto della frequenza per l'ampiezza dello spostamento, ne risulta un solco che è a velocità costante dello stilo per intensità costante sonora nelle varie frequenze. I dischi degli ultimissimi anni incisi dalle principali case con gli apparecchi più perfezionati soddisfano a questa condizione, come si è detto, fra trecento e cinquemila periodi per secondo. Al disotto di trecento la resa è leggermente deficiente, ciò che è necessario per ottenere che i solchi non siano troppo ampi alle basse frequenze. La deficienza della intensità dei suoni al disotto dei trecento obbliga ad artifici di compensazione nella riproduzione, artifici che non possono non ripercuotersi sulle frequenze più alte, con un peggioramento della qualità generale dei suoni ottenuti.

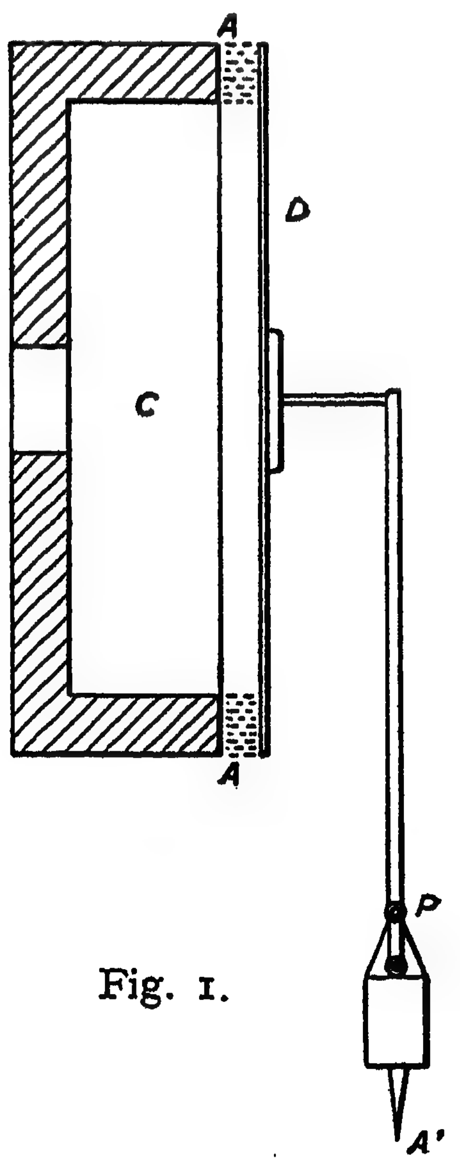


Fig. 1.

E veniamo all'organo riproduttore. Nei riproduttori meccanici degli antichi fonografi il sistema adottato era molto semplice. Un diaframma leggero, di vetro o di mica, portava al centro l'estremo di una leva di cui l'altro estremo reggeva una punta che seguiva il solco del disco inciso. Le vibrazioni della punta imprimevano un moto vibratorio al diaframma che lo trasmetteva all'aria della tromba grammofonica.

Una lunga serie di perfezionamenti nei dettagli costruttivi hanno permesso di raggiungere nei più moderni riproduttori meccanici una quasi uniforme rispondenza dell'intensità sonora alle varie frequenze. Ed è interessante il notare come tali perfezionamenti sono stati negli ultimissimi tempi facilitati dalla considerazione di quelle analogie elettromeccaniche cui sopra abbiamo accennato. Nella fig. 1 che rappresenta schematicamente un moderno tipo di diaframma grammofonico la punta A', dotata di cedevolezza elastica, trascina attraverso un pernio elastico P, un braccio di leva lungo, anch'esso elastico, che agisce sul centro di un diaframma D. Questo è sostenuto perifericamente da anelli elastici A che ne consentono gli spostamenti senza nuocere alla tenuta della camera d'aria retrostante C, la quale sbocca nell'orifizio O di sezione più ristretta del diaframma, essendo così innestata alla tromba attraverso al comune braccio tubulare mobile.

A tutti gli elementi meccanici del descritto sistema si possono far corrispondere, in base alle analogie sopra riferite, gli elementi di un circuito elettrico. Ne risulta lo schema della fig. 2, dove un generatore di corrente variabile sostituisce lo sforzo motore del solco sulla punta, e così si corrispondono il condensatore C_1 con la cedevolezza della punta; il trasformatore T_1 con la leva amplificatrice; la self L_1 con la massa della leva; la capacità C_2 con la cedevolezza del braccio di leva più lungo; la self L_2 con la massa del diaframma; la capacità in serie C_3 con la cedevolezza dell'orlo del diaframma; la capacità shunt C_4 con l'elasticità del diaframma, e così il trasformatore T_2 rappresenta l'amplificazione della camera d'aria, corrispondente al rapporto fra le sezioni del diaframma e del foro d'uscita. Infine la resistenza R sostituisce la resistenza acustica di lavoro dell'aria della tromba.

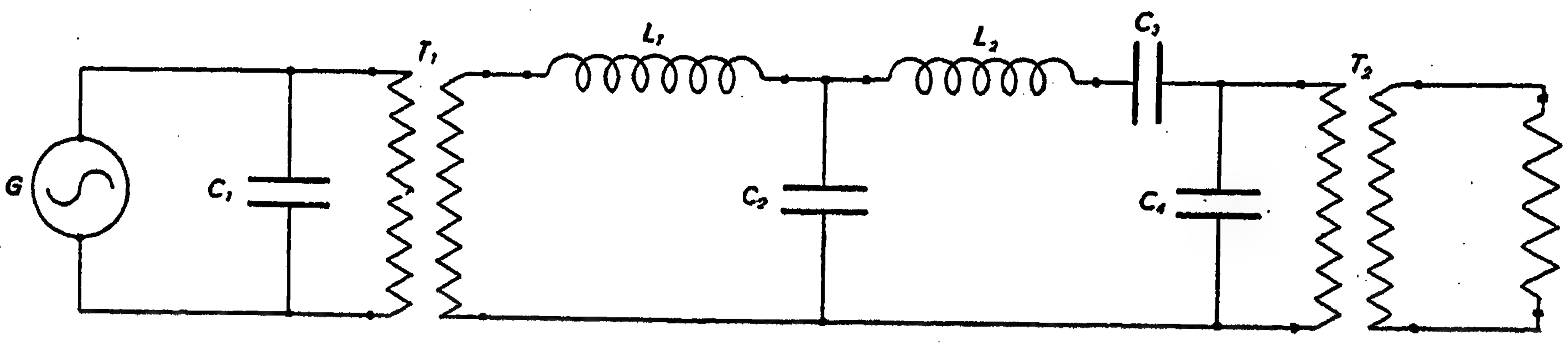


Fig. 2.

Come è noto circuiti elettrici di questa natura sono stati profondamente studiati nella teoria dei filtri. Ed effettivamente il sistema meccanico che gli equivale può essere assimilato a un filtro, con la condizione di lasciar passare, con attenuazione non dipendente dalla frequenza, e quindi con attenuazione uniforme, tutte le frequenze comprese per esempio fra 100 e 6000. Si tratta cioè di uno di quei filtri denominati passa-banda, per i quali si san calcolare con facilità e precisione gli elementi elettrici che lo debbono costituire. È bastato il trasporto puro e semplice dei risultati già ottenuti nella teoria dei filtri per poter calcolare e progettare nei particolari numerici una scatola d'aria grammofonica dotata dei requisiti sopra esposti. Si ritiene dai competenti che lo scopo è stato raggiunto con sufficiente esattezza; meglio, in ogni caso, di quel che si riesca a fare coi riproduttori elettrici, i quali sono tutt'ora all'inizio della fase di elaborazione scientifica.

Il riproduttore elettrico consta di tre parti: il pick-up, che è un dispositivo elettromagnetico nel quale la punta, seguendo le sinuosità del solco, muove un'ancora di ferro in un campo magnetico, sviluppando così in un rocchettino opportunamente disposto una forza elettromotrice indotta dal movimento; l'amplificatore a lampade termoioniche, e infine l'altoparlante, cioè un sistema nel quale la corrente elettrica variabile così amplificata muove, come in un telefono ricevitore, il diaframma vibrante che genera nell'aria il suono. Si ha pertanto una doppia trasformazione: di vibrazione meccanica della punta in corrente elettrica, e di corrente elettrica in vibrazione meccanica della lamina, con in mezzo un amplificatore.

Per il pick-up si manifestano tutti gli inconvenienti già segnalati per i ricevitori di suono. Si è detto che solo il microfono a condensatore è capace di svolgere f. e. m. con risposta uniforme alle varie frequenze; invece, il pick-up che è di funzione elettromagnetica con parti mobili in ferro, con massa e con legami elastici, non può dare una f. e. m. esente da effetti di risonanza anormali. Effettivamente le curve rilevate sperimentalmente presentano nel campo tra 50 e 6000 periodi, delle perturbazioni irregolari oltre a un andamento generale non uniforme.

La f. e. m. ricavata dal pick-up viene amplificata senza deformazioni dai buoni complessi termoionici oggi esistenti. La

f. e. m. amplificata così ottenuta agisce nel circuito dell'altoparlante, dove per la presenza di resistenza ohmica e di self, come anche per la reazione induttiva del circuito mobile nel campo magnetico, si otterrà una corrente che funziona da forza motrice ma la cui intensità è funzione della frequenza, a parità di f. e. m.

Le condizioni migliori si realizzano nell'altoparlante elettrodinamico, nel quale l'organo mobile è costituito da una bobina che si muove in un campo costante di forma anulare creato da una corrente continua, fra un nucleo di ferro e un anello di ferro che lo circonda.

Alla bobina mobile è legato rigidamente un imbuto di carta speciale che fa da membrana vibrante, e permette di evitare i lunghissimi imbuti che sarebbero necessari per fornire un lavoro acustico costante a tutte le frequenze.

Esaminiamo le forze in giuoco nell'altoparlante per una data intensità I di corrente che lo attraversa. Se H è l'intensità del campo, l la lunghezza del filo della bobina, m la massa totale mobile, $\frac{1}{K}$ il coefficiente di elasticità del sistema ed r il coefficiente di attrito *totale* si avrà, per lo spostamento x,

$$m\ddot{x} \times r\dot{x} \times \frac{1}{K}x = H\,l\,I$$

L'attrito totale consta di due parti: una r_m di natura meccanica quale si avrebbe per un funzionamento dell'apparecchio nel vuoto, l'altra r_a di natura acustica e che è la sola utile ai fini dell'energia sonora prodotta. Si dimostra che l'energia sonora L è data da:

$$L = \frac{1}{2}\dot{x}^2 r_a$$

cioè è proporzionale al quadrato della velocità efficace della membrana e alla sua efficacia emissiva acustica r_a, detta resistenza di radiazione.

Ne risulta:

$$L = \frac{1}{2}\,\frac{H^2 l^2 r_a}{r^2 + \left(m\omega - \frac{1}{K\omega -}\right)^2} I^2$$

e perciò la resa in energia sonora, se anche fosse I indipendente dalla frequenza sarebbe funzione della frequenza, perchè dipendono da questa r, r_a e il termine in parentesi.

Quanto alla dipendenza della resistenza di radiazione r_a dalla frequenza, essa è stata calcolata da Lord Rayleigh e da Kellog per la cosidetta membrana-stantuffo oscillante in un foro praticato in un piano fisso, ciò che corrisponde, all'incirca, al caso dell'altoparlante munito di grande tavola separatrice delle vibrazioni anteriori e posteriori. Per un diaframma di circa 20 cm di diametro la resistenza di radiazione r_a cresce col quadrato della frequenza fino a circa 250 periodi per secondo, poi cresce linearmente con la frequenza fino a 1000 periodi, e rimane all'incirca costante al disopra di questa frequenza.

Si riconosce da tuttociò che la potenza irradiata L dipenderà molto dalla frequenza, anche se è costante la f. e. m. che alimenta l'altoparlante; la dipendenza è resa irregolare dal fatto che il cono vibrante presenta dei periodi propri di risonanza, cosicchè le curve di *risposta* alle varie frequenze manifestano delle creste e delle valli assai fitte, da far paragonare quelle curve, come dicono gli americani, al profilo delle Montagne Rocciose; e con limiti piuttosto angusti di sensibilità, che diventa assai scarsa al disotto di 400 e al disopra di 3000 periodi. L'intero complesso che costituisce il riproduttore elettrico non è perciò molto soddisfacente, fino ad oggi, nei riguardi della uniformità di risposta alle varie frequenze.

Ciononostante si ritiene che altri difetti ancora più gravi intervengano a guastare le riproduzioni assai più di quel che avvenga per la non uniforme resa alle varie frequenze.

E invero in ogni apparecchio riproduttore tutte le volte che esista una non perfetta proporzionalità tra la forza motrice e le variabili del primo membro della equazione (1), quando cioè i coefficienti di questa non possano più considerarsi costanti e l'equazione cessa dall'esser lineare, prende origine una nuova distorsione di natura ancora più grave che quella di frequenza sopra discussa. Per la distorsione di frequenza ogni vibrazione sinusoidale della forza resta sinusoidale nel movimento; la distorsione si manifesta nella diversa ampiezza che acquistano le vibrazioni di diversa frequenza. Per i difetti di linearità avviene che anche se è sinusoidale la forza motrice, il movimento manifesta, oltre alla frequenza fondamentale, degli armonici creati dall'apparecchio. E perciò se è già complesso l'andamento della forza motrice, a ogni sua componente armonica l'apparecchio fa seguire un corteo di armonici, che perturbano gravemente la qualità del suono reso. Questi difetti si manifestano specialmente quando le parti del sistema riproduttore lavorano a un regime forzato d'intensità, sia nelle correnti elettriche che negli spostamenti meccanici; e perciò da tali difetti non sono nemmeno immuni gli amplificatori a valvole termoioniche se vengon forzati al di là della loro potenza normale.

Infine contribuisce alla imperfetta riproduzione una causa che sfugge qualora si prenda troppo alla lettera il principio della scomposizione in serie di Fourier dei suoni complessi. Bisogna invero notare che tale scomposizione, la quale è sempre legittima dal punto di vista analitico, può condurre a equivoci quando si tratti di suoni non persistenti, ma aventi intensità e frequenza rapidamente variabili, come avviene continuamente nella riproduzione della musica o della parola. Non ha più senso, in tali casi, parlare di un periodo fondamentale, trattandosi invece di vibrazioni irregolari che, decomposte col principio di Fourier, darebbero luogo non a una serie discontinua di armonici, ma a un integrale continuo e illimitato. Per esprimerci col linguaggio usato in spettroscopia, diremo che non si ha da fare soltanto con uno spettro a righe nette di varia frequenza, ma con uno spettro a larghe bande, e talvolta con un vero spettro continuo.

In tali condizioni entrano in giuoco quei perturbamenti che in elettrologia prendono nome di *fenomeni transienti*. Un'onda rapida di tensione elettrica all'arrivo di una linea ad alta tensione va presa com'è; una scomposizione in serie di Fourier ne maschererebbe il carattere di brutalità così pericoloso agli impianti. E così la risposta di un apparecchio ricevitore e di quello riproduttore del suono a urti di quella natura non può essere prevista con le norme semplici fondate sulla considerazione dei suoni sinusoidali; intervengono, fra l'altro gli spostamenti di fase fra le componenti sinusoidali che invece non hanno alcun effetto nei suoni persistenti, come fu provato da Helmholtz e da Galileo Ferraris.

Le indagini in questo campo sono adesso appena all'inizio, ma è da presumere che i risultati saranno rapidi e soddisfacenti. Occorre invero tenere presente che le ricerche di elettroacustica sono state iniziate appena pochi anni or sono; l'incisione elettrica dei dischi grammofonici data appena dal 1925; la riproduzione elettrica è di data ancora più recente. E già i successi ottenuti sono di tale entità da assicurare la più larga e inattesa diffusione dei nuovi meccanismi in tutti i Paesi, creando un formidabile complesso di attività tecniche e finanziarie, che giustifica la larghezza dei mezzi con cui, specialmente in America, viene oggi approfondito lo studio della Elettroacustica.

O. M. Corbino.

Conferenza mondiale dell'energia

Riunione sezionale di Tokyo

Relazione del Prof. L. LOMBARDI

Nella imminenza della seconda Riunione plenaria della Conferenza Mondiale della Energia, indetta a Berlino per la seconda metà di giugno, può giovare a coloro che ad essa dovranno partecipare o comunque intendono seguirne i lavori, di conoscere sommariamente i risultati della Riunione Sezionale tenuta l'anno scorso a Tokyo durante la prima decade di novembre.

La Riunione assunse particolare importanza per l'intervento di un gran numero di Membri, oltre 1300, i quali parteciparono contemporaneamente al Congresso mondiale di Ingegneria tenuto nella medesima città, e organizzato dalla stessa Presidenza. Il numero dei delegati stranieri superò 350 e con le rispettive signore 500; quello dei lavori presentati fu di 150. Questi vennero suddivisi in 4 Sezioni e ognuna in varie sottosezioni, come dal prospetto seguente:

Sezione A. *Sviluppo nazionale e internazionale delle sorgenti di energia:*

a) Carbone e sua preparazione;
b) Olio;
c) Produzione e utilizzazione di altre forme di energia.

Sezione B. *Unificazione razionale e amministrazione economica delle sorgenti di energia elettrica:*

a) Generalità;
b) Problemi idroelettrici;
c) Produzione termica ed idrica dell'energia;
d) Trasmissione e distribuzione dell'energia;
e) Problemi amministrativi dell'industria elettrica.

Sezione C. *Energia per i trasporti:*

a) Traffico ferroviario;
b) Veicoli a motore;
c) Propulsione navale.

Sezione D. *Miglioramenti economici nella produzione dell'energia:*

a) Generalità;
b) Produzione e accumulazione del vapore;
c) Turbine a vapore;
d) Motori Diesel.

Essendo il numero delle sedute limitato a una ventina, ad ognuna delle Sottosezioni ne vennero riservate una sola o due, ed in ognuna di esse un Relatore, preliminarmente designato dal Comitato di Organizzazione, riassunse tutti i lavori inerenti all'argomento, sopra i quali gli Autori delle Memorie e gli altri Membri interessati vennero invitati a interloquire. Poichè il testo originale di quasi tutti i lavori era stato distribuito in precedenza, la maggior parte del tempo venne riservata alle discussioni, le quali in tal modo riuscirono particolarmente efficaci.

Nelle pagine seguenti sono riassunti per sommi capi gli argomenti più importanti, con particolare riguardo ai problemi che più da vicino interessano l'industria elettrica.

Sezione A. *Sviluppo nazionale e internazionale delle sorgenti di energia.*

Nella Sottosezione a) *Carbone e sua preparazione* vennero presentati quindici lavori: cinque su la carbonizzazione, tre su la produzione termica dell'energia, quattro su la combustione e su l'eliminazione del fumo, tre sui depositi e sul maneggio del carbone.

Nel primo gruppo *Audibert* ha esaminato i diversi modi per saggiare il carbone in relazione alla produzione del coke, ed ha proposto due nuovi metodi per determinarne il potere agglutinante e per prevedere la natura del coke in base a esperienze di laboratorio. *Raaschou* ha descritto un metodo di estrazione ad alta temperatura nel quale solventi speciali, come l'antracene e la naftalina sono impiegati per individuare le differenze fra i diversi componenti del carbone; *M. L.* ed *A. Chmelewsky* hanno proposto un metodo per aumentare il tenore di metano nel gas d'illuminazione mediante diffusione attraverso sostanze porose, con l'aggiunta preliminare di anidride carbonica e di vapore soprariscaldato. *Parker* ha descritto un metodo speciale di purificazione del gas, con separazione dei prodotti liquefattibili.

Nel secondo gruppo *E. H. Smyth* e *E. G. Weeks* rilevano i vantaggi dell'impiego di carbone polverizzato e in parte distillato (*semi-coke*) a bassa temperatura. *M. Kamo* e *Y. Takeda* considerano la poca convenienza di utilizzare industrialmente il carbon fossile della Corea e ne suggeriscono la parziale distillazione a bassa temperatura. *L. K. Ramzin* parla della utilizzazione della torba e della lignite in Russia.

Nel terzo gruppo *A. Naito* parla di carboni speciali esistenti in Giappone che hanno subito delle metamorfosi e, bruciati nei forni, danno luogo a una specie di deflagrazione in causa della rapida vaporizzazione dell'acqua interna. *K. Tsujimoto* e *K. Fujiwara* trattano del problema della precipitazione del fumo, per la risoluzione del quale venne in Osaka istituita una speciale commissione. *W. Ellrich* descrive gli impianti tedeschi di riscaldamento a distanza, che ormai non sono più unicamente limitati agli scopi domestici, ma si vanno anche diffondendo per scopi industriali.

Nel quarto gruppo *K. Watanabe* considera i giacimenti di carbone esistenti in Giappone e i progetti fatti per la loro utilizzazione. *J.E. Lea* ritiene la misura volumetrica del carbone sufficientemente approssimata per gli scopi pratici. *K, Nanjo* descrive gli impianti per il carico e scarico del carbone nei principali porti giapponesi.

Nella Sottosezione b) *Olio* vennero presentati due lavori sui depositi di petrolio e su la domanda di questo combustibile in Giappone, e due sopra le altre sorgenti accessorie di olii e combustibili sintetici. In particolare *Y. Chitani* ha descritto i principali depositi di petrolio esistenti in Giappone, onde si estraggono annualmente 600 mila barili in Hokkaido, 800 mila nella Prefettura Niigata e quantità minori altrove. *K. Hashimoto* spiega come il petrolio giapponese nel 1928 non abbia rappresentato più di un quarto del consumo totale dell'impero, che ammontò a circa 8.300.000 barili. Ritiene però che la produzione nazionale possa aumentarsi considerevolmente, e d'altronde considera i depositi naturali come una ricchezza universale del genere umano, per l'utilizzazione della quale le Nazioni che ne sono più ricche dovrebbero concedere anche alle altre di effettuarne la estrazione.

A. W. Nash ha classificato i metodi per la produzione sintetica degli olii e di altri combustibili nelle categorie seguenti:

1. Distillazione a bassa temperatura;
2. Idrogenazione del carbone (Bergius);
3. Idrogenazione catalitica del carbone;
4. Riduzione del protossido di carbonio;
5. Cracking del gas naturale;
6. Combustibili gasosi.

Egli riassume in una tabella le principali reazioni del gas d'acqua, che possono utilizzarsi per ricavare dal carbone o dal coke altri combustibili sintetici a seconda della pressione e temperatura applicata, e segnala la importante ripercussione che tali metodi di preparazione possono esercitare su l'industria chimica.

H. Weiss, *L. Boisselet* e *T. Salomon* hanno invece discusso i processi di deteriorazione degli olii minerali per cause fisiche e chimiche; le prime riflettono il semplice assorbimento di sostanze estranee, come la polvere, il carbone, i detriti metallici, l'acqua in emulsione; le seconde comprendono vere e proprie reazioni, come le ossidazioni a temperatura più o meno elevata degli olii lubrificanti e di quelli per interruttori e trasformatori, che conducono alla formazione dei depositi. Il lavoro comprende una parte chimica relativa alle reazioni a base di jodio e di acido solforico, e si estende considerevolmente sopra i metodi di purificazione e rigenerazione degli olii già usati.

Nella Sottosezione c) *Produzione e utilizzazione di altre forme di energia* vennero presentati 4 lavori, di cui uno su la utilizzazione delle sorgenti naturali termiche, uno su quella delle maree e due su quella del vento.

Il primo di essi si dovette ad un autore italiano, il Principe *Ginori Conti*, Presidente e Amministratore Delegato della Società Boracifera di Larderello, il quale, appoggiandosi su la sua lunga esperienza personale, mise bene in evidenza la necessità di studi geofisici accurati quando si progetta un impianto per utilizzazione industriale delle sorgenti termiche nelle regioni vulcaniche, e rese brevemente conto dei cospicui risultati da lui ottenuti in Toscana. Il lavoro originale venne a suo tempo integralmente riprodotto nell'*Elettrotecnica* (1), per cui ad esso si può senz'altro fare riferimento. La discussione al riguardo fu notevolmente nutrita, per il grande interesse che si porta a questo problema in Estremo Oriente, ove il Giappone stesso e sopratutto l'isola di Giava hanno dovizia di sorgenti ad alta temperatura, ed hanno già istituito sistematiche esperienze per la loro pratica utilizzazione. Di queste ha dato conto il relatore Ing. *Fujisawa* dell'Ufficio Imperiale che sovraintende alle sorgenti naturali di energia. L'ultimo pozzo scavato nella prefettura di Oita raggiunse la profondità di una novantina di metri e fornisce 5000 libbre di vapore all'ora.

Nel secondo lavoro *U. Shinohara* trattò dello sfruttamento delle maree e della pressione delle onde, la quale, secondo un metodo da lui ideato, può utilizzarsi a sollevare una parte dell'acqua per ricavarne mediante turbine a bassa caduta potenza idroelettrica.

T. Motooka e *M. L. Neu* hanno discusso della possibile utilizzazione della potenza del vento, suggerendo il primo di costruire preferibilmente le ruote orizzontali nei paesi come il Giappone, dove la velocità delle correnti è molto variabile e la direzione incerta, e di impiegare il lavoro ricavato a immagazzinare dell'acqua piuttosto che a caricare batterie di accumulatori. Il secondo Autore dà la preferenza alle ruote verticali montate su torri elevate; descrive l'applicazione del principio di Magnus alla propulsione dei battelli senza vele; caldeggia per la utilizzazione elettrica il sistema Thury con generatori in serie per corrente costante, con successiva trasformazione di questa in corrente trifase di tensione costante.

SEZIONE B. *Unificazione razionale e amministrazione economica delle sorgenti di energia elettrica.*

Nella Sottosezione a) *Generalità* venne essenzialmente considerato sotto varî aspetti il problema generale della utilizzazione dell'energia in vari paesi, e accessoriamente quello della pubblica distribuzione del gas e della elettricità. Del primo hanno trattato *E. W. Rice* per gli Stati Uniti, *E. Uytborck* per il Belgio, *S. A. K. Krajewsky* per la Russia, e *S. Mayehara* con *H. Mori* per il Giappone, fornendo elementi interessanti di carattere statistico, suggerendo il modo per coordinare e intensificare la distribuzione, e stabilendo il confronto fra gli incrementi di questa e del macchinario adibito alla produzione. In particolare il *Krajewsky* accentua i benefici della produzione centralizzata nei riguardi della economia generale dei combustibili, non solamente per riguardo alla energia elettrica trasmessa attraverso a vaste reti di alta e bassa tensione, ma anche per riguardo al vapore e all'acqua calda, da distribuirsi attraverso adatte canalizzazioni a domicilio privato e nei quartieri industriali. Espone sommariamente il piano russo elaborato da una speciale commissione *Goelro* e approvato dal Governo nel 1921, la cui attuazione è in corso e contempla un complesso di impianti per una potenza totale di 1.750.000 kilowatt, incluso l'impianto idraulico più grandioso d'Europa sul Dnieper, ora in costruzione, che avrà una potenza iniziale di 372.000 kilowatt e finale di 558.000. L'energia totale sviluppata in Russia nel 1925-26 fu di tre miliardi e mezzo di kilowattore e nel 1927-28 superò cinque miliardi; nel 1932-33 raggiungerà probabilmente diciannove miliardi. Al lavoro sono annesse tabelle statistiche interessanti circa la ripartizione dell'energia prodotta nelle diverse stazioni e distribuita fra le varie industrie alle diverse epoche ricordate. Il bilancio generale russo del 1925-26 prevedeva sopra un complesso di 46 miliardi di kWh da consumarsi in forma di energia elettrica, termica, chimica e meccanica 88,7 % per i processi termici o chimici dell'industria, 9,89 % per la forza motrice, 0,96 % per la illuminazione cittadina e 0,45 % per quella rurale.

Anche il lavoro di *Mayehara* e *Mori* è corredato di statistiche interessanti circa la potenza idraulica disponibile in Giappone che, in rapporto alle portate minime dei fiumi, si stima 5 milioni di kilowatt, e in rapporto a quelle medie realizzabili per sei mesi raggiunge i dieci milioni. Della prima quantità circa un terzo è già sfruttato sotto il controllo di Società ed Enti pubblici, e la maggior parte degli impianti è munita di bacini e sistemi di regolazione, che permettono di utilizzare una potenza media 1,73 volte maggiore di quella corrispondente alla portata minima. La potenza termica installata rappresenta 1.240.000 kW. L'illuminazione elettrica è estesa a circa nove decimi delle abitazioni, e il numero di lampade installate oltrepassa 32 milioni; i motori elettrici nel 1927 raggiungevano 343 mila per una potenza di 1.800.000 kW. L'energia elettrica generata nel 1928 eccedette 10 miliardi di kWh, con una media di 172 kWh per

(1) N. 30. - 25 ottobre 1929, pag. 690.

persona. Il massimo carico di punta nel 1928 per tutto il paese fu di poco inferiore a 3 milioni di kW. Ulteriori dettagli circa le quantità di energia elettrica e di gas distribuite per uso domestico in Giappone sono contenuti in un rapporto di *K. Goto*, che stima per le famiglie della media borghesia la spesa media mensile 120 yen (circa 1100 lire); di questa compete 20,6 % per l'alloggio, 42,6 % per vestiario e alimenti e 4,4 % per illuminazione e riscaldamento.

K. Ogura in un suo rapporto esamina particolarmente le condizioni degli impianti municipali elettrici e a gas in Giappone, il cui numero è relativamente limitato e taluno in condizioni economiche non floride. Il prof. *T. E. Thompsen* esamina la possibilità di generare l'energia elettrica come prodotto secondario in talune industrie, con riferimento ad alcuni impianti del genere eseguiti in Danimarca. In uno di essi si utilizza il gas inerte, che ha servito per raffreddare il coke incandescente nelle storte a gas, a produrre vapore; in altri si utilizza il vapore di scappamento in turbine di bassa pressione per generare energia elettrica. Nella discussione venne riconosciuta la opportunità di normalizzare sopra una base internazionale le statistiche relative alla utilizzazione della energia elettrica.

Nella Sottosezione b) vennero trattati i problemi relativi agli *Impianti idroelettrici* in dodici lavori, il primo dei quali di *C. Mori* riassume lo stato attuale degli impianti predetti in Giappone e ne preconizza un ulteriore grandioso sviluppo. Egli prevede infatti pel 1937 una massima richiesta di oltre cinque milioni e mezzo di kilowatt, per far fronte alla quale stima necessario di costruire nuovi impianti idraulici per una potenza superiore a 3 milioni di kilowatt, e nuovi termici per 1 milione di kilowatt con una spesa complessiva di due miliardi di yen (circa 18 miliardi di lire).

S. Hayashi, *S. Sugiyama* e *M. Haegeleu* hanno discusso in tre lavori distinti i principali problemi relativi ai serbatoi idraulici, alla utilizzazione delle piccole cadute e alla portata solida dei corsi d'acqua. I primi acquistano una particolare importanza in Giappone come regolatori, atteso che i danni causati annualmente dalle inondazioni sono stimati 59 milioni di yen, più di mezzo miliardo di lire; 277 milioni di yen, pari a due miliardi e mezzo di lire, vennero spesi nell'ultimo decennio per le opere preventive. Il secondo lavoro descrive le varie forme di dighe e paratoie adatte per la ritenuta dell'acqua, e ricorda un dispositivo dell'autore per la regolazione automatica delle scale per i pesci. Il terzo riassume i risultati raccolti dalle misure eseguite sopra varî corsi d'acqua francesi.

Intorno ai perfezionamenti introdotti nella costruzione delle turbine idrauliche hanno riferito *J. Moser* e *E. Seitz* con particolare riguardo alle turbine Francis della Escher & Wiss, i cui maggiori esemplari sono previsti per un'altezza di caduta di 290 m. e una potenza di 50.000 cavalli, con un rendimento superiore a 90 %; *M. Tazawa* con riguardo alle turbine costruite in Giappone, che ormai sostengono vittoriosamente la concorrenza delle principali fabbriche europee ed americane. A questo riguardo l'Autore auspica un accordo internazionale, che permetta ai costruttori di ogni nazione di utilizzare anche i brevetti delle altre.

W. Hahn, *A. Maas* e *B. Tanaka* in due distinti lavori hanno discusso i pregi e gli inconvenienti delle turbine moderne di tipo elicoidale a palette mobili, sopratutto adatte ove si prevedono variazioni notevoli di velocità, o di carico.

Il prof. *K. Thoma* ha descritto importanti misure eseguite nell'Istituto Idraulico del Politecnico di Monaco sopra le perdite nei tubi, ed un nuovo tipo di valvola Heim nel quale le perdite sono ridotte al minimo, evitando la presenza di palette o saracinesche mobili e deviando l'acqua attraverso un canale elicoidale, che offre una resistenza 35 volte maggiore di quello principale.

Nella Sottosezione c) vennero presentati quattro lavori relativi alla *Produzione termica dell'energia elettrica associata con quella idrica*. Due di essi furono di autori Giapponesi: *S. Fukunaka*, il quale trattò genericamente degli aspetti economici del problema ed *H. Hirose*, il quale ne discusse a fondo con particolare riguardo alle condizioni esistenti nella parte centrale del Giappone. Egli pose a base il doppio caso di impianti idraulici privi e di impianti forniti di bacino, e in quest'ultimo distinse ancora fra i bacini sufficienti e quelli insufficienti a sopperire alle variazioni diurne e settimanali di carico, e considerò separatamente il caso di un bacino unico destinato a sussidiare parecchi impianti lungo il corso di un medesimo fiume. In ognuno di questi casi egli calcolò analiticamente l'energia termica richiesta, tenendo a base le variazioni periodiche di portata mensili e annuali in confronto di quelle della energia richiesta, e la possibilità di fare assegnamento sopra una portata media che abbia alla minima un diverso rapporto, compreso fra 2,5 e 4,5. Ne dedusse il fattore annuale di carico degli impianti sussidiari a vapore, e il prezzo dell'energia a seconda del diverso costo d'impianto delle centrali e delle linee. Nelle condizioni attuali del Giappone Centrale la produzione termica più economica risulta compresa fra il 20 e il 30 % della totale, laddove la proporzione realizzata non eccede 15 %. Presso alcune delle Compagnie più importanti la proporzione è ancora notevolmente più bassa, e il macchinario termico attualmente installato risulta di gran lunga troppo esiguo in confronto di quello idraulico, ond'è da auspicare da una parte il suo aumento sistematico, e dall'altra il coordinamento degli impianti principali con molti impianti termici secondarii, tuttora indipendenti. Secondo l'Autore, la portata mediamente utilizzabile non dovrebbe eccedere il triplo di quella minima negli impianti idraulici per evitare le necessità di impianti termici di integrazione troppo onerosi.

Anche l'Ufficio Governativo di Elettricità giapponese ha presentato un rapporto relativo alle considerazioni economiche che presiedettero al progetto di taluno dei più importanti impianti termici e idraulici.

F. S. Clarck degli Stati Uniti ha suggerito una speciale disposizione delle caldaie a grande volume e delle turbine a vapore suscettibili di funzionare a pressione ridotta, per parare alle difficoltà dell'entrata in funzionamento della riserva nel caso di interruzione dell'impianto idraulico, ed il Relatore *H. Mori* ha nel suo rapporto riassuntivo stabilito il confronto fra i vantaggi economici della riserva con macchine a vapore e con motori Diesel, avendo particolare riguardo ai perfezionamenti recentemente introdotti nelle une e negli altri.

Nella Sottosezione d) vennero presentati otto lavori relativi alla *Trasmissione e distribuzione dell'energia elettrica*, una parte dei quali si riattacca a questioni già trattate da un punto di vista più generale nelle Sottosezioni precedenti. Possono comprendersi fra di essi una nota di *J. Gastpar* sopra il bilancio da stabilire fra la produzione e la richiesta dell'energia, che considera le funzioni da assegnare al macchinario termico ed a quello idraulico, con eventuale sussidio di bacini di compensazione, e la possibilità di associarvi gli impianti termici di accumulazione o macchine Diesel di pronto avviamento; ed una di *T. Samukawa* sopra alcune linee elettriche di interconnessione costruite nell'isola Shikoku da un consorzio di cinque Società di produzione, proprietarie di varii impianti termici ed idrici. *W. Borgquist* descrisse lo sviluppo degl'impianti elettrici per uso domestico e rurale in Svezia, dove essi assorbono 12 % della potenza totale e si estendono a 45 % del territorio.

Un gruppo di lavori concerne l'esercizio e la protezione delle linee di trasmissione. Il primo di essi di *R. Mitsuda* e *K. Kanaya* considera i fenomeni di interferenza prodotti dalle linee elettriche di trasmissione dell'energia su quelle vicine di comunicazione e su gli impianti di radioricezione, con particolare riguardo alle attuali condizioni del Giappone. Di questo stesso problema ha trattato davanti al Congresso mondiale di energia il Prof. *Shibusawa*, che presiede la Commissione Governativa in-

caricata di proporre i sistemi di prevenzione (1). Il presente lavoro dovuto a due degli ingegneri addetti al Laboratorio Elettrotecnico del Ministero delle Comunicazioni, tratta peraltro la questione in modo più ampio. Esso considera i fenomeni di induzione elettrostatica separatamente da quelli di induzione elettromagnetica, ed indica il modo per calcolarli preventivamente, tenendo conto della natura diversa del suolo sopra cui le linee sono distese, e gli artifizi più adatti per limitarli, come l'impiego degli scaricatori a mercurio, la limitazione delle correnti di ritorno mediante opportune resistenze di collegamento a terra e quella delle correnti accidentali verso terra mediante collegamenti reattivi; il bilanciamento esatto delle linee di trasmissione, ottenuto con la periodica trasposizione dei conduttori; la soppressione delle armoniche mediante circuiti derivati di assorbimento; l'applicazione dei fili di guardia, l'impiego dei cavi telefonici e l'allontanamento reciproco delle linee. L'autore esamina brevemente anche le diverse forme di disturbi, che possono essere occasionate dai circuiti industriali di forti correnti in quelli di ricezione radiotelegrafica e telefonica; questi, se non del tutto eliminati, possono peraltro efficacemente attenuarsi mediante una accurata costruzione e manutenzione dei primi, ed un adeguato aumento delle potenze irradiate dai secondi, ovvero anche mediante una conveniente moltiplicazione e ravvicinamento delle stazioni trasmettenti, che permetta la ricezione con apparecchi di limitata sensibilità.

Il secondo lavoro di questo gruppo è dovuto allo stesso *R. Mitsuda*, e concerne uno scaricatore a mercurio per alta tensione da lui ideato. Questo consiste in una serie di dischi circolari di porcellana dei quali una cavità centrale è riempita di mercurio, e che si trovano in un recipiente vuoto d'aria; il fondo della cavità è attraversato da un canaletto di porcellana, che stabilisce la comunicazione con la concamerazione inferiore. Quando si sopraeleva la tensione, scocca attraverso a questo un arco fra il mercurio delle camere contigue, dando passaggio alla corrente di scarica, la quale automaticamente si interrompe al riabbassarsi della tensione. Per l'accensione dell'arco occorrono 220 volt ad ogni elemento, e l'arco si spegne quando la tensione si riabbassa a 15 volt. Al lavoro sono annessi parecchi oscillogrammi rilevati con tensioni d'impulso, sovrapposte a tensioni alternate di frequenza industriale.

Nell'ultimo lavoro di questo gruppo *C. Dauzère* ha riassunto i risultati di numerose osservazioni relative ai fenomeni prodotti dal fulmine, eseguite nell'osservatorio del *Pic-du-Midi* nella regione dei Pirenei. In generale il numero delle scariche segnalate e l'ammontare dei danni che ne conseguono, sono considerevolmente maggiori nelle campagne che non nelle città. Le regioni colpite di preferenza sono quelle ove si producono in abbondanza ioni negativi, e queste non corrispondono sempre ai punti più elevati del terreno, atteso che sul fenomeno esercita una influenza prevalente la natura geologica del suolo. I calcari compatti non sono quasi mai colpiti; gli schisti contenenti ardesie, i graniti e le ofiti lo sono frequentemente; i luoghi più esposti sono generalmente al confine di due terreni di costituzione geologica differente, e molte volte sono al fondo dei valloni, presso le sorgenti d'acqua o sui colli. La ragione del fatto secondo l'Autore non è tanto da ricercare nella conduttività del suolo, in quanto essa possa accrescere l'intensità del campo indotto dalle nubi elettrizzate sovrastanti, ma piuttosto nella conduttività dell'aria circostante, su la quale influisce la diversa mobilità dei ioni negativi e positivi. Quella conduttività si manifesta in generale in misura più accentuata all'approssimarsi di un temporale, e l'effetto predominante è solitamente dovuto agli ioni negativi. Sotto questo riguardo la presenza delle linee elettriche, a giudizio dell'Autore, non esercita un'influenza determinante su la frequenza delle scariche, ma può aggravare il pericolo che da queste consegue riportandone gli effetti in regioni più lontane. L'Autore auspica perciò l'applicazione più sistematica dei mezzi di protezione, e consiglia di intensificarla sopratutto nelle regioni che sono maggiormente esposte, evitando di impiantarvi qualslasi stazione di trasformazione; segnala i vantaggi che potrebbe offrire la compilazione di una carta geologica, particolarmente intesa a indicare le regioni più pericolose, e si propone di iniziarla per la regione degli alti Pirenei, che egli ha già in gran parte esplorata; termina invocando una stretta collaborazione fra la Scienza e la Industria, così per la risoluzione di questo, come per quella di molti altri problemi che interessano entrambe.

Ancora in questa Sottosezione *E. Aoyagi* e *Y. Schichiri* hanno descritto i grandi pali a traliccio impiegati in Giappone, e *R. E. Argersinger* ha riassunto le discussioni dell'*American Institute of Electrical Engineers* circa l'unificazione delle tensioni e delle frequenze negli Stati Uniti.

Nella Sottosezione e), relativa ai *Problemi amministrativi dell'industria elettrica*, si ebbero ben 12 lavori; un primo gruppo di questi attiene alle disposizioni legislative, che reggono l'utilizzazione delle acque, e un secondo alle norme vigenti per i servizi pubblici e specialmente per gli impianti elettrici. Fra i primi il Dr. *J. Cerny*, che già promosse nelle Riunioni Sezionali della W. P. C. a Basilea e Barcellona deliberazioni intese a raccogliere e coordinare le norme legislative vigenti in materia di derivazioni d'acqua presso le diverse nazioni, ha prospettato le questioni che ne costituiscono il fondamento comune, astraendo da quelle particolari, che nella maggior parte dei casi trovano la giustificazione negli usi e nelle tradizioni locali. Quelle concernono: i diritti e gli obblighi inerenti alle concessioni; le tasse relative; i rapporti con l'agricoltura, la navigazione, la pesca, ecc; i termini della concessione e il trattamento successivo; le norme per la regolazione e il mantenimento dei corsi d'acqua; l'Autore ne ha fatto il riassunto tenendo presenti le disposizioni vigenti nelle principali Nazioni.

Su lo stesso argomento con particolare riguardo al Giappone, ove non è ancora emanata una legge organica per la utilizzazione delle acque, ha discusso *J. Masuda* ed ha fornito vari schiarimenti il Relatore *Mayehara*.

Cinque altri autori Giapponesi, *M. Shibusawa, M. Murai, S. Fukunaka, K. Goto* e *Y. Kimura* hanno più ampiamente esaminato tutta la legislazione vigente colà in materia di imprese elettriche, sia per riguardo alle servitù di passaggio, sia per le modalità e i termini delle concessioni, per le tariffe di vendita, per gli scambi di energia, per l'unificazione della frequenza e delle tensioni e per le norme di sicurezza, alla cui osservanza sovrintende il Ministero delle Comunicazioni. I rapporti coi Comuni sono disciplinati da speciali contratti detti *di compensazione*. perchè gli oneri imposti alle Società esercenti sono considerati come compenso per i permessi di viabilità.

Y. Wakaomi ha chiarito il metodo di determinazione delle tariffe sulla base del costo degli impianti, e *R. Komaya* ha auspicato il monopolio di Stato su l'energia elettrica. *S. Magahama*, rilevando lo scarso consumo di questa per usi domestici, ha suggerito di stabilire una tariffa unica e moderata per la totalità di essi, ed ha esposto minutamente le tariffe in vigore nelle tre principali città del Giappone: Tokyo, Osaka, e Nagoya. *T. Tobolla* ha finalmente discusso le variazioni del costo di produzione dell'energia elettrica in relazione al rapporto che intercede fra il massimo carico di punta annuale e la potenza idraulica disponibile, traendone norma per la potenza da assegnare agli impianti termici di integrazione, ove egli consiglia di mettere a base per il rapporto predetto il valore 2, se si fa assegnamento su la portata media disponibile per 6 o per 9 mesi.

In generale la costruzione di nuovi impianti nelle condizioni attuali tende ad aumentare il prezzo di costo dell'energia; quelli idraulici, da mettere in azione ogni anno, devono corrispondere approssimativamente all'aumento percentuale della domanda, che è di circa 16,5 %. Nel periodo iniziale la nuova potenza aggiunta tende a diminuire il rapporto del carico di punta alla

(1) *L'Elettrotecnica* - 15 maggio 1930 - pag. 336.

potenza idraulica disponibile, e quindi a crescere il prezzo medio dell'energia. Al mantenimento delle condizioni più favorevoli giova ogni perfezionamento introdotto negli impianti termici, come l'aumento di potenza delle unità generatrici, l'accumulazione del vapore, ecc. In condizioni particolari può la semplice produzione termica concorrere per economia con quella idraulica o mista, e in qualche caso riuscire addirittura più vantaggiosa.

SEZIONE C. *Energia per i trasporti.*

Nella Sottosezione a) *Traffico ferroviario* vennero presentati 10 lavori. Tre di questi, direttamente preparati dall'Amministrazione ferroviaria Giapponese, vertono sopra i risultati economici della elettrificazione della ferrovia principale di Tokaido e della adozione di Ferry-boat fra Aomori e Hakodate, e sopra alcune ferrovie funicolari; gli altri son dovuti ad Autori stranieri. L'esercizio elettrico della ferrovia di Tokaido, limitato per ora ad una sola Sezione fra Tokyo e Numaza, lunga 143 Km, ne ha pressochè raddoppiata la spesa unitaria in confronto di quello a vapore (da 1,34 a 2,55 yen per 1000 tonnellate-kilometri), ma si spera di migliorare notevolmente il risultato con l'estensione di esso alle altre sezioni. Secondo *A. I. Totten* la elettrificazione delle principali ben note ferrovie americane ha invece permesso di ridurre del 30 al 70 % la spesa di esercizio in confronto alla trazione a vapore. *I. Öfverholm* ha descritto i due sistemi di trasmissione dell'energia adottati nella elettrificazione di due linee ferroviarie importanti in Svezia, una a corrente alternata monofase della frequenza di 15 periodi per 1" e della tensione di 16.000 volt, generata direttamente a 4000 volt, e soggetta a 2 trasformazioni intermedie; l'altra a corrente trifase di alta tensione trasformata in monofase mediante gruppi motori generatori. A prevenire i disturbi induttivi su le linee di comunicazione vennero applicati diversi sistemi, l'ultimo dei quali è a tre fili con autotrasformatori e conduttore di ritorno; con questo si spera di poter elevare nelle future elettrificazioni la distanza fra le stazioni di conversione a 274 km laddove quella attuale è solamente di 128 km.

Mediante la adozione dei Ferry-boat fra Aomori e Hakodate, che distano 90 miglia marine, la spesa di trasporto per persona e tonnellata, si è ridotta da 3,38 a 2,28 yen. Anche l'esercizio delle funicolari, di cui 12 sono ora in opera, 6 in costruzione e 27 in progetto, ha dato e promette risultati economici soddisfacenti, al pari di quello di alcune ferrovie su cavi, sebbene l'impianto di queste sia costato in media 7,1 volte più delle linee in superficie, onde le tariffe di trasporto dovettero elevarsi nel rapporto di 7,8 a 1.

Su l'economia delle locomotive a vapore discusse *J. Buchli*, considerando i vantaggi delle pressioni più elevate in caldaia, dell'impiego del combustibile polverizzato e del vapore soprariscaldato e della adozione di un grado elevato di espansione; egli descrisse i principali esempi di locomotive già costruite per alta pressione, Schmidt-Henschel, Winterthur e Löffler, nella prima ed ultima delle quali è realizzato il riscaldamento indiretto per evitare le incrostazioni, laddove nella seconda si attua il riscaldamento diretto, con particolari precauzioni per localizzare le incrostazioni nel preriscaldatore.

Contro l'opinione espressa dall'Autore precedente, *J. Mc Leod* sostenne i vantaggi che possono presentare le locomotive a turbina, e ne descrisse gli esemplari esistenti in Svezia del tipo Ljungström, e quelli tedeschi di Henschel, Krupp e Maffei. Lo stesso Autore accennò a un modello nuovo, da lui disegnato, con doppia turbina ad alta e bassa pressione, capace di sviluppare una potenza complessiva di 1000 cavalli alla velocità di 8000 giri per minuto, che corrisponde a 60 miglia all'ora per la locomotiva; per le ferrovie inglesi se ne sta costruendo una della potenza di 2,250 cavalli. Lo stesso argomento venne trattato da *F. Liungström*, che ritiene la turbina indispensabile quando si vuol adottare vapore di temperatura molto elevata, a cui le macchine di moto alterno male si adattano per le difficoltà della lubrificazione. Anche *H. Zölly* ha descritto un proprio tipo di locomotore a turbina, rilevando le difficoltà della condensazione, imposte dalla ristrettezza dello spazio, e con lui si trovò d'accordo *J. Mc Leod*, che del pari preconizza la locomotiva a turbina di alta pressione priva di condensatore. *A. H. Candee* mostrò invece di dare la preferenza, in base alle esperienze già eseguite in America, ai motori a combustione interna, a olio pesante del tipo Diesel, ovvero a olio leggero con che la spesa di esercizio si riduce sensibilmente alla metà di quella delle locomotive a vapore.

Nella Sottosezione b), *Veicoli a motore*, vennero solamente presentati due lavori: uno di *K. Fukuda* sopra la utilizzazione dei veicoli automotori elettrici in Giappone, e l'altro di *M. Mille* sopra la trazione ad accumulatori nelle miniere. Il primo di essi si preoccupa dell'enorme quantità di bensina e olii leggeri, importata annualmente nel suo paese, e auspica la introduzione in vasta scala di veicoli ad accumulatori come un mezzo per limitarla, e per utilizzare vantaggiosamente l'energia elettrica disponibile nelle ore di minor consumo. Nello stesso senso si esprime l'Autore francese, con particolare riguardo all'impiego delle batterie nella propulsione dei locomotori da miniera.

Nella Sottosezione c) *Propulsione navale* vennero discussi 6 lavori, di cui due di Autori giapponesi e quattro di stranieri. Due di questi trattano dei vantaggi del vapore di alta pressione e di alta temperatura, di cui *A. Spyer* ritiene poter competere la economia con quella delle macchine a combustione interna, malgrado le difficoltà che si incontrano nella scelta del materiale per la costruzione delle caldaie. *R. A. Beekman* ed *A. Kennedy Jr.* mettono invece in evidenza i vantaggi che possono offrire nella produzione dell'energia le macchine con combustione interna, ed accentuano i vantaggi della propulsione elettrica navale, per cui ritengono i motori Diesel ancora troppo pesanti e costosi.

Il confronto fra i vantaggi della propulsione a vapore e di quella con motori Diesel fu più ampliamente sviluppato da *H. H. Blake*, *T. Tajima* e *T. Kawamura* con riferimento a navi esistenti, per taluna delle quali molti dati vennero riferiti; questi tendono a confermare la notevolissima economia di combustibile realizzata con le macchine a combustione interna, così nelle navi da pesca come in quelle da trasporto.

SEZIONE D. *Miglioramenti economici nella produzione dell'Energia.*

Nella Sottosezione a), *Generalità*, vennero presentati sei lavori, di cui uno solo giapponese e cinque stranieri, sopra argomenti disparati.

E. Korndörfer ha proposto un *trasformatore di calore* che consiste in un recipiente contenente soluzione di cloruro di calcio, nella quale si produce una sopraelevazione di temperatura mediante vapor d'acqua di bassa pressione; vene d'acqua o di vapore, condotte a traverso tubi metallici in essa immersi, vengono a loro volta riscaldate per scopi domestici o industriali. La scelta del cloruro di calcio è giustificata dal poco prezzo, dalla piccola affinità chimica per i metalli, e dalla scarsa evaporazione; la soluzione può essere di tempo in tempo riconcentrata mediante opportuno riscaldamento o con mezzi meccanici.

L. Neu ha trattato della refrigerazione delle macchine elettriche e dei trasformatori mediante apparecchi frigorifici e gas compressi, che egli reputa economicamente vantaggiosa in confronto di quella ad aria libera o ad olio; *H. Richli* della costruzione dei nuclei rotorici per i grandi turbogeneratori, rilevando i pericoli inerenti alle operazioni di rifinitura, in quanto esse possono provocare nell'interno sollecitazioni statiche anormali, che, sovrapposte a quelle dinamiche, occasionino la rottura. Egli propone perciò di rinunciare ad esse, facendo unicamente assegnamento su la resistenza del materiale legato e bene ricotto, ed eventualmente alleggerendo gli avvolgimenti mediante la sostituzione dell'alluminio al rame.

F. F. Brand e *H. O. Stephens* hanno ampiamente discusso dei perfezionamenti possibili nella costruzione dei grandi trasformatori, in relazione all'aumento di rendimento di cui essi sono suscettibili, ed alla diminuzione del peso e del prezzo per unità di potenza.

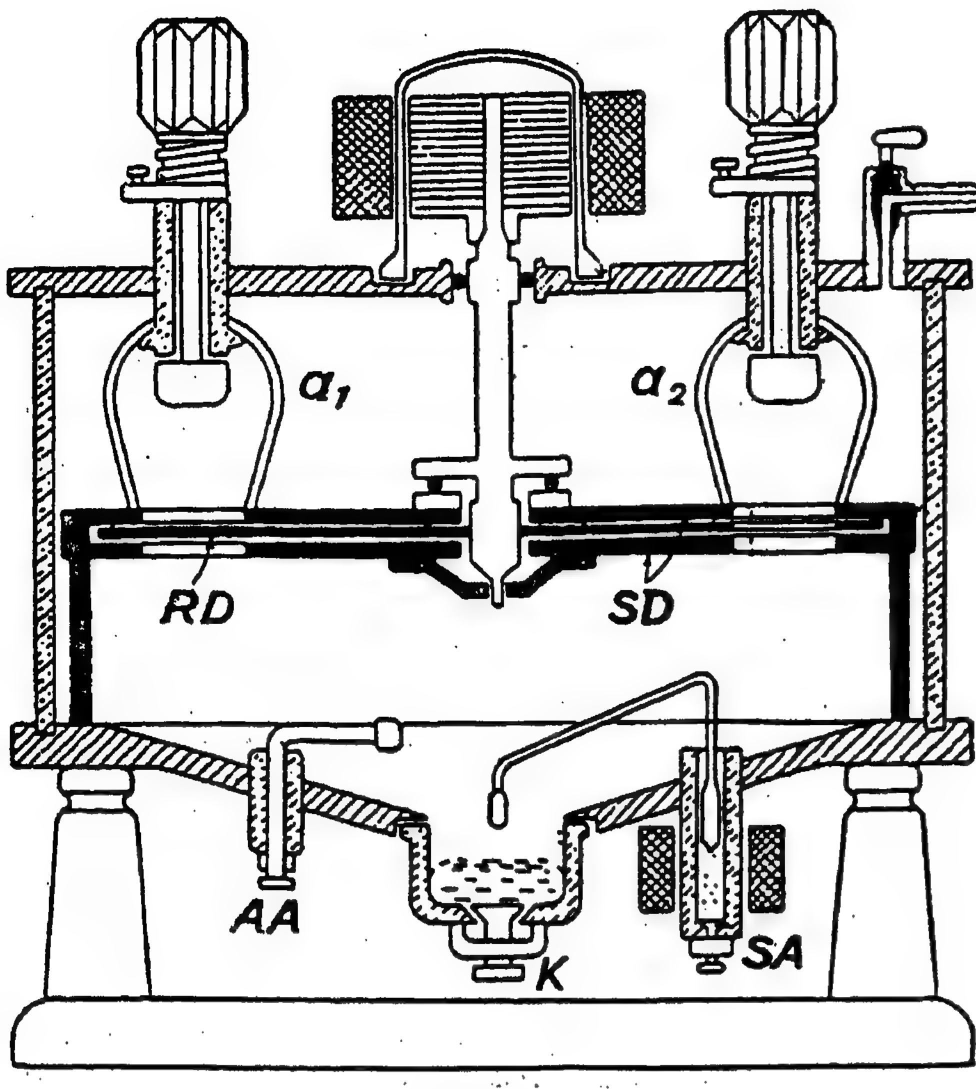


Fig. 1.

O. V. Morch ha rilevato l'importanza degli equipaggiamenti elettrici inerenti alla fabbricazione del cemento Portland, nella quale ritiene che vengano impiegati nel mondo motori per una potenza complessiva di circa un milione e mezzo di kilowatt, e venga assorbita una annua quantità di energia poco inferiore a sei miliardi e mezzo di kilowattora; per la produzione interna auspica l'impiego di caldaie adatte a utilizzare il calore residuo dei gas delle fornaci a circolazione, di cui è già fatto largo impiego in Giappone.

R. Mitsuda ha finalmente descritto un invertitore a mercurio di sua invenzione, avente per iscopo la produzione statica di correnti alternate, partendo dalla corrente continua. Esso si

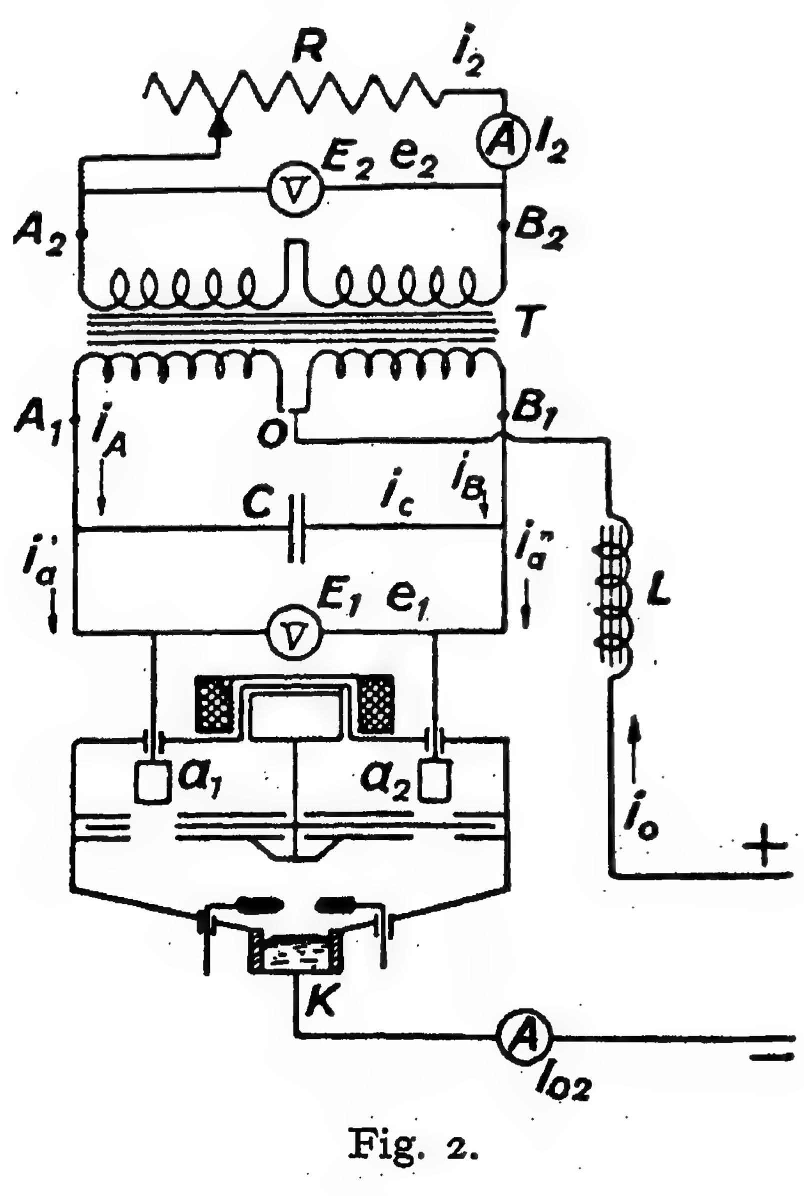


Fig. 2.

appoggia all'impiego di una camera cilindrica di vetro con coperchio metallico simile a quella dei grandi raddrizzatori a mercurio (Fig. 1), ove un sistema di archi, prodotti nel vapore di questo metallo, viene periodicamente intercettato mediante un disco metallico *RD* mantenuto in rotazione fra due altri fissi *SD* da un motore a campo rotante, che ha l'induttore esterno e l'indotto interno alla campana. Il disco è munito di un certo numero di aperture; quando gli anodi sono due, le aperture nel disco sono tre o cinque, in modo che le interruzioni periodiche di uno degli archi si alternino con quelle dell'altro. Le correnti periodiche, addotte ai due anodi, percorrono in senso inverso le due metà dell'avvolgimento primario *A* 1 *B* 1 di un trasformatore, nel cui secondario *A* 2 B2 vengono indotte f. e. m. e correnti alternate della frequenza corrispondente (fig. 2). La sorgente di f. e. m. è intercalata fra il punto neutro *O* di quell'avvolgimento primario e il catodo *K* dell'apparecchio, in serie con una opportuna reattanza *L;* un condensatore *C*, derivato fra gli estremi del primario, smorza le scintille ai luoghi d'interruzione e neutralizza la reattanza del circuito. Ove si debba alimentare

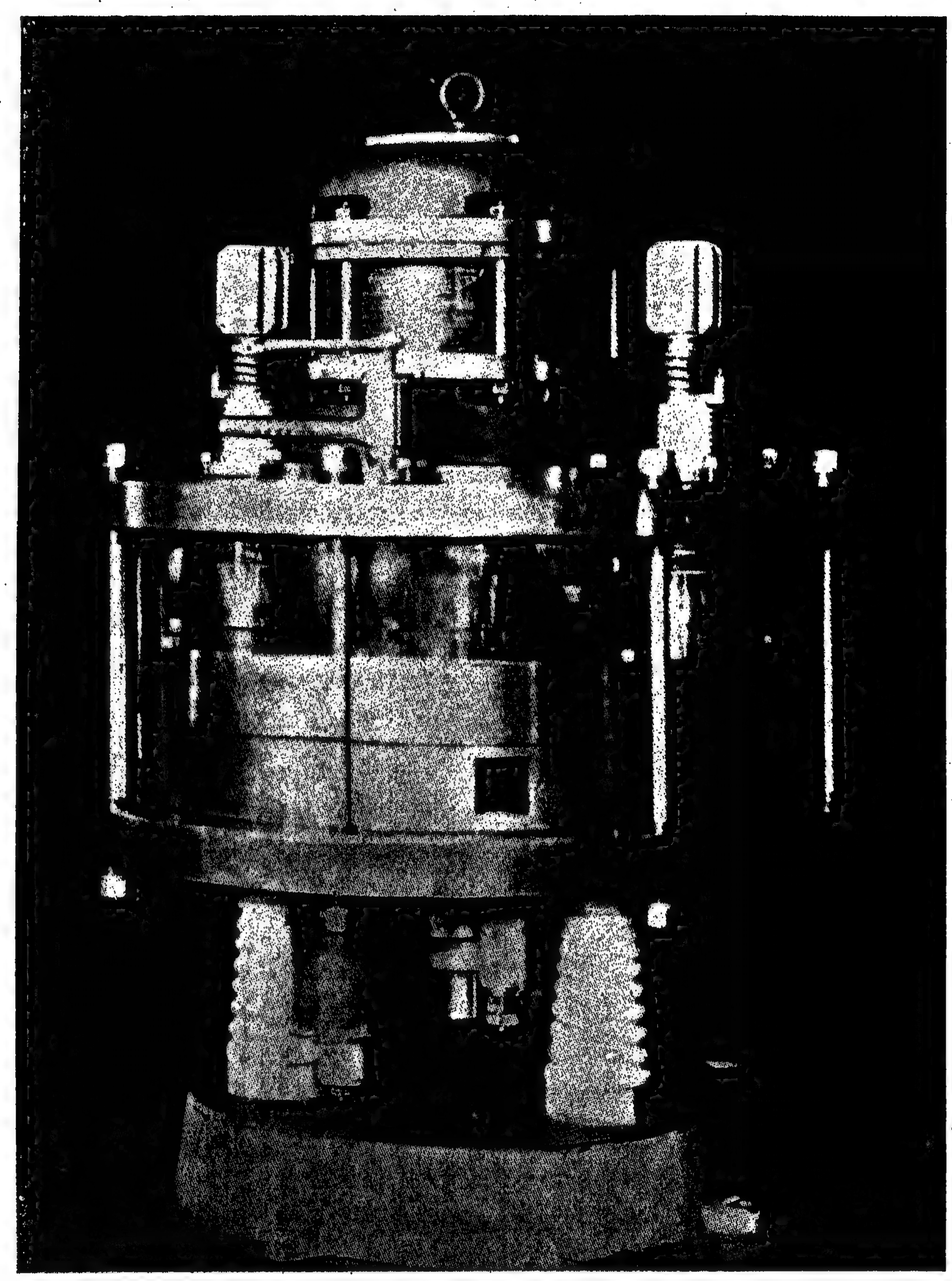


Fig. 3.

un carico reattivo, si rende necessaria la compensazione della fase mediante capacità elettrostatiche o macchine sincrone rotanti. La caduta in potenziale nell'arco è compresa fra 27 e 30 volt; le esperienze vennero eseguite sopra un apparechio di dimensioni industriali (fig. 3) con tensioni continue di 100, 200 e 440 volt, ottenendo per quest'ultima un rendimento di 85 % col carico di 7 kW; rendimenti più alti si avrebbero, come nei raddrizzatori a mercurio, sotto tensioni più elevate. Senza capacità derivata, il diagramma della corrente anodica assume approssimativamente la forma di altrettanti rettangoli, con ordinate invertite in ogni successivo mezzo periodo; la forma tende peraltro a regolarizzarsi quando il condensatore in parallelo ha una capacità adeguata (fig. 4). L'Autore ha anche associato nel medesimo recipiente con l'invertitore primario un raddrizzatore secondario, che permette di riavere in un circuito *R* esterno nuova corrente continua sotto una tensione completamente diversa, e subordinata al rapporto del trasformatore intermedio. (Fig. 5). In modo analogo, con l'aggregato di un primo raddrizzatore e di un secondo invertitore, può convertirsi una corrente alternata di una certa frequenza in altra corrente alternata di frequenza diversa, con che però la curva secondaria risulta necessariamente deformata (fig. 6). L'Autore ha deno-

minato tale aggregato *vettivertitore*, e ne ha illustrato il funzionamento, come quello degli aggregati precedenti, mediante parecchi oscillogrammi.

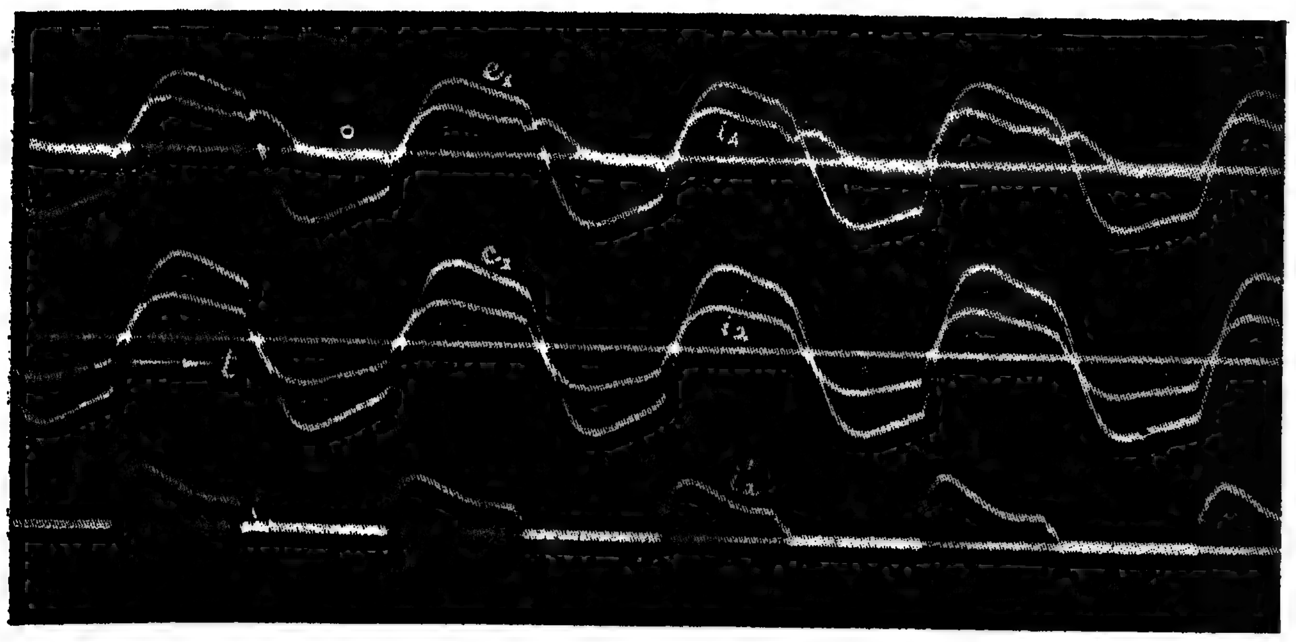


Fig. 4.

Nella Sottosezione b) *Generazione e accumulazione del vapore* vennero presentati 14 lavori, per la massima parte da Autori inglesi, svedesi e tedeschi.

Intorno al carbone polverizzato hanno discusso: *G. K. Blyte*, rilevando la profonda differenza che esiste fra di esso e i combustibili liquidi e gasosi, la cui velocità di combustione è direttamente commisurata a quella del getto fluido, laddove il primo conserva i caratteri di un solido, la cui combustione procede indipendentemente dalla velocità d'iniezione; *L. K. Ramzin* analizzando dettagliatamente il valore economico delle varie qualità di combustibile e forme di combustione, con particolare riguardo alle condizioni della Russia; *R. Jackson* confermando i vantaggi del sistema unitario di combustione, e descrivendo una nuova forma di bruciatore a vortice, che produce fiamme brevi; *H. W. Hollands* ed *E. G. Lowndes* descrivendo un loro nuovo sistema che fa precedere alla fornace di combustione una camera di gasificazione del carbone polverizzato.

Sopra il riscaldamento preliminare dell'aria di combustione hanno riferito *C. A. Jacobson*, esaminando la possibilità di applicare ad esso il principio della rigenerazione, più vantaggioso di quello della ricuperazione, nel quale la corrosione degli elementi

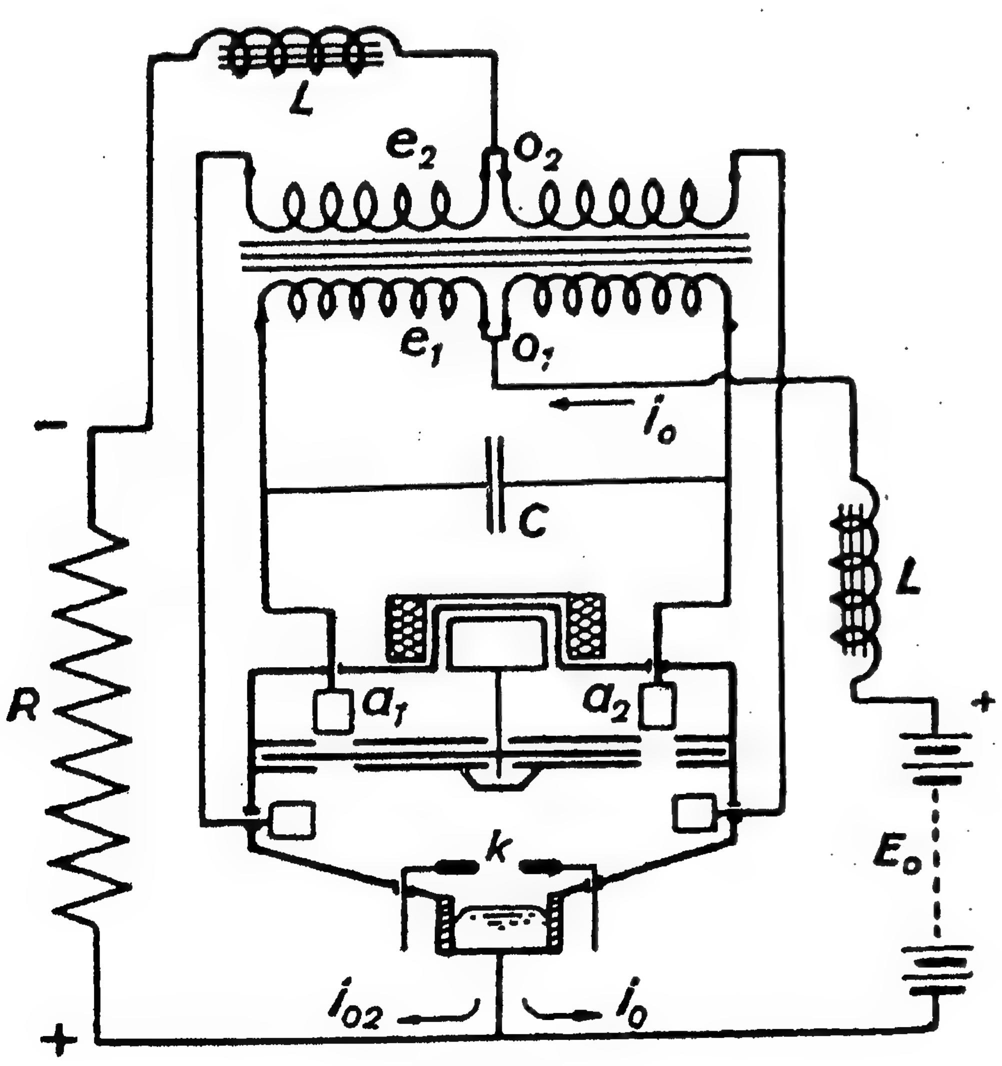


Fig. 5.

può occasionare notevoli dispersioni; *A. Lysholm* ed *H. Edenholm* riassumendo i risultati di esperienze eseguite in laboratorio sopra diverse forme di elementi riscaldatori *Ljungström*.

T. Lindmark ha discusso il rapporto più favorevole da attribuire alla porzione di superficie di riscaldamento compresa nella camera di combustione rispetto a quella totale di riscaldamento della caldaia; egli suggerisce per questo il valore ⅓ quando l'aria è fortemente preriscaldata e piccolo il coefficiente di convezione, e un valore variabile da 0,10 a 0,15 nelle condizioni contrarie, semprechè la temperatura nella camera di combustione resti sensibilmente uniforme e prossima a 1350°; se la temperatura ivi si abbassa da 1500° a 1125°, la proporzione più conveniente si eleva, e può anche raggiungere 100 %.

Circa la preferenza da dare alle caldaie per alta pressione rispetto a quelle a forte sovrariscaldamento, *F. H. Rosencrants* ha rilevato essere queste in generale più vantaggiose e più economiche, sebbene allo stato attuale ostino ad ulteriori aumenti di temperatura le difficoltà inerenti alla scelta dei materiali appropriati. L'aumento contemporaneo della temperatura e della pressione obbliga all'impiego di pareti più spesse, nelle quali le dilatazioni termiche possono occasionare sollecitazioni anormali. La temperatura massima per ora adottata in Germania ed in America è di 475° C. ma in un impianto in costruzione presso la Compagnia Edison a Detroit è prevista quella di 548° C. Sopra i tipi costruttivi tedeschi di caldaie per alta pressione hanno fornito dati interessanti *X. Mayer* e *W Pauer*. Secondo il primo di questi Autori con una temperatura iniziale di 427° C. può ammettersi una pressione di 58,3 Kg per cm^2 se si ammette allo scarico della turbina un grado di condensazione di 12 %.

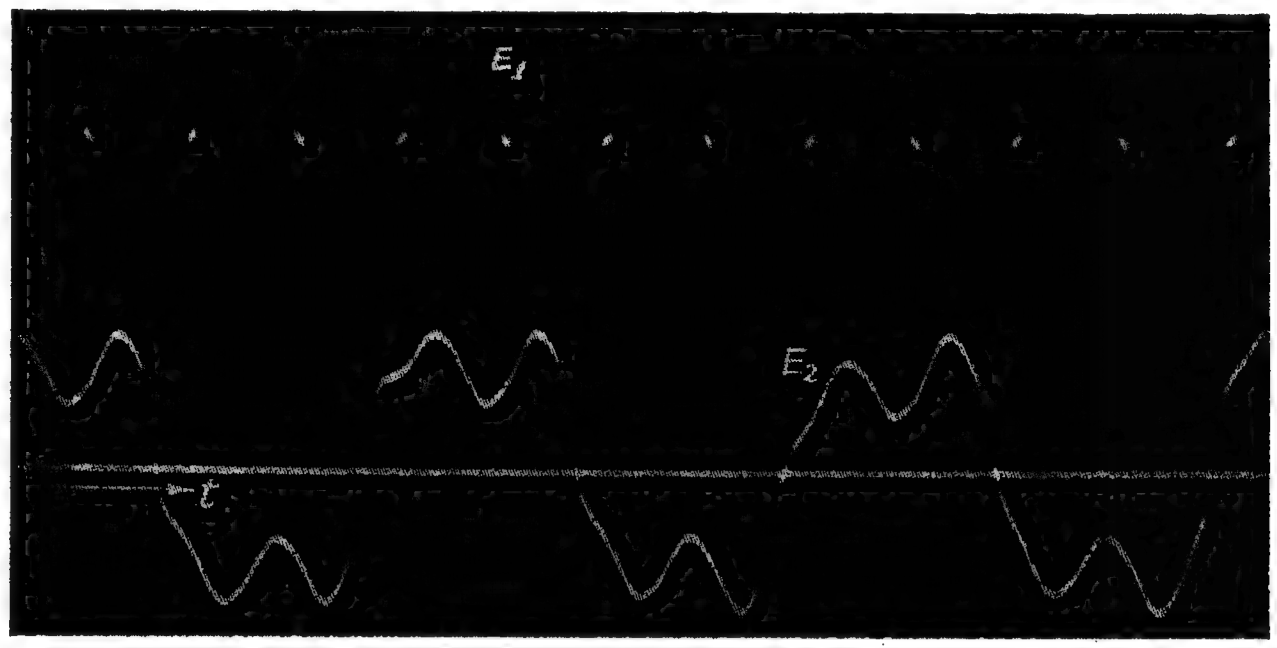


Fig. 6.

laddove quella pressione non deve eccedere 21 Kg p. cm^2 se il grado di condensazione è limitato a 9 %. Secondo Pauer, per contenere in limiti adatti il diametro dei bollitori negli impianti ad alta pressione a carico variabile, si rende necessaria l'accumulazione del vapore, o l'incremento della trasmissione mediante l'aumento delle superfici esposte alla radiazione diretta e il preriscaldamento dell'aria; da una statistica delle caldaie tedesche moderne ad alta pressione si desume una produzione oraria media di 41 kg di vapore per m^2 di superficie sotto pressioni di 30 a 34 atmosfere; di 49 da 35 a 39; di 55 da 40 a 49; di 76 da 50 a 120.

Su gli accumulatori di vapore hanno riferito lo stesso *J. G. Ruths*, che ne è l'inventore, ed altri tre Autori *J. Tobolla* svedese, *E. G. Ritchie* inglese ed *E. Josse* tedesco. Secondo il primo di questi esistono già nel mondo 415 impianti del genere; nessuno però in Giappone. Tutti gli autori concordano nell'affermare i grandi vantaggi che il sistema può presentare così per la riserva ordinaria, in caso di interruzione degli impianti idroelettrici, come per fronteggiare unitamente a questi i carichi di punta.

Nella Sottosezione c), *Turbine a vapore*, vennero presentati 9 lavori. Tre di questi dovuti a *E. A. Kraft*, *E. L. Robinson* e *C. F. Stork*, riportano la storia e descrivono lo stato attuale della fabbricazione delle turbine della A. E. G. in Germania, della Gen. Elect. Co. negli Stati Uniti e della Geb. Stork & Co. in Olanda. Tre altri lavori di *R. W. Bailey*, *G. A. Orrock* ed *O. A. Wiberg* esaminano lo sviluppo già raggiunto e discutono quello che può prevedersi per gli impianti di alta pressione e temperatura, con particolare riguardo alle sollecitazioni limiti nelle pareti d'acciaio legato. Due memorie di *M. T. Lindagen* con *A. Lysholm* e di *O. A. Wiberg*, trattano delle turbine a doppia rotazione,

e l'ultimo di *M. B. Muto* discute la potenza limite delle future turbine a vapore per riguardo agli elementi termici ed a quelli meccanici. Parecchi di questi lavori sono corredati di elementi costruttivi, desunti dai tipi di macchine più moderni, e di considerazioni interessanti, che il Relatore Dr. *M. Saito* ha magistralmente riassunto segnalando i progressi successivi della fabbricazione, i perfezionamenti introdotti nei materiali da costruzione e i risultati economici conseguiti nei diversi paesi.

Degna della più attenta considerazione è la serie sistematica di esperienze, eseguita in Svezia sotto la direzione di Wiberg sopra sette qualità di materiali, e cioè cinque acciai e due leghe speciali a base di cromo, nichel, ferro e molibdeno, sottoposte a temperature crescenti fino a 700° C; di esse però non è possibile riportare qui tutti i risultati. Secondo il Relatore, la tecnica di questi materiali non ha fatto negli ultimi anni progressi paragonabili a quelli ottenuti in altri campi, a quanto si può desumere dal confronto delle temperature limiti; per queste all'epoca della 1ª Riunione plenaria della W. P. C. nel 1924 si denunciarono già cifre comprese fra 400° e 427°, mentre ancora attualmente esse non sogliano eccedere 450°. Egli ne trasse argomento per invocare una maggiore intensificazione delle ricerche in questo campo tanto importante dell'industria meccanica.

Nella Sottosezione d), *Motori Diesel*, vennero presentati tre soli lavori, di cui uno di Autore tedesco e due di Autori giapponesi. Il primo, *A. Naegel*, ha trattato dello sviluppo attuale del motore Diesel in Germania per scopi navali e veicoli automotori di grande velocità. Negli impianti di potenza molto considerevole viene adoperato unicamente il tipo a doppio effetto e a due tempi, laddove per potenze inferiori a 4000 cavalli il tipo a quattro tempi ed a semplice effetto predomina. In marina macchine di 5000 a 7000 cavalli sogliono montarsi per il comando diretto dell'albero; quelle più potenti si accoppiano ad esso con interposto ingranaggio per riduzione di velocità; in molti casi si utilizza il gas di scappamento in una turbina ausiliaria, e negli automotori di gran velocità vengono impiegati esclusivamente motori a quattro tempi. Il primo impianto di motori Diesel su aeroplani fu eseguito da Junkers.

Il problema della turbina a gas ausiliaria accoppiata al motore Diesel venne più ampiamente discusso da *G. Hamabe*, e lo sviluppo futuro delle macchine Diesel in Giappone da *M. Ino*. Nella discussione venne accentuata la opportunità di proseguire le ricerche sopra le turbine a gas, considerate non soltanto come modeste macchine ausiliarie, ma anche come grandi unità indipendenti.

Voti proposti alla conferenza.

Nella riunione finale vennero approvati i seguenti voti, proposti dai Delegati Russi nella prima seduta della Sezione B, con la riserva di farli ratificare dal Comitato Esecutivo Internazionale:

a) la Conferenza considera necessario che venga compilata una statistica generale di tutti gli impianti di produzione e distribuzione dell'energia in ogni Stato, aderente alla Conferenza Mondiale;

b) allo scopo di facilitare lo scambio delle informazioni fra i diversi Paesi e il paragone dei risultati, è desiderabile che tali dati statistici vengano raccolti secondo formulari speciali, fissati per tutte le Nazioni;

c) tali formulari non devono comprendere molte voci, ma ognuna di queste deve essere esattamente stabilita dalla Conferenza Mondiale per evitare ogni equivoco;

d) i Comitati Nazionali di tutti i Paesi aderenti alla Conferenza Mondiale, dovrebbero essere da questa invitati a studiare tale questione in previsione della prossima Riunione plenaria, tenendo presenti le rispettive condizioni locali. La discussione finale dovrà effettuarsi da un Comitato speciale da quella designato, restando affidata al Consiglio Esecutivo Internazionale la cura di ogni altro dettaglio.

Roma, Maggio 1930.

L. Lombardi

ING. LUIGI SELMO
DELLA SOCIETÀ MERIDIONALE DI ELETTRICITÀ

Nota sul lavoro di sfangamento del bacino del Lete

Ora che frequentemente si pubblicano lavori e studi sul problema dell'insidia solida e sugli espedienti da adottare per diminuire i danni al macchinario idraulico e per mantenere in piena efficienza le opere di presa degli impianti idroelettrici, può non essere superflua una breve nota sul lavoro di sfangamento che si è dovuto eseguire al bacino dell'impianto sul fiume Lete.

L'impianto del Lete è uno degli impianti della Società Meridionale di Elettricità. È stato progettato nel 1899, i lavori si sono iniziati nel corso del 1908 e la Centrale ha cominciato il regolare esercizio nel primo semestre del 1911.

È uno dei primi impianti a bacino costruiti in Italia ed ha un serbatoio della capacità di 1.000.000 di m², che corrispondono a circa 1.100.000 kWh.

Con le macchine installate nella Centrale si è potuto, e si può, produrre energia fino alla potenza di 8000 kW, e si possono raggiungere nell'anno circa 3000 ore di utilizzazione della potenza massima.

Attualmente, con lo sviluppo dato dalla Società Meridionale di Elettricità agli impianti idroelettrici nel Mezzogiorno d'Italia, con l'avvento dell'impianto del Lago Matese (serbatoio di 15.000.000 di m³ e 24.000.000 di kWh) e con la costruzione degli impianti Silani (serbatoi della capacità di 120.000.000 di m³ e 300.000.000 di kWh), l'impianto del Lete ha perduto quasi ogni importanza come impianto a serbatoio e adesso già viene considerato e sfruttato come impianto a deflusso continuo con modulazione bisettimanale. Ma dal 1911 epoca della sua entrata in servizio a tutto il 1928 ha assolto ad una funzione importantissima, quella cioè di integrare la potenza degli altri impianti idroelettrici del Tusciano, del Pescara, dell'Aventino e del Tanagro.

Per questa sua funzione integratrice, che si svolgeva d'inverno nelle ore di punta serale e d'estate quando tutti i fiumi dell'Italia Meridionale sono in magra, e per la sua funzione di riserva a tutti gli altri impianti sopracitati, l'impianto del Lete ha funzionato ininterrottamente per 17 anni.

La sedimentazione di materiale avvenuta in questo periodo di esercizio ininterrotto ha portato la quota minima di utilizzazione da quota 893 a quota 894 riducendo così la capacità utile del serbatoio di circa 14.000 m³. Ciò vuol dire che la portata solida specifica annuale, espressa in m³ di materiale deposto per km² di bacino imbrifero e per anno, ha un valore di circa 28, pari a circa 50 tonn. di materiale per km² e per anno, valore che non è certo esagerato per un bacino imbrifero appenninico spoglio in gran parte di vegetazione e di foreste.

Questo interrimento presumibilmente si verificava in misura maggiore nella zona prossima alla diga, perchè ogni anno diventava sempre più difficile la manovra della valvola di fondo e al principio del 1927 si poteva manovrarla solo per metà della corsa. Intendiamo qui parlare della valvola a pistone (fig. 1) perchè come risulta dalla fig. 2 le valvole di fondo della diga sono due in serie, una a farfalla e l'altra a pistone.

Le nostre presunzioni circa l'interrimento erano confermate dalle investigazioni fatte a mezzo di scandagli. Per rendercene esatto conto, perchè eravamo preoccupati dell'irregolare funzionamento della valvola a pistone e perchè si dovevano eseguire alcuni lavori imposti dal Genio Civile per il miglioramento dello scarico delle acque di sfioro del bacino, nel 1927 il bacino

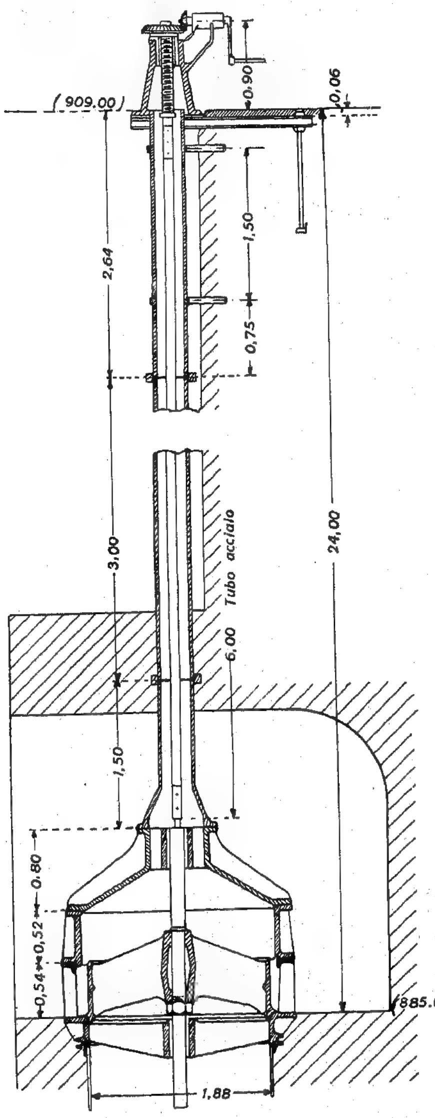


Fig. 1. - Valvola di fondo a pistone.

è stato vuotato e si constatò non solo che le nostre previsioni erano esatte ma si notò anche che la valvola di fondo a pistone della diga era sepolta sotto uno strato di fango alto 5 ÷ 6 metri, che moltissimo fango e materiali si erano accumulati nella zona prossima all'imbocco della condotta e ci si affacciò la

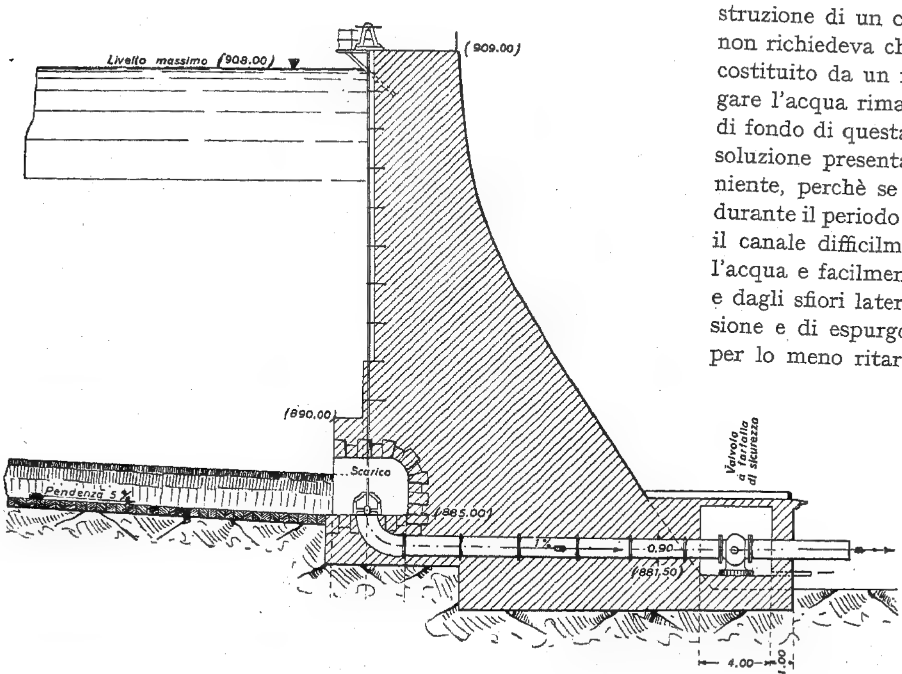


Fig. 2. - Sezione della diga e disposizione delle valvole di fondo.

possibilità dell'ostruzione dell'opera di presa, di un pericolo cioè che non era certo immediato ma poteva avere seria consistenza dopo 8 ÷ 10 anni. Le opere di presa si vedono indicate nella fig. 3, nella quale è anche delimitata con una linea di contorno a tratto e punto la zona in cui prevalentemente si accumulavano il fango e i materiali.

Esigenze di tempo e di esercizio, che impedivano di tenere fuori servizio il bacino oltre il breve periodo necessario ai lavori imposti dal Genio Civile, e motivi di impossibilità, per la mancanza di precedente preparazione, ci costrinsero a limitarci a pulire la camera di carico della condotta, a revisionare tutte le altre valvole esistenti alle opere di presa e a rimandare ad altra epoca i lavori sulle valvole di fondo. In sostanza, arginando alla meglio mediante sacchetti e tavole l'acqua sopraggiungente del fiume, si potettero fare solo i lavori relativamente agevoli, dove il fango da rimuovere era in pochissima quantità, e si dovette accontentarci di decidere che nel 1928 si sarebbe vuotato il bacino e si sarebbe cercato di eseguire la revisione alla valvola di fondo, studiando anche quali sarebbero stati i mezzi più adatti per eseguire uno spurgo del bacino.

Nel 1928 infatti si potè vuotare il bacino ma il tempo limitato disponibile non permise che l'esame delle soluzioni da adottarsi per un lavoro radicale di espurgo, mentre si riconfermava sempre più indispensabile, per ragioni soprattutto di sicurezza, il ripristino delle condizioni di perfetto funzionamento della valvola a pistone. Ci si convinse anche che, con la valvola di fondo ripristinata, sarebbe stato possibile, nei periodi di piena, smaltire attraverso di essa gran parte del materiale solido trascinato dall'acqua e si sarebbe potuto ogni anno, nei periodi estivi di magra, effettuare lo spurgo del bacino facendo passare attraverso lo scarico aperto la fanghiglia trascinata dall'acqua del fiume.

Le soluzioni che si presentarono possibili furono due.

Una era quella di costruire lungo il margine del bacino un canale proporzionato per smaltire attraverso lo sfioratore la portata estiva media del Lete di circa 60 l/sec.

La seconda era quella di prosciugare l'acqua del bacino e l'acqua defluente dal fiume mediante una stazione di elettropompe che avrebbero mandato l'acqua in un breve canale di legno in comunicazione con l'opera di immissione.

La prima soluzione era la meno costosa perchè oltre la costruzione di un canale in legno della lunghezza di circa 1 km non richiedeva che il trasporto sul posto di un piccolo gruppo costituito da un motore a scoppio e da una pompa per asciugare l'acqua rimasta nei pressi della diga, dato che lo scarico di fondo di questa non funziona sotto piccolo battente. Questa soluzione presentava però la possibilità di un grave inconveniente, perchè se per ragioni meteoriche, sia pure transitorie, durante il periodo del lavoro la portata del Lete fosse aumentata il canale difficilmente sarebbe stato capace di smaltire tutta l'acqua e facilmente sarebbe rimasto danneggiato dai rigurgiti e dagli sfiori laterali. In questa ipotesi tutto il lavoro di revisione e di espurgo si sarebbe inevitabilmente compromesso o per lo meno ritardato col pericolo di doverlo rinviare ad un altro anno.

La seconda soluzione richiedeva l'impianto di una linea elettrica lunga km 2.300 per trasportare l'energia alle opere di presa e la costruzione di una cabina di trasformazione di potenza sufficiente ad alimentare i gruppi di elettropompe. Questa seconda soluzione, per quanto economicamente più onerosa della prima, è stata preferita perchè dava la certezza di eseguire il lavoro nel 1929 e perchè, permettendo in seguito di avere sempre energia disponibile al serbatoio, dava la possibilità di compiere nelle stagioni estive successive quel qualsiasi lavoro di revisione che si fosse reputato necessario.

Presa questa decisione, si costruì la linea elettrica, si fabbricò il locale per la cabina di trasformazione e si trasportarono sul posto trasformatori e gruppi elettropompe, questi ultimi per una portata complessiva di 340 l/sec.

Alla fine di Giugno 1929 tutto era pronto per l'inizio del lavoro, ma a causa della copiosa precipitazione avvenuta nell'inverno precedente il Lete era ancora in morbida e si dovette attendere fino al 20 agosto perchè la portata si riducesse a 140 l/sec.

Benchè questa portata fosse più che doppia di quella normale degli anni precedenti pure, per la considerazione che era inferiore a metà della totale capacità di esaurimento delle pompe e per timore di aver in seguito condizioni ancora meno propizie, il 20 agosto il lavoro è stato iniziato.

Nel bacino, a circa 80 m dalla diga, in una settimana fu costruito uno sbarramento (fig. 4) con gabbioni, sacchetti di terra e tavole e sul piano di coronamento, a quota 895 circa, furono istallate n.º 2 pompe della capacità complessiva di 240 l/sec. Dallo sbarramento partiva un canale di legno (sezione 0,35 × 0,70) il quale, con uno sviluppo di m 70, tutto a sinistra dall'asse del bacino, conduceva l'acqua pompata alla soglia d'immissione, a quota 893, nella condotta forzata.

La condotta forzata era stata sbarrata a circa 50 m dall'immissione con un tampone provvisorio e quindi l'acqua immessa all'inizio usciva da uno scarico di fondo e dalla bocchetta di un « trou d'homme » preventivamente aperta.

In questo modo si impediva all'acqua fangosa di scendere nella condotta forzata ed inoltre dato l'andamento quasi orizzontale del primo tratto della condotta, non si aveva alcun inconveniente a riversare 140 l/sec nella tubazione.

Per smaltire l'acqua stagnante rimasta a valle dello sbarramento principale di quota 895.00, avevamo iniziato la mattina del 26 agosto, a circa 30 m dalla diga, la costruzione di una impalcatura a quota 893 per istallarvi una pompa di esau-

rimento della portata di 60 l/sec. Il lavoro fu interrotto da una forte piena sopraggiunta, la quale inondò completamente il bacino costringendoci, per prudenza, a smontare e ad asportare i gruppi di elettropompe dello sbarramento principale.

zione e riprendere la costruzione dell'impalcatura a quota 893. Con la pompa a quota 893 l'acqua fu abbassata fino a quota 891.

Con successive impalcature (fig. 6) a quote 891 e 889,50 riuscimmo rispettivamente a vuotare il bacino retrostante lo

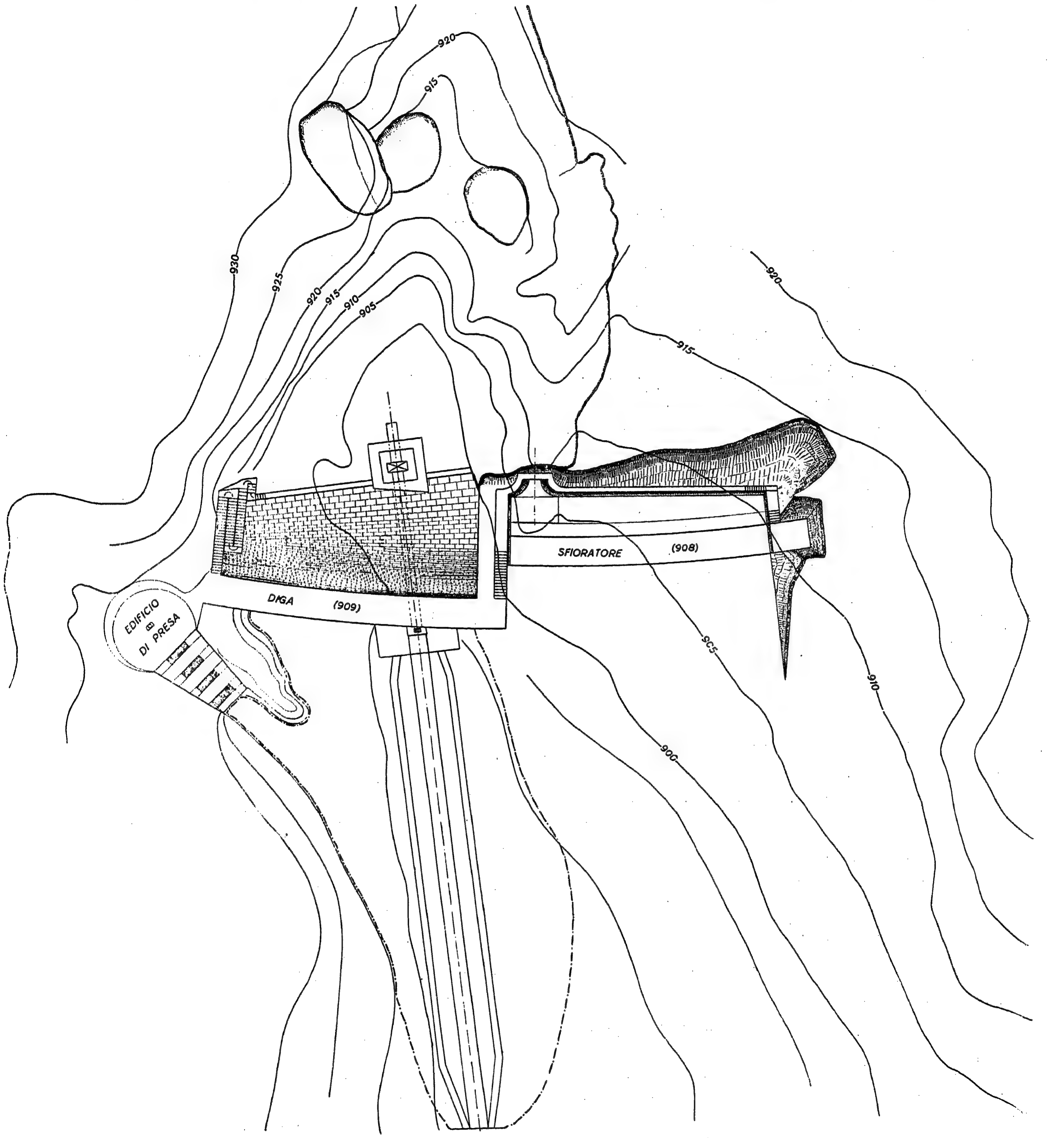


Fig. 3. - Opere di presa.

L'acqua, malgrado lo smaltimento continuo, prima con le pompe e poi attraverso le opere d'immissione, salì fino a quota 893.80 costituendo un invaso di 25.000 m³ (fig. 5). La portata del Lete ebbe una punta di 700 l/sec.

La piena si esaurì in circa 30 ore e poichè per fortuna sia lo sbarramento che il canale di legno resistettero, potemmo il 28 agosto rimettere in funzione le pompe ed il canale di deviasbarramento principale e a mantenerlo asciutto, asportando saltuariamente l'acqua di perdita dello sbarramento principale e del canale di legno.

La valvola di fondo della diga era sepolta sotto uno strato di fango, che da misure eseguite risultava, a seconda dei punti, alto dai 4,50 ai 6 metri.

La valvola di fondo era aperta solo di 10 cm (poco meno

di 1/4 della corsa totale) ed il fango, eccetto la parte superficiale melmosa, appariva allo scandaglio compatto e tenace.

Si decise allora di aprire innanzi tutto la valvola.



Fig. 4. - Sbarramento provvisorio.

Dalle bocchette di scarico, a valle della diga, si introdussero degli uomini con un martinetto idraulico della portata di 40 Tonn.



Fig. 5. - Il Bacino durante la piena estiva del 1929.

La valvola che appariva come murata con pietre e fango argilloso, non si muoveva perchè alcuni grossi sassi tenevano in catasto la parte mobile contro quella fissa.

Gli uomini fecero un po' di pulizia intorno alla sede della valvola e poi aiutati dal martinetto riuscirono ad aprirla quasi del tutto.

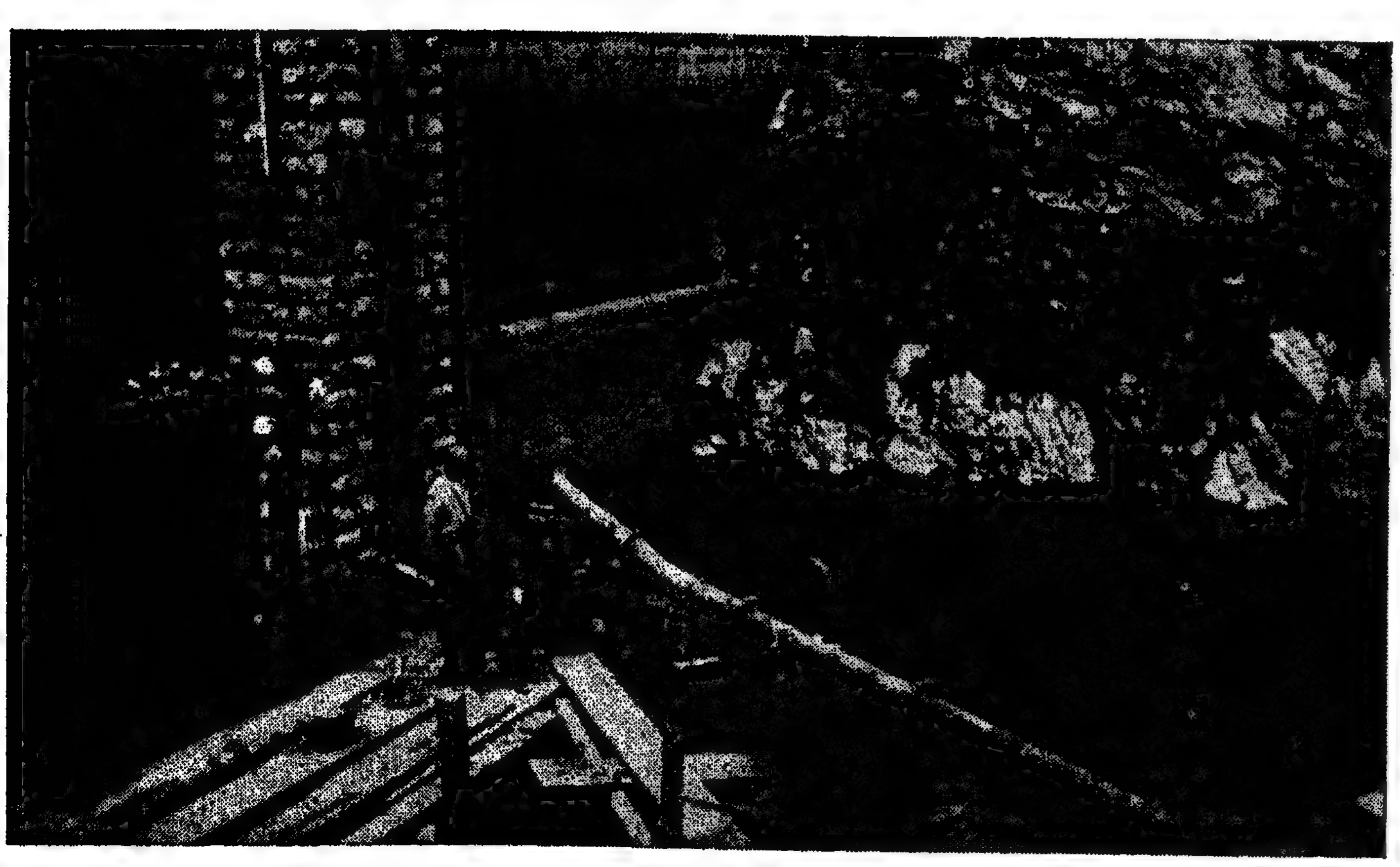


Fig. 6. - Impalcatura provvisoria per l'esaurimento dell'acqua.

Il fango, attraverso la luce della valvola alzata, apparve compatto ed asciutto.

Constatato questo si cominciò dal disotto, usando ogni cautela



Fig. 7. - Franamento del fango sotto l'azione dei getti d'acqua.

e servendosi di una piccola zappetta a manico lungo, lo scavo di un piccolo cunicolo verticale del diametro di $20 \div 30$ cm per cercare di perforare lo strato di fango di $5 \div 6$ metri che seppelliva la valvola. Quando lo scavo fu avanzato di circa m 1.50 in profondità si cominciò a notare un leggero inumidimento delle pareti. Lo scavo perciò fu prudentemente sospeso.

Si usarono allora dei tubi di ferro lunghi sei metri e dopo ripetuti tentativi si riuscì, dall'alto, attraverso lo spessore di fango, ad infilarli nella apertura della valvola.

Individuata così la direzione, si cominciò a manovrare dall'alto, servendosi di una trivella da scandagli alla quale, oltre che un movimento di rotazione, si dava anche un brusco movimento alternativo di sali e scendi.

Dopo un po' di tempo il buco nello strato di fango fu aperto ed allora bastò far venire giù dallo sbarramento un poco d'acqua per dare inizio al graduale franamento del fango.



Fig. 8. - Franamento del fango sotto i getti d'acqua.

Oramai il lavoro era riuscito.

Per evitare grossi movimenti franosi del fango il bacino era stato diviso in tre zone da due robuste palizzate ed inoltre l'acqua di lavaggio veniva inviata in maggiore o minore proporzione, veniva interrotta oppure diretta ora verso un lato ora verso un altro. In questo modo lo sfangamento si è svolto gradualmente e senza pericolo, perchè le masse di fango in movimento sotto l'azione dell'acqua furono sempre di volume limitato.

Le figure 7 e 8 mostrano il fango che comincia a franare sotto l'azione dei getti d'acqua.

Furono così letteralmente disseppelliti sia la camera della valvola sia il canale di invito, lungo 36 m, esistente di fronte alla valvola, come si vede chiaramente nella fig. 9, dalla quale

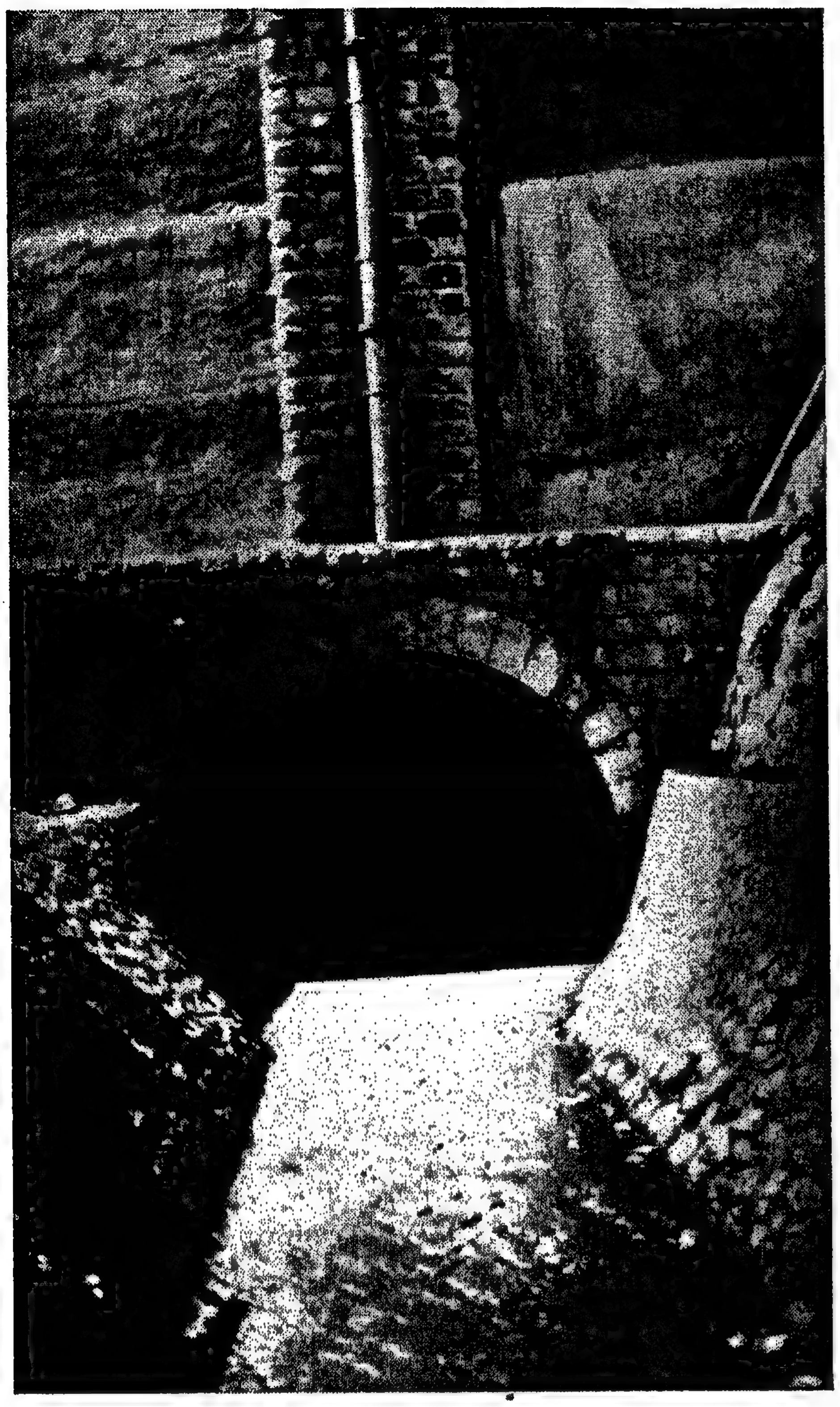


Fig. 9. - Valvola di fondo a pistone e canale di invito dopo il lavoro di sfangamento.

si rileva anche che il fango era giunto all'altezza del settimo bolognino a partire dal piano di copertura della camera della valvola.

La valvola è stata revisionata meccanicamente essendosi ripassati tutti i cuscinetti di guida del lungo asse di manovra e le sedi di chiusura; il movimento fu alleggerito mediante l'interposizione di un opportuno cuscinetto a sfera reggispinta.

Ad un metro di distanza dalla camera della valvola si è messa



Fig. 10. - Griglia di protezione della valvola a pistone.

in opera una robusta griglia formata da rotaie Decauville che dovrebbe impedire alle grosse pietre di andare a mettersi in catasto contro la valvola (fig. 10).

Si è così raggiunto lo scopo principale di espurgo del bacino, facendo completa pulizia intorno allo scarico di fondo della diga e intorno all'opera di immissione, si è riusciti a muovere e a mettere in condizioni di perfetta e sicura manovrabilità una valvola che dall'inizio dell'impianto non aveva mai subito la necessaria manutenzione e da più anni aveva una corsa limitata fra 1/2 e 1/4 del totale e si è ottenuto di poter ogni anno, con breve interruzione, eseguire la revisione indispensabile a valvole di tipo così antiquato come quelle esistenti al Lete e mantenere sgombro il bacino e le opere di immissione dai materiali depositati dalle alluvioni e da quelli di sedimentazione.

Il lavoro è durato fino al 21 settembre cioè giorni 32 ed ha importato una spesa di L. 80.000.

ING. LUIGI SELMO.

ING. PIERO MARINONI
DELLA SOC. GEN. IT. « EDISON » DI ELETTRICITÀ

ING. ANGELO TESTA
DELLA UNIONE NAZIONALE FASCISTA INDUSTRIE ELETTRICHE (UNFIEL)

Sulla probabile quantità di energia idroelettrica ritraibile dai bacini italiani

(APPENDICE ALLA RELAZIONE PRESENTATA AL II° CONGRESSO DELLA UNFIEL).

In seguito alla discussione svoltasi a Roma il 29 maggio u. s. sulla Relazione presentata dagli ingegneri Testa e Marinoni, si è venuti nella determinazione di pubblicare per esteso anche gli elementi di dettaglio relativi allo studio che i suddetti Relatori avevano brevemente riassunto per il II° Congresso della UNFIEL. Nella presente nota gli Autori stessi espongono particolareggiatamente i criterî per la valutazione dell'energia idroelettrica industrialmente utilizzabile nel nostro Paese allegando inoltre i valori trovati per i singoli bacini o gruppi di bacini presi in esame.

È ovvio che tali valori particolari non potranno corrispondere esattamente alle vedute dei singoli progettisti che si sono occupati dello studio dei diversi bacini considerati, per quanto si abbia motivo di credere che le cifre globali trovate per i varî compartimenti idrografici, non siano suscettibili che di variazioni minime, praticamente trascurabili agli effetti dell'approssimazione che si può richiedere a qualsiasi valutazione di questo genere.

Ad ogni modo, allo scopo di poter completare od eventualmente rettificare — dove sia necessario — i risultati dell'indagine istituita dagli Autori sopra menzionati, si pregano i progettisti e costruttori di impianti idroelettrici di voler far pervenire alla Direzione della UNFIEL, nel più breve tempo possibile, le loro osservazioni — ampiamente giustificate e possibilmente corredate di esaurienti dati illustrativi — mantenendo per semplicità la stessa suddivisione dei bacini adottata dagli ingegneri Marinoni e Testa.

La Direzione della UNFIEL

I) CRITERI SEGUITI PER LA VALUTAZIONE DELL'ENERGIA INDUSTRIALMENTE UTILIZZABILE.

Come già si è detto nella relazione pubblicata nel fascicolo precedente de *L'Energia Elettrica*, l'indagine in oggetto è stata condotta in parte per *via diretta* (ossia in base a schemi effettivi di utilizzazione) e in parte per *via indiretta* (ovvero sia per confronto fra bacini simili). Sono stati studiati per via diretta, tenendo conto dei costi di produzione dell'energia, nel modo già specificato nella precitata Relazione, i bacini seguenti:

1) Bacini della Venezia Tridentina;
2) » dell'Adda prelacuale e relativi affluenti;
3) » del Mera e del Liro;
4) » del Toce;
5) » glaciali della Dora Baltea;
6) » Trebbia, Tidone, Arda, Taro, Enza, Secchia e Panaro;
7) » della Romagna e delle Marche;
8) » del Roja, Magra, Serchio;
9) » dell'Umbria e del Lazio;
10) » degli Abruzzi, Molise, Puglie;
11) » Volturno, Sele, Liri-Garigliano;
12) » Neto, Crati e Muccone;
13) » della Sicilia;
14) » della Sardegna.

I bacini di cui ai nn. 7, 9, 10, 13 e 14 sono stati studiati nel modo già illustrato nella Relazione sopra menzionata, in base agli schemi di utilizzazione proposti dal Servizio Idrografico italiano; i rimanenti in base a progetti di massima o esecutivi di cui si aveva notizia, integrati mediante esame diretto delle condizioni locali o mediante notizie particolari avute da diversi costruttori. Naturalmente, avendo prefissati dei limiti per i costi unitari di produzione, non tutti i progetti esaminati sono apparsi convenienti e perciò alcuni di essi — non ancora definitivamente approvati in via di concessione — sono stati senz'altro scartati.

Per tutti gli altri bacini l'indagine è stata condotta per via indiretta, ponendo a confronto le loro caratteristiche geo-morfologiche e idrologiche con quelle di bacini simili per i quali fossero note le condizioni di utilizzazione. In questo esame si sono considerate praticamente nulle le risorse utilizzabili di quei bacini nei quali, oltre a condizioni geomorfologiche assai sfavorevoli, si riscontrano anche condizioni idrologiche tali da non poter utilizzare almeno il 10 ÷ 20 % dei deflussi disponibili, con impianti commisurati alla portata semipermanente.

Allo scopo di meglio delimitare i possibili valori della quantità di energia industrialmente utilizzabile nei diversi bacini considerati, si è fatto precedere alla valutazione di queste quantità di energia un sommario esame dei coefficienti *pratici di utilizzazione* che, in via di massima, consentono di dedurre senz'altro l'energia utilizzabile da quella totale disponibile in ciascun bacino.

A tal fine si sono seguiti i criterî seguenti:

Come è noto, l'energia *totale disponibile* in un dato bacino, fra le quote H_0 ed H_1 può esprimersi in termini finiti, mediante la relazione

$E_T = \frac{\Sigma_{H_0}^{H_1} A \cdot v \cdot \Delta h}{367} \cdot \eta_m$ ove A rappresenta l'area (in *kmq*)

PROSPETTO I.

Compartimenti idrografici	η_i utilizzazioni senza serbatoio	η_i utilizzazioni con serbatoio stagionale	η_i utilizzazioni miste	η_b Valori massimi (***)	η_u	Coefficienti globali estremi e (medi ponderali) di utilizzazione (1) × (2) × (3)	*Annotazioni*
	(*)	(**)	**(1)**	**(2)**	**(3)**		
1) Regione Veneta	0.35÷0.70	0.65÷0.85	0.50÷0.75	0.75	0.75÷0.90	0.09÷0.27 (0.18)	(*) Portate medie della durata di 6 mesi su 12
2) *a*) Bacino del Po affluente di sinistra ..	0.33÷0.60	0.65÷0.80	0.45÷0.70	0.87	0.75÷0.90	0.02÷0.39 (0.186)	(**) Portate medie della durata di 3÷4 mesi su 12.
b) come sopra affluente di destra	0.30÷0.50	0.50÷0.80	0.40÷0.65	0.58	0.70÷0.85	0.0÷0.21 (0.114)	[ ] I valori compresi fra parentesi quadre sono soltanto approssimativi.
3) Romagna-Marche ...	0.29÷0.57	0.52÷0.80	0.40÷0.65	0.50	0.70÷0.85	0.05÷0.160 (0.109)	
4) Liguria-Toscana	[0.45]	0.50÷0.80	0.45÷0.65	0.63	0.70÷0.90	0.00÷0.252 (0.085)	
5) Umbria-Lazio	0.40÷0.92	0.58÷0.97	0.55÷0.85	0.40	0.75÷0.90	0.0÷0.184 (0.168)	(***) Il valore minimo di η_b è generalmente uguale a zero.
6) Abruzzi-Molise-Puglie	0.29÷0.86	0.55÷0.95	0.50÷0.85	0.40	0.75÷0.90	0.0÷0.166 (0.053)	
7) Campania	[0.25÷0.80]	[0.40÷0.90]	0.35÷0.65	0.30	0.70÷0.80	0.02÷0.08 (0.059)	
8) Basilicata Calabria ..	[0.20÷0.40]	[0.35÷0.85]	0.30÷0.72	0.85	0.70÷0.90	0.0÷0.525 (0.084)	
9) Sicilia	0.10÷0.33	0.20÷0.60	0.20÷0.45	0.62	0.75÷0.90	0.0÷0.142 (0.038)	
10) Sardegna	0.075÷0.35	0.39÷0.60	0.20÷0.50	0.40	0.80÷0.90	0.0÷0.12 (0.075)	

II – REGIONE VENETA

BACINO	Superficie del bacino in kmq	Energia totale disponibile in mil. di kWh effettivi	Energia probabilmente ritraibile indipendentemente dalle condizioni economiche in mil. di kWh effettivi (e coefficiente di utilizzazione)	Energia industrialmente utilizzabile in mil. di kWh effettivi (e coefficiente di utilizzazione)	*Annotazioni*
Adige	13.618,2	23.000	x	6.220 (0,27)	
Bacchiglione	3.214,3	2.040	x	200 (0,098)	(1) Valore globale approssimativo desunto per via di confronti.
Mare di Garzone, Gorizia e Venezia	2.801,5	1.242	x	0 (0,00)	
Brenta	2.583,7	3.820	x	400 (0,105)	
Piave	4.430,1	14.800	x	2.360 (0,16)	
Livenza	2.647,1	2.920	x	270 (0,092)	
Tagliamento	2.925,5	6.080	x	600 (0,098)	
Lemene	526,3	7	x	0	
Stella	1.206,0	120	x	0	
Isonzo	3.659,6	5.134	x	510 (0,10)	
Valori totali	37.612,3	59.163	[19.600] (1) (0,332)	10.560 (0.18)	

III – BACINO DEL PO – *a*) *Affluenti di sinistra.*

BACINO	Superficie del bacino in kmq	Energia totale disponibile in mil. di kWh effettivi	Energia probabilmente ritraibile indipendentemente dalle condizioni economiche in mil. di kWh effettivi (e coefficiente di utilizzazione)	Energia industrialmente utilizzabile in mil. di kWh effettivi (e coefficiente di utilizzazione)	*Annotazion*
Po (fiume)	11.894,0	8.050,0	x	160,0 (0,02)	(1) Valore globale approssimativo desunto per via di confronto.
Pèllice	1.000,2	1.580,0	x	250,0 (0,16)	
Dora Riparia	1.314,5	2.200,0	x	450,0 (0,205)	
» Baltea	4.240,8	8.320,0	x	1.830,0 (0,22)	
Orco	462,9	1.920,0	x	384,0 (0,20)	
Stura di Lanzo	913,0	1.540,0	x	260,0 (0,169)	
Sesia	2.686,2	3.600,0	x	610,0 (0,17)	
Toce (territ. ital.)	1.367,4	*4.080,0*	x	*1.585,0* (*0,39*)	
Ticino e affl. lago Maggiore (territorio italiano)	2.969,3	4.840,0	x	710,0 (0,147)	
Lambro	2.421,2	750,0	x	35,0 (0,047)	
Adda prelacuale	2.296,0	6.160,0	x	1.420,0 (0,23)	
Adda sublacuale e affluenti minori del Lago di Como	4.706,8	6.630,0	x	800,0 (0,12)	
Liro e Mera (territorio italiano)	418,6	*1.610,0*	x	*600,0* (*0,372*)	
Oglio (Chiese)	3.872,9	4.480,0	x	1.100,0 (0,246)	
Mincio-Garda-Sarca	3.510,7	3.640,0	x	900,0 (0,246)	
Valori totali	44.074,5	59.400,0	[20.300,0] (1) (0,342)	11.094,0 (0,186)	

di una porzione elementare di bacino caratterizzata da v, deflusso medio unitario (in milioni di *mc* per *kmq* di bacino);

Δh rappresenta il dislivello (in *m*) fra gli estremi del tronco elementare lungo il quale è disponibile il deflusso $A \cdot v$;

ed η_m è il coefficiente medio di rendimento (complessivo) di una generica utilizzazione idroelettrica.

(Nell'indagine presente si è supposto $\eta_m = \text{cost.} = 0.735$).

La sommatoria $\Sigma_{H_0}^{H_1} A \cdot \Delta h$ rappresenta, notoriamente il *valore idrodinamico* del bacino considerato, fra le quote H_0 ed H_1.

Ora, per quanto razionale e integrale sia lo sfruttamento di un bacino, l'energia producibile od utilizzabile con tutti gli impianti possibili sarà sempre una frazione di E_T; e precisamente:

l'energia industrialmente utilizzabile coi detti impianti sarà espressa da:

$$E_u = E_T \times \eta_i \times \eta_b \times \eta_u \text{ ove:}$$

η_i rappresenta il coefficiente medio di *utilizzazione idrologica* del bacino, ossia il valore medio (ponderale) dei rapporti intercedenti, per i singoli impianti, fra la portata media utilizzabile con la derivazione e la portata media disponibile alla presa).

Nel presente studio si è ammesso che le derivazioni semplici fossero commisurate in generale alla portata naturale semipermanente e quelle provviste di serbatoio alla portata *naturale* (non regolata) della durata media di 3 ÷ 4 mesi su 12 (1).

Questo coefficiente dipende dall'andamento delle portate del corso d'acqua che si considera ed è tanto più elevato quanto minore è l'escursione fra le portate massima e minima disponibili e quanto più regolare è il regime di deflusso nel corso dell'anno. Esso può desumersi facilmente dalle curve di durata delle portate disponibili.

η_b rappresenta il coefficiente di utilizzazione idrodinamica (ossia il rapporto fra il valore idrodinamico complessivamente

(1) A parità di portata massima derivabile sarà, in tal caso, tanto maggiore la portata continua erogabile (ossia il deflusso regolato dal serbatoio) quanto più elevata è la capacità di invaso del serbatoio. Nel caso di impianti provvisti di serbatoi atti a regolare completamente le portate annuali si è supposto che le derivazioni corrispondenti fossero commisurate ad una portata continua pari al 90 ÷ 95 % di quella media disponibile per un lungo periodo di anni.

III – BACINO DEL PO – *b) Affluenti di destra*

BACINO	Superficie del bacino in kmq	Energia totale disponibile in mil. di kWh effettivi	Energia probabilmente ritraibile indipendentemente dalle condizioni economiche in mil. di kWh effettivi (e coefficiente di utilizzazione)	Energia industrialmente utilizzabile in mil. di kWh effettivi (e coefficiente di utilizzazione)	*Annotazioni*
Po (destra) e Varaita...........	670,1	860,0	x	146,0 (0,17)	(1) Valore globale approssimativo desunto per via di confronti.
Maira	1.350,0	1.380,0	x	190,0 (0,138)	
Tanaro-Stura-Bormida e Orba ..	8.060,2	5.690,0	x	680,0 (0,12)	
Scrivia	1.218,8	640,0	x	32,0 (0,05)	
Curone	291,0	36,0	x	0,0 (0,0)	
Staffora	339,6	200,0	x	0,0 (0,0)	
Trebbia	1.123,7	1.360,0	x	165,0 (0,121)	
Tidone	463,8	120,0	x	12,0 (0,10)	
Nure	511,6	344,0	x	0,0 (0,0)	
Riglio	382,5	60,0	x	0,0 (0,0)	
Arda	230,6	121,0	x	12,0 (0,10)	
Ongina	236,0	10,0	x	0,0 (0,0)	
Taro	2.090,2	928,0	x	75,0 (0,081)	
Parma (e Baganza)............	866,9	360,0	x	50,0 (0,138)	
* Enza......................	804,3	*562,0*	x	*118,0* (*0,21*)	
* Secchia......................	2.687,3	1.370,0	x	120,0 (0,088)	
* Panaro	1.997,1	940,0	x	94,0 (0,10)	
Valori totali	23.323,7	14.981,0	[3.000,0] (1) (0,20)	1.694,0 (0,114)	

utilizzato con gli impianti previsti e quello totale disponibile fra le quote estreme considerate). Esso dipende manifestamente dalla conformazione orografica del bacino, dalla pendenza del corso d'acqua, dalla natura dei terreni e dalla concentrazione dei salti utilizzabili.

Nel caso di bacini prevalentemente impermeabili le risorse più convenientemente utilizzabili, sono in generale quelle disponibili nelle parti medie e superiori dei bacini stessi. Ad ogni modo, però, sono da escludersi i bacini di raccolta immediatamente sottostanti alle linee di cresta (caratterizzati da dislivelli relativamente forti, ma da portate troppo esigue) ed i tratti sottostanti ad una quota variabile a seconda dei casi, tra i 100 e i 300 m sopra il livello del mare, perchè i dislivelli ivi disponibili sono troppo esigui e imporrebbero canali di lunghezza eccessiva rispetto ai salti utilizzabili. In questi ultimi tratti, inoltre, gli alvei sono spesso interessati da potenti coltri di materiale alluvionale sciolto che rendono particolarmente difficile anche la captazione delle acque.

Nel caso di bacini prevalentemente permeabili, caratterizzati in gran parte da fenomeni sorgentizi, i tronchi più favorevoli all'utilizzazione delle disponibilità idriche sono invece quelli inferiori, a partire da quote variabili da caso a caso ma difficilmente superiori ai 300÷400 m sul livello del mare.

Nei tronchi sottesi da derivazioni idroelettriche lo scarto fra il valore idrodinamico utilizzato e quello naturalmente disponibile è tanto più elevato quanto maggiore è la concentrazione dei dislivelli utilizzati e quanto più rapida è la variazione del valore idrodinamico del bacino (in funzione delle quote) lungo i tronchi stessi.

In linea generale i migliori coefficienti di utilizzazione idrodinamica spettano ai bacini alpini glaciali o ai bacini appenninici (impermeabili) più elevati; mentre i detti coefficienti scendono a valori bassi e bassissimi se riferiti ai bacini principali con foce al mare o confluenti nel Po a quota inferiore a 200 ÷ 300 m sul mare.

η_u, infine è il coefficiente di utilizzazione industriale del quale si è già parlato nella relazione precedente.

Nel prospetto I° sono riassunti per i singoli compartimenti idrografici i valori estremi (normali) dei diversi coefficienti sopra

IV – ROMAGNA – MARCHE

BACINO	Superficie del bacino in kmq	Energia totale disponibile in mil. di kWh effettivi	Energia probabilmente ritraibile indipendeitemente dalle condizioni economiche in mil. di kWh effettivi (e coefficiente di utilizzazione)	Energia industrialmente utilizzabile in mil. di kWh effettivi (e coefficiente di utilizzazione)	Annotazioni
Reno (e affluenti)	5.227,7	1.910,0	(*) 687,0 (0,36)	210,0 (0,110)	(*) Valori desunti dalla indagine del Servizio Idrografico italiano.
Montone e Rabbi . . . . (Fiumi Uniti)	1.390,9	950,0	(*) 245,0 (0,26)	120,0 (0,126)	
Lamone, Savio, Conca, Foglia e bacini minori con foce al litorale Ravenna-Rimini-Fano	4.645,7	1.065,0	(*) 319,0 (0,30)	60,0 (0,0565)	
Marecchia	517,0	500,0	(*) 186,0 (0,37)	60,0 (0,12)	
Metauro	1.389,4	900,0	(*) 315,0 (0,35)	100,0 (0,111)	
Esino e Musone	1.245,3	700,0	(*) 210,0 (0,30)	110,0 (0,157)	serbatoio (previsto dal prof. Zumi).
Potenza, Tenna, Aso, Cesano e bacini minori con foce al litorale Sinigallia, Ancona, Fermo, Civitanova	3.793,4	1.520,0	(*) 468,0 (0,308)	210,0 (0,138)	
Chienti	1.306,3	1.056,0	(*) 209,0 (0,198)	75,0 (0,071)	
Tronto	1.193,3	1.510,0	(*) 560,0 (0,372)	160,0 (0,106)	
Valori totali	20.709,0	10.111,0	3.199,0 (0,316)	1.105,0 (0,109)	

V – LIGURIA – TOSCANA

BACINO	Superficie del bacino in kmq	Energia totale disponibile in mil. di kWh effettivi	Energia probabilmente ritraibile indipendentemente dalle condizioni economiche in mil. di kWh effettivi (e coefficiente di utilizzazione)	Energia industrialmente utilizzabile in mil. di kWh effettivi (e coefficiente di utilizzazione)	Annotazioni
Roja (italiano)	376,8	950,0	x	240,0 (0,252)	(1) Valore globale approssimativo desunto per via di confronti.
Taggia	208,0	285,0	x	25,0 (0,088)	
Arroscia	431,0	400,0	x	30,0 (0,075)	
Bacini minori con foce al mar Ligure	1.785,2	900,0	x	0,0 (0,0)	
Entella	370,0	312,0	x	50,0 (0,16)	
Magra	1.690,6	1.440,0	x	144,0 (0,10)	
Serchio	1.465,0	1.780,0	x	160,0 (0,09)	
Mare di Sestri, Piombino ecc. . . .	4.513,1	695,0	x	5,0 (0,007)	
Arno	7.932,9	2.660,0	x	150,0 (0,056)	
Ombrone	3.561,0	1.055,0	x	85,0 (0,08)	
Valori totali	22.333,6	10.477,0	[1.680,0] (1) (0,16)	889,0 (0,085)	

VI – UMBRIA – LAZIO

BACINO	Superficie del bacino in kmq	Energia totale disponibile in mil. di kWh effettivi	Energia probabilmente ritraibile indipendentemente dalle condizioni economiche in mil. di kWh effettivi (e coefficiente di utilizzazione)	Energia industrialmente utilizzabile in mil. di kWh effettivi (e coefficiente di utilizzazione)	Annotazioni
Fiora, Marta, Mignone e bacini minori con foce al mare di Oso, Tuscania, Orbetello, Tarquinia, Civitavecchia	4.919,6	1.018,8	(*) 204,0 (0,20)	110,0 (0,108)	(*) Valori desunti dalla indagine del Servizio Idrografico.
Mare di Terracina, Anzio, Gaeta (compresi Astura e Amaseno)	2.985,6	700,0	(*) 7,0 (0,01)	0,0 (0,0)	
Tevere, Nera, Velino e Aniene	17.110,0	10.870,0	(*) 2.770,0 (0,255)	2.000,0 (0,184)	
Valori totali	25.015,2	12.588,8	2.981,0 (0,237)	2.110,0 (0,168)	

VII – ABRUZZI – MOLISE – PUGLIE

BACINO	Superficie del bacino in kmq	Energia totale dispon bile in mil. di kWh effettivi	Energia probabilmente ritraibile indipendentemente dalle condizioni economiche in mil. di kWh effettivi (e coefficiente di utilizzazione)	Energia industrialmente utilizzabile in mil. di kWh effettivi (e coefficiente di utilizzazione)	Annotazioni
Mare di Borsacchio, Piombo, Montesilvano ecc. (+ Tordino e Saline)	1.551,0	710,0	(*) 94,0 (0,132)	10,0 (0,014)	(*) Valori desunti dalla indagine del Servizio Idrografico.
Mare di Gargano, Termoli (bacini minori)	6.766,8	1.260,0	(*) 0,03 (0,0)	—	
Vomano	762,1	1.140,0	(*) 370,0 (0,324)	190,0 (0,166)	(1) Valore approssimativo desunto per via di confronti.
Aterno - Pescara e confl.	3.253,5	4.240,0	(*) 727,0 (0,172)	500,0 (0,118)	
Sangro e Aventino	1.513,2	2.530,0	(*) 638,0 (0,252)	180,0 (0,071)	
Mare di Francavilla, Vasto-Osento-Sinello-Alento e Foro	1.262,4	440,0	(*) 30,0 (0,068)	0,0 (0,0)	
Trigno	1.138,2	782,0	(*) 148,0 (0,19)	45,0 (0,058)	
Biferno e Quirino	1.277,8	1.080,0	(*) 236,0 (0,219)	45,0 (0,042)	
Fortore	1.620,8	736,8	(*) 35,0 (0,047)	29,0 (0,04)	
Ofanto	2.678,2	1.220,0	(*) 31,0 (0,025)	0,0 (0,0)	
Mare di Barletta, Bari, Monopoli, Brindisi, Taranto, Lecce	11.140,4	5.524,0	(1) [130,0] (0,023)	50,0 (0,009)	
Valori totali	32.964,4	19.662,8	2.439,0 (0,124)	1.049,0 (0,053)	

definiti e di quelli globali di utilizzazione risultanti dal loro prodotto. È ovvio che i valori minimi e massimi di questi ultimi non coincidono sempre coi prodotti dei valori estremi dei singoli coefficienti parziali (η_i, η_b, η_u).

I valori dei coefficienti η_i sono stati desunti dalle curve caratteristiche dei principali bacini appartenenti a ciascun compartimento; quelli η_b sono stati dedotti invece dalle condizioni reali di utilizzazione dei bacini studiati per via diretta e successivamente in base ad un particolareggiato esame delle curve di energia (totale) dei bacini rimanenti. I coefficienti η_u, infine, sono stati determinati sulla scorta dei risultati di esercizio di diversi impianti già costruiti e in funzione da diversi anni.

VIII – CAMPANIA

BACINO	Superficie del bacino in kmq	Energia totale disponibile in mil. di kWh effettivi	Energia probabilmente ritraibile indipendentemente dalle condizioni economiche in mil. di kWh effettivi (e coefficiente di utilizzazione)	Energia industrialmente utilizzabile in mil. di kWh effettivi (e coefficiente di utilizzazione)	*Annotazioni*
Picentino, Tusciano e bacini minori con foce al litorale di Mondragone, Napoli, Salerno	3.363,8	1,030,0	x	21,0 (0,020)	(1) Valore globale approssimativo desunto per via di confronti.
Bacini con foce al litorale di Pisciotta, Policastro, Verbicaro ..	2.920,2	3.520,0	x	70,0 (0,020)	
Volturno	5.605,6	2.660,0	x	200,0 (0,075)	
Sele..........................	3.271,8	3.880,0	x	310,0 (0,08)	
Liri-Garigliano	5.426,6	5.600,0	x	390,0 (0,07)	
Valori totali	20.588,0	16.690,0	[1.835,0] (1) (0,11)	991,0 (0,059)	

IX – BASILICATA – CALABRIA

BACINO	Superficie del bacino in kmq	Energia totale disponibile in mil. di kWh effettivi	Energia probabilmente ritraibile indipendentemente dalle condizioni economiche in mil. di kWh effettivi (e coefficiente di utilizzazione)	Energia industrialmente utilizzabile in mil. di kWh effettivi (e coefficiente di utilizzazione)	*Annotazioni*
Bradano.....................	2.609,1	740,0	x	0,0 (0,0)	(1) Valore globale approssimativo desunto per via di confronti.
Basento e Cavone	2.162,4	1.310,0	x	0,0 (0,0)	
Sinni, Mare di Amendolara	2.400,6	2.042,0	x	60,0 (0,029)	
Agri	1.673,5	1.464,0	x	45,0 (0,031)	
Crati e Mucone	2.484,3	2.580,0	x	250.00 (0.097)	
Neto	1.089,4	1.431,0	x	750.00 (0,525)	
Trionto, Corace, Tacina, Lineri e bacini minori con foce al litorale Cotrone-Catanzaro	3.253,3	2.122,0	x	200,0 (0,095)	
Mesima, mare di Reggio Calabria	4.358,1	3.632,0	x	100,0 (0,028)	
Savuto, Amato, e litorale di Paola.	2.284,0	1.946,0	x	40,0 (0,020)	
Valori totali	22.314,7	17.267,0	[2.070,0] (1) (0,12)	1.445 (0,084)	

In linea di grande massima si può ritenere che, nelle migliori ipotesi, tenuto conto anche dell'effetto di regolazione di tutti i possibili serbatoi, non sia economicamente possibile utilizzare in complesso più del 40 % circa del valore idrodinamico totale dei nostri bacini (considerati sino al mare) e più del 50 % — del deflusso totale annualmente disponibile alle prese dei diversi impianti fattibili; dell'energia così prodotta si può contare di poter collocarne dal 70 all' 80 % circa. In tal modo l'energia industrialmente utilizzabile ammonterebbe al 14÷16% circa di quella totale naturalmente disponibile.

Come si vede, questi valori massimi logicamente prevedibili, differiscono di assai poco dal valore trovato (13.35 %), con l'indagine particolareggiata che ha formato l'oggetto della precedente Relazione e della nota presente.

Nei prospetti II ÷ XI sono riportati per i singoli bacini (o gruppi di bacini) presi in esame, oltre ai valori delle rispettive aree quelli dell'energia totale disponibile, dell'energia praticamente ritraibile indipendentemente dalle attuali condizioni di tornaconto economico e, infine, quelli dell'energia industrialmente utilizzabile.

Questi ultimi valori, presi singolarmente, risentono certamente l'influenza del giudizio discrezionale che in simili indagini — specie se condotte per via indiretta — è assolutamente inevitabile. Si ha tuttavia motivo di credere che — fermi restando i limiti di convenienza economica assunti a base dell'indagine stessa nonchè i criterî fondamentali di utilizzazione ai quali si è fatto riferimento — le cifre globali trovate per i singoli compartimenti rispondano abbastanza bene alla situazione reale delle nostre risorse idroelettriche suscettibili ancora di uno sfruttamento *economicamente conveniente*.

X – SICILIA

BACINO	Superficie del bacino in kmq	Energia totale disponibile in mil. di kWh effettivi	Energia probabilmente ritraibile indipendentemente dalle condizioni economiche in mil. di kWh effettivi (e coefficiente di utilizzazione)	Energia industrialmente utilizzabile in mil. di kWh effettivi (e coefficiente di utilizzazione)	Annotazioni
Pollino, Tusa, Zappulla, Rodi e bacini minori con foce al litorale di Messina, Milazzo, S. Agata, ecc.	3.243,2	2.444,0	31,0 (0,013)	20,0 (0,008)	
Torto, Belice, Birgi, Freddo, San Leonardo, Magazzolo, Verdura, Oreto, Mazzaro, Arena, Modione, Carboi e bacini minori con foce al litorale di Palermo, Trapani, Sciacca, ecc.	6.730,7	2.084,0	79,0 (0,038)	42,0 (0,02)	
Platani	1.791,5	658,0	80,0 (0,12)	35,0 (0,053)	
Salso	1.999,5	774,0	182,0 (0,235)	110,0 (0,142)	
Naro, Gela, Irminio e bacini minori con foce litorale Agrigento, Terranova, Pozzello	3.887,0	792,0	61,0 (0,077)	16,0 (0,02)	
Lentini, Anapo, Tellaro e bacini minori con foce al litorale Catania, Siracusa, ecc.	3.446,8	1.356,0	26,0 (0,019)	0,0 (0,0)	
Simeto, Dittaino, Gornalunga, Alcantara	4.407,7	3.112,0	410,0 (0,132)	200,0 (0,064)	
Valori totali	25.506,4	11.220,0	869,0 (0,077)	423,0 (0,038)	

XI – SARDEGNA

BACINO	Superficie del bacino in kmq	Energia totale disponibile in mil. di kWh effettivi	Energia probabilmente ritraibile indipendentemente dalle condizioni economiche in mil. di kWh effettivi (e coefficiente di utilizzazione)	Energia industrialmente utilizzabile in mil. di kWh effettivi (e coefficiente di utilizzazione)	Annotazioni
Flumimmannu (Mannu, Cixeri) e bacini minori	3.280,9	616,0	16,2 (0,026)	10,0 (0,017)	
Palmas e bacini minori del mare di Cagliari e dal Flumimmannu al Tirso	2.687,5	448,0	15,3 (0,033)	13,5 (0,03)	
Tirso	3.446,6	1.950,0	260,0 (0,133)	234,0 (0,12)	
Mannu di Porto Torres, Temo e bacini minori con foce al litorale Alghero-Oristano	4.003,0	800,0	36,0 (0,045)	32,0 (0,04)	
Coghinas	2.203,2	930,0	162,0 (0,174)	102,0 (0,110)	
Liscia - Padrogiano - Posada - Cedrino - Pardu e bacini minori con foce al litorale di Terranova - Lanusei	6.064,5	1.910,0	76,0 (0,04)	57,0 (0,03)	
Flumendosa	1.830,8	1.430,0	200,0 (0,14)	157,3 (0,11)	
Valori totali	23.516,5	8.084,0	765,5	605,8	

ING. PIERO MARINONI e ING. ANGELO TESTA.

PROF. ING. B. FOCACCIA
DELLA R. SCUOLA DI INGEGNERIA DI NAPOLI

Distribuzione delle correnti nelle linee trifasi in regime perturbato

SECONDA NOTA

DOPPIO CORTO-CIRCUITO A TERRA SU UNA LINEA SEMPLICE, CON CAPACITÀ TRASCURABILE, ALIMENTATA DA UNA SOLA CENTRALE.

§ 1. *Premessa.* – In questa nota sarà eseguito il calcolo della distribuzione delle correnti permanenti in una linea aerea trifase a tre fili, con capacità trascurabili, allorchè essa presenta due punti qualunque di due fasi diverse francamente in contatto con la terra.

È superfluo qui ripetere quale importanza abbia la conoscenza, possibilmente esatta, di tale distribuzione, specie in sede di progetto, per la grande mole di riflessi che essa può avere sullo studio dei problemi di stabilità, del proporzionamento degli interruttori, della predeterminazione dei relais, e di tutti i macchinari e le apparecchiature.

Disgraziatamente, come sarà visto in questa nota, e in tutte le altre che speriamo far seguire, la laboriosità dei calcoli è spesso preoccupante; diciamo subito però che qualunque fatica non è sprecata quando si pensa che i risultati del lavoro compiuto hanno riflessi tecnici ed economici di così alta importanza.

Ci serviremo del metodo delle coordinate simmetriche, essendo questo, allo stato attuale della tecnica, l'unico adatto a risolvere questo problema e tutti gli altri relativi a sistemi trifasi perturbati, con la maggiore approssimazione.

Sarà sempre lecito ammettere la simmetria delle macchine rotanti; così pure trascureremo per la loro generale piccolezza, le impedenze di sequenza diretta ed inversa, offerte alle correnti di diversa sequenza, sia della linea che dei trasformatori.

Continueremo pure ad ammettere la sinusoidalità delle tensioni e delle correnti: oppure intenderemo riferirci alle grandezze sinusoidali equivalenti.

§ 2. *Schema di principio. Notazioni e simboli.* – Lo schema di principio più generale è quello indicato nella fig. 1, in cui per semplificare le notazioni e rendere meno ingombranti le formule

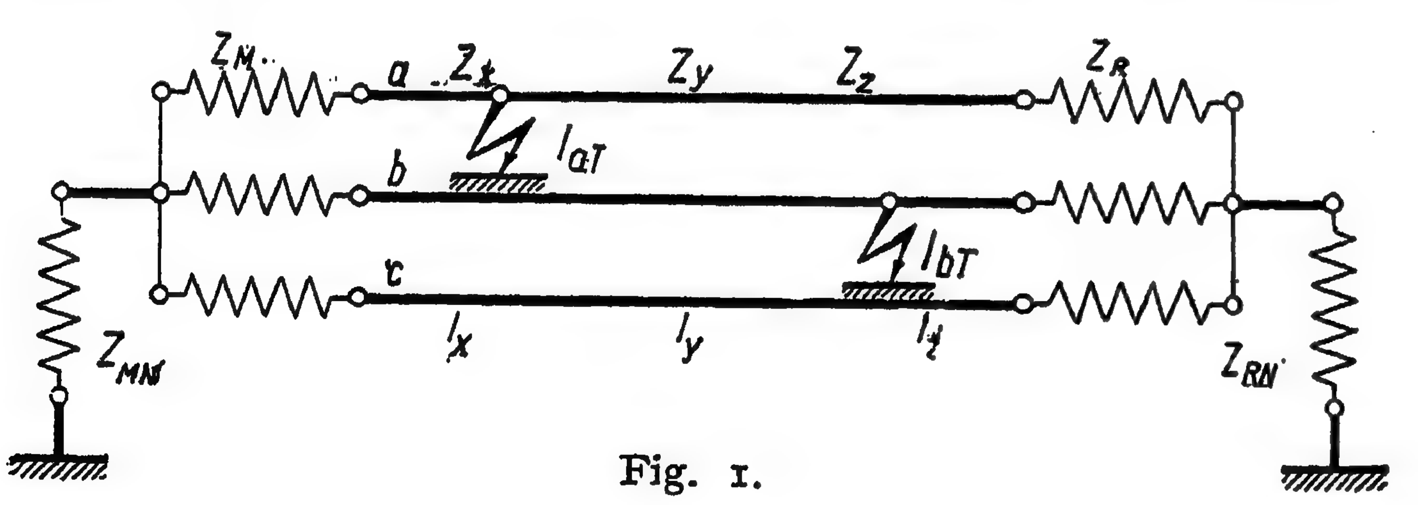


Fig. 1.

dei risultati, abbiamo schematizzata la rete in maniera da dover prendere in considerazione le seguenti impedenze:

Z_M = impedenza equivalente del sistema generatore, il quale può immaginarsi costituito da una o più macchine in parallelo, alimentanti la linea direttamente oppure con l'interposizione di uno o più trasformatori in parallelo.

Dovremo qui evidentemente considerare — per quanto si è detto in precedenza — solamente le componenti di sequenza zero delle impedenze offerte alle componenti di diversa sequenza delle correnti; epperò scriveremo (1):

Z_{M0} = impedenza del sistema generatore offerta alle correnti di sequenza zero;

Z_{Md} = impedenza del sistema generatore offerta alle correnti di sequenza diretta;

Z_{Ms} = impedenza del sistema generatore offerta alle correnti di sequenza inversa.

Poniamo ancora:

Z_R = impedenza equivalente del sistema ricevitore, il quale può essere più o meno complesso e costituito sia da una semplice stella di impedenze, effettiva o equivalente, direttamente connessa alla linea, sia da tutta una rete di distribuzione, comunque complicata, alimentata da uno o più trasformatori in parallelo. Sarà anche qui necessario distinguere:

Z_{R0} = impedenza del sistema ricevitore offerta alle correnti di sequenza zero;

Z_{Rd} = impedenza del sistema ricevitore offerta alle correnti di sequenza diretta;

Z_{Ms} = impedenza del sistema ricevitore offerta alle correnti di sequenza inversa.

Poniamo ancora:

Z_{MN} = impedenza inserita tra il neutro del sistema generatore e la terra;

Z_{RN} = impedenza inserita tra il neutro del sistema ricevitore e la terra.

Poniamo infine:

Z_x, Z_y, Z_z = impedenze della linea rispettivamente comprese tra i morsetti di macchina, e il punto messo a terra della fase *a*), tra questo punto di guasto e il punto di messa a terra della fase *b*), e tra questo punto e i morsetti del sistema ricevitore. Per le considerazioni precedenti sarà anche qui necessario distinguere le seguenti impedenze: Z_{x0}, Z_{xd}, Z_{xs}; Z_{y0}, Z_{yd}, Z_{ys}; Z_{z0}, Z_{zd}, Z_{zs}; rappresentanti le impedenze offerte alle correnti di sequenza zero, diretta, e inversa, rispettivamente relative ai tre tronchi di linea dianzi precisati.

La f. e. m. stellata, agente nel sistema, sarà individuata col simbolo E, e sarà supposta sinusoidale di sequenza diretta.

§ 3. *Impostazione delle equazioni. Formule risolutive.* – Abbiamo applicate le leggi di Kirchhoff alle maglie e ai nodi dello schema della fig. 1, per scrivere le equazioni occorrenti alla soluzione del problema.

Risolvendo tale sistema di equazioni, come è indicato in dettaglio nell'appendice *A*, si giunge alle formule risolutive, riportate nella Tabella I, espresse in funzione di A, B, C, ecc., e di a_1, b_1, c_1, ecc.; a_2, b_2, c_2, ecc.

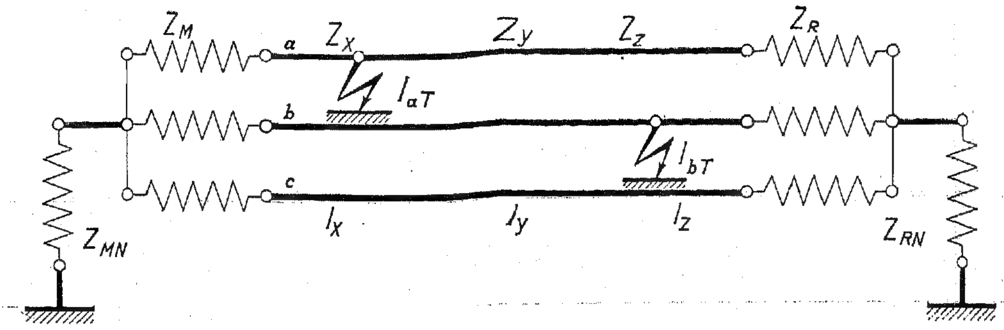
Questi simboli sono tutti, evidentemente, funzioni delle impedenze, e precisamente A, B, C, ecc., sono funzioni immediate di queste, mentre a_1, b_1, c_1, ecc.; a_2, b_2, c_2, ecc., sono, in genere, funzioni di A, B, C, ecc.

I valori di A, B, C, ecc., sono segnati di seguito, mentre i valori di a_1, b_1, c_1, ecc.; a_2, b_2, c_2, ecc., sono raccolti nella Tabella II, nella quale il numero d'ordine, segnato nella prima colonna, rappresenta l'indice dei simboli che hanno le espressioni segnate nella linea corrispondente.

Nell'appendice *B* sono sviluppate alcune applicazioni numeriche delle formule ricavate.

(1) Ometteremo il terzo indice delle comuni notazioni: Z_{M00}; Z_{Md0}; Z_{Ms0}; per indicare che qui si tratta solamente della componente zero, essendo escluso ogni pericolo di confusione.

TABELLA I.



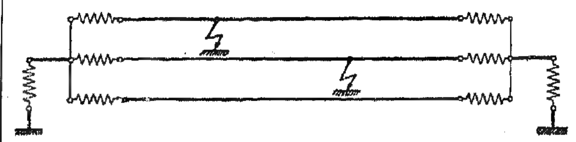
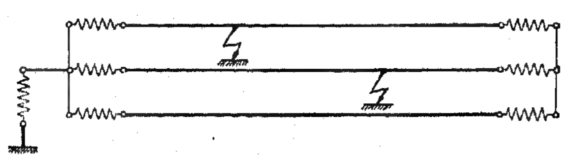
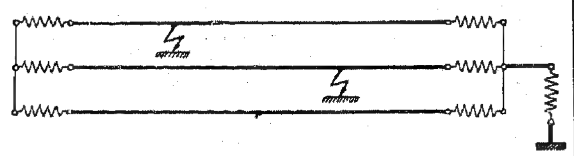
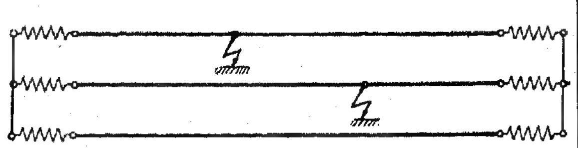
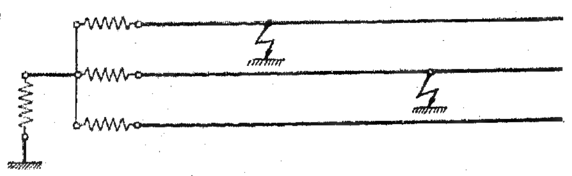
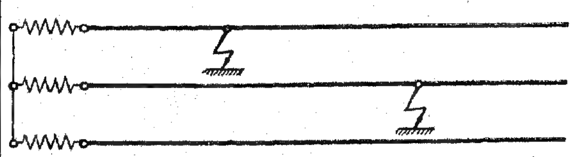
Numero di ordine	Schemi	Δ	I_{x0}	I_{x1}	I_{x2}	$I_{aT0} = I_{aT1} = I_{aT2}$	$I_{bT0} = \alpha^2 I_{bT1} = \alpha I_{bT2}$	I_{y0}	I_{y1}	I_{y2}	I_{z0}	I_{z1}	I_{z2}
1		$a_1 (g_1 S - h_1 V) - b_1 (f_1 S - h_1 U) + c_1 (f_1 V - g_1 U)$	$\frac{E}{\Delta} \{ d_1 (g_1 S - h_1 V) - m_1 (b_1 S - c_1 V) + W (h_1 b_1 - c_1 g_1) \}$	$\frac{E}{\Delta} \{ a_1 (m_1 S - h_1 W) - f_1 (d_1 S - c_1 W) + U (d_1 h_1 - c_1 m_1) \}$	$\frac{E}{\Delta} \{ a_1 (g_1 W - m_1 V) - f_1 (b_1 W - d_1 V) + U (b_1 m_1 - d_1 g_1) \}$	$\frac{AGI_{x0} - CDI_{x1} + CE}{BG - CF}$	$\frac{BDI_{x1} - AFI_{x0} - BE}{BG - CF}$	$I_{x0} - I_{aT0}$	$I_{x1} - I_{aT0}$	$I_{x2} - I_{aT0}$	$I_{x0} - I_{aT0} - I_{bT0}$	$I_{x1} - I_{aT0} - \alpha I_{bT0}$	$I_{x2} - I_{aT0} - \alpha^2 I_{bT0}$
2		$a_2 (g_2 Y - h_2 T) - b_2 (f_2 Y - h_2 X) + c_2 (f_2 T - g_2 X)$	$\frac{E}{\Delta} \{ d_2 (g_2 Y - h_2 T) - m_2 (b_2 Y - c_2 T) + \alpha^2 (h_2 b_2 - c_2 g_2) \}$	$\frac{E}{\Delta} \{ a_2 (m_2 Y - h_2 \alpha^2) - f_2 (d_2 Y - c_2 \alpha^2) + X (d_2 h_2 - c_2 m_2) \}$	$\frac{E}{\Delta} \{ a_2 (g_2 \alpha^2 - m_2 T) - f_2 (t_2 \alpha^2 - d_2 T) + X (b_2 m_2 - d_2 g_2) \}$	$\frac{J I_{x0}}{J - K} - \frac{H I_{x2}}{J - K}$	$I_{x0} - I_{aT0}$	I_{bT0}	$I_{x1} - I_{aT0}$	$I_{x2} - I_{aT0}$	0	$I_{x1} - I_{aT0} - \alpha I_{bT0}$	$I_{x2} - I_{aT0} - \alpha^2 I_{bT0}$
3		$a_3 (f_3 n_3 - g_3 m_3) + b_3 (g_3 h_3 - d_3 n_3) - c_3 (f_3 h_3 - d_3 m_3)$	0	$\frac{E}{\Delta} (f_3 n_3 - m_3 g_3)$	$\frac{E}{\Delta} (d_3 n_3 - g_3 h_3)$	$\frac{E}{\Delta} (f_3 h_3 - d_3 m_3)$	$\frac{H}{J} I_{x2} - \frac{K}{J} I_{aT0}$	$- I_{aT0}$	$I_{x1} - I_{aT0}$	$I_{x2} - I_{aT0}$	$- I_{aT0} - I_{bT0}$	$I_{x1} - I_{aT0} - \alpha I_{bT0}$	$I_{x2} - I_{aT0} - \alpha^2 I_{bT0}$
4		$a_4 (c_4 h_4 + g_4 d_4) + f_4 c_4 b_4$	0	$\frac{E}{\Delta} (m_4 c_4 b_4 + c_4 h_4 + g_4 d_4)$	$\frac{E}{\Delta} (m_4 a_4 d_4 - f_4 d_4)$	$\frac{E}{\Delta} (m_4 a_4 c_4 - c_4 f_4)$	$- I_{aT0}$	I_{bT0}	$I_{x1} - I_{aT0}$	$I_{x2} - I_{aT0}$	0	$I_{x1} - I_{aT0} - \alpha I_{bT0}$	$I_{x2} - I_{aT0} - \alpha^2 I_{bT0}$
5		$a_5 d_5 - b_5 c_5$	$I_{aT0} + I_{bT0}$	$I_{aT0} + \alpha I_{bT0}$	$I_{aT0} + \alpha^2 I_{bT0}$	$\frac{E}{\Delta} (d_5 - \alpha^2 b_5)$	$\frac{E}{\Delta} (\alpha^2 a_5 - c_5)$	I_{bT0}	αI_{bT0}	$\alpha^2 I_{bT0}$	0	0	0
6		$3 (Z_{Md} + Z_{Ms} + Z_{xd} + Z_{xs}) + Z_{y0} + Z_{yd} + Z_{ys}$	0	$(\alpha - 1) I_{bT0}$	$(\alpha^2 - 1) I_{bT0}$	$- I_{bT0}$	$\frac{E}{\Delta} (\alpha^2 - 1)$	I_{bT0}	αI_{bT0}	$\alpha^2 I_{bT0}$	0	0	0

TABELLA II.

Numero di ordine	a	b	c	d	f	g	h	m	n
1	$\frac{AFJ - KAG}{BG - CF}$	$\frac{KCD - JBD}{BG - CF}$	H	$\frac{KC - JB}{BG - CF}$	$3\ Z_{MN} + Z_{M0} + Z_{x0}$	$Z_{Md} + Z_{xd}$	$Z_{Ms} + Z_{xs}$	1	
2	$G + J \frac{F - G}{J - K}$	$-(Z_{Md} + Z_{xd} + Z_{yd} + Z_{zd} + Z_{Rd}$	$H \frac{G - F}{J - K}$	1	$3\ Z_{MN} + Z_{M0} + Z_{x0}$	$Z_{Md} + Z_{xd}$	$Z_{Ms} + Z_{xs}$	1	
3	$Z_{Md} + Z_{xd} + Z_{yd} + Z_{zd} + Z_{Rd}$	$G \frac{H}{J}$	$F - G \frac{K}{J}$	$Z_{yd} + Z_{zd} + Z_{Rd}$	$N \frac{H}{J} - K$	$M - N \frac{K}{J}$	$\alpha^2 (Z_{zd} + Z_{Rd})$	$R \frac{H}{J} - Q$	$\Omega - R \frac{K}{J}$
4	$Z_{Md} + Z_{xd} + Z_{yd} + Z_{zd} + Z_{Rd}$	$Z_{yd} + (1 - \alpha)\ (Z_{zd} + Z_{Rd})$	$Z_{Ms} + Z_{xs} + Z_{ys} + Z_{zs} + Z_{Rs}$	$Z_{ys} + (1 - \alpha^2)\ (Z_{zs} + Z_{Rs})$	$(1 - \alpha^2)\ (Z_{Md} + Z_{xd}) - \alpha^2 Z_{yd}$	$(1 - \alpha)\ (Z_{Ms} + Z_{xs}) - \alpha Z_{ys}$	$Z_{y0} + \alpha^2 Z_{yd} + \alpha Z_{ys}$	$(1 - \alpha^2)$	
5	$Z_{M0} + Z_{x0} + Z_{Md} + Z_{xd} +$ $+ Z_{Ms} + Z_{xs} + 3\ Z_{MN}$	$3\ Z_{MN} + Z_{M0} + Z_{x0} +$ $+ \alpha\ (Z_{Md} + Z_{xd}) +$ $+ \alpha^2 (Z_{Ms} + Z_{xs})$	$3\ Z_{MN} + Z_{M0} + Z_{x0} +$ $+ \alpha^2\ (Z_{Md} + Z_{xd}) +$ $+ \alpha\ (Z_{Ms} + Z_{xs})$.	$3\ Z_{MN} + Z_{M0} + Z_{Md} + Z_{Ms} +$ $+ Z_{x0} + Z_{xd} + Z_{xs} +$ $+ Z_{y0} + Z_{yd} + Z_{ys}$	—	—	—		

$A = 3\,Z_{MN} + Z_{M0} + Z_{x0} + Z_{y0} + Z_{z0} + Z_{R0} + 3\,Z_{RN}.$

$B = Z_{y0} + Z_{z0} + Z_{R0} + 3\,Z_{RN}.$

$C = Z_{z0} + Z_{R0} + 3\,Z_{RN}.$

$D = Z_{Md} + Z_{xd} + Z_{yd} + Z_{zd} + Z_{Rd}.$

$F = Z_{yd} + Z_{zd} + Z_{Rd}.$

$G = \alpha\,(Z_{zd} + Z_{Rd}).$

$H = Z_{Ms} + Z_{xs} + Z_{ys} + Z_{zs} + Z_{Rs}.$

$K = Z_{ys} + Z_{zs} + Z_{Rs}.$

$J = \alpha^2\,(Z_{zs} + Z_{Rs}).$

$L = Z_{y0} + \alpha^2\,Z_{yd} + \alpha\,Z_{ys}.$

$M = Z_{y0} + Z_{yd} + Z_{ys} + Z_{z0} + Z_{zd} + Z_{zs} + Z_{R0} + Z_{Rd} + Z_{Rs} + 3\,Z_{RN}.$

$N = Z_{z0} + \alpha\,Z_{zd} + \alpha^2\,Z_{zs} + Z_{R0} + \alpha\,Z_{Rd} + \alpha^2\,Z_{Rs} + 3\,Z_{RN}.$

$\Omega = Z_{z0} + \alpha^2\,Z_{zd} + \alpha\,Z_{zs} + Z_{R0} + \alpha^2\,Z_{Rd} + \alpha\,Z_{Rs} + 3\,Z_{RN}.$

$P = \alpha^2\,(Z_{zd} + Z_{Rd}).$

$Q = \alpha\,(Z_{zs} + Z_{Rs}).$

$R = Z_{z0} + Z_{R0} + 3\,Z_{RN} + Z_{zd} + Z_{Rd} + Z_{zs} + Z_{Rs}.$

$S = \alpha\,(Z_{Ms} + Z_{xs} + Z_{ys}).$

$T = \alpha^2\,(Z_{Md} + Z_{xd} + Z_{yd}).$

$$U = 3\,Z_{MN} + Z_{M0} + Z_{x0} + Z_{y0} - \frac{LAG}{BG - CF}.$$

$$V = \alpha^2\,(Z_{Md} + Z_{xd} + Z_{yd}) + \frac{LCD}{BG - CF}.$$

$$W = \alpha^2 + \frac{LC}{BG - CF}.$$

$$X = 3\,Z_{MN} + Z_{M0} + Z_{x0} + Z_{y0} - \frac{LJ}{J - K}.$$

$$Y = \alpha\,(Z_{Ms} + Z_{xs} + Z_{ys}) + \frac{LH}{J - K}.$$

$$\alpha = -\frac{1}{2} + j\,\frac{\sqrt{3}}{2}.$$

$$\alpha^2 = -\frac{1}{2} - j\,\frac{\sqrt{3}}{2}.$$

***

Sistematiche esperienze in corso, di cui sarà trattato in un prossimo lavoro, hanno confermato pienamente le risultanze teoriche di questa nota.

Appendice A

Sviluppo delle calcolazioni.

§ 1. Applichiamo le equazioni di Kirchhoff allo schema della fig. 1. Per fare ciò indichiamo con:

I_x, la corrente che attraversa il sistema generatore e il tratto x di linea, fino al punto di messa a terra sulla fase a);

I_y, la corrente che attraversa il tratto y di linea compreso tra i due punti di messa a terra;

I_z, la corrente che fluisce nel tratto z di linea e nel sistema ricevitore;

I_{aT}, la corrente che passa alla terra attraverso il contatto della fase a);

I_{bT}, la corrente che passa alla terra attraverso il contatto della fase b).

Dobbiamo quindi prendere in considerazione le 15 componenti:

$$\begin{matrix} I_{x0}, & I_{x1}, & I_{x2}, \\ I_{y0}, & I_{y1}, & I_{y2}, \\ I_{z0}, & I_{z1}, & I_{z2}, \\ I_{aT0}, & I_{aT1}, & I_{aT2}, \\ I_{bT0}, & I_{bT1}, & I_{bT2}, \end{matrix} \qquad (1)$$

le quali si riducono immediatamente a 11, per il fatto che evidentemente è:

$$I_{aT0} = I_{aT1} = I_{aT2} = \frac{1}{3}\,I_{aT}$$
$$I_{bT0} = \alpha^2\,I_{bT1} = \alpha\,I_{bT2} = \frac{1}{3}\,I_{bT}. \qquad (2)$$

Occorrono quindi 11 equazioni per risolvere il problema: esse si possono facilmente scrivere e sono le seguenti:

$$(3\,Z_{MN} + Z_{M0} + Z_{x0})\,I_{x0} + Z_{y0}\,I_{y0} + (Z_{z0} + Z_{R0} + 3\,Z_{RN})\,I_{z0} = 0 \quad (1)$$

$$(Z_{Md} + Z_{xd})\,I_{x1} + Z_{yd}\,I_{y1} + (Z_{zd} + Z_{Rd})\,I_{z1} = E \quad (2)$$

$$(Z_{Ms} + Z_{xs})\,I_{x2} + Z_{ys}\,I_{y2} + (Z_{zs} + Z_{Rs})\,I_{z2} = 0 \quad (3)$$

$$(3\,Z_{MN} + Z_{M0} + Z_{x0})\,I_{x0} + (Z_{Md} + Z_{xd})\,I_{x1} + (Z_{Ms} + Z_{xs})\,I_{x2} = E \quad (4)$$

$$(3\,Z_{MN} + Z_{M0} + Z_{x0})\,I_{x0} + \alpha^2\,(Z_{Md} + Z_{xd})\,I_{x1} + \alpha\,(Z_{Ms} + Z_{xs})\,I_{x2} + $$
$$+ Z_{y0}\,I_{y0} + \alpha^2\,Z_{yd}\,I_{y1} + \alpha\,Z_{ys}\,I_{y2} = \alpha^2\,E \quad (5)$$

$$I_{x0} = I_{y0} + I_{aT0} \quad (6)$$

$$I_{x1} = I_{y1} + I_{aT0} \quad (7)$$

$$I_{x2} = I_{y2} + I_{aT0} \quad (8)$$

$$I_{y0} = I_{z0} + I_{bT0} \quad (9)$$

$$I_{y1} = I_{z1} + \alpha\,I_{bT0} \quad (10)$$

$$I_{y2} = I_{z2} + \alpha^2\,I_{bT0} \quad (11)$$

Utilizzando subito le (6), (7), (8), (9), (10) e (11), possiamo ridurci a considerare un sistema di cinque equazioni nelle cinque incognite:

$$I_{x0},\ I_{x1},\ I_{x2},\ I_{aT0},\ I_{bT0}.$$

La risoluzione di questo sistema di equazioni e la considerazione delle (6), (7), (8), (9), (10) e (11), danno le formule risolutive riportate al N. 1 della Tabella I.

§ 2. Nel caso che il neutro del sistema ricevitore sia isolato, nelle equazioni precedenti si dovrà porre:

$$Z_{RN} = \infty.$$

Risulta conseguentemente:

$$I_{z0} = 0,\ I_{y0} = I_{bT0}$$

e saranno perciò sufficienti nove equazioni per risolvere il problema.

Tali equazioni sono evidentemente le stesse di quelle scritte in corrispondenza dei numeri (2), (3), (4), (5), (6), (7), (8), (10) e (11) del caso generale precedente, e che qui, per brevità, non ripeteremo.

La risoluzione del sistema di equazioni così costruito, porta alle formule risolutive riportate al N. 2 della Tabella I.

§ 3. Nel caso che il neutro del sistema generatore sia isolato, mentre quello del sistema ricevitore sia messo a terra, attraverso la stessa impedenza Z_{RN}, nelle equazioni precedenti dovrà porsi:

$$Z_{MN} = \infty.$$

Risulta quindi immediatamente:

$$I_{x0} = 0, \quad I_{y0} = -I_{aT0},$$

e il sistema, sufficiente a risolvere il problema, sarà costituito dalle nove seguenti equazioni:

$$(Z_{Md} + Z_{xd})\, I_{x1} + Z_{yd}\, I_{y1} + (Z_{zd} + Z_{Rd})\, I_{z1} = E \qquad (1)$$

$$(Z_{Ms} + Z_{xs})\, I_{x2} + Z_{ys}\, I_{y2} + (Z_{zs} + Z_{Rs})\, I_{z2} = 0 \qquad (2)$$

$$Z_{y0}\, I_{y0} + Z_{yd}\, I_{y1} + Z_{ys}\, I_{y2} + (Z_{z0} + Z_{R0} + 3\, Z_{RN})\, I_{z0} + (Z_{zd} + Z_{Rd})\, I_{z1} + (Z_{zs} + Z_{Rs})\, I_{z2} = 0 \qquad (3)$$

$$(Z_{z0} + Z_{R0} + 3 Z_{RN})\, I_{z0} + \alpha^2 (Z_{zd} + Z_{Rd})\, I_{z1} + \alpha\, (Z_{zs} + Z_{Rs})\, I_{z2} = 0 \qquad (4)$$

$$I_{x1} = I_{y1} + I_{aT0} \qquad (5)$$

$$I_{x2} = I_{y2} + I_{aT0} \qquad (6)$$

$$I_{y0} = I_{z0} + I_{bT0} \qquad (7)$$

$$I_{y1} = I_{z1} + \alpha\, I_{bT0} \qquad (8)$$

$$I_{y2} = I_{z2} + \alpha^2\, I_{bT0} \qquad (9)$$

Utilizzando le (5), (6), (7), (8) e (9), possiamo ridurci a considerare un sistema di quattro equazioni nelle 4 incognite:

$$I_{x1}, \; I_{x2}, \; I_{aT0}, \; I_{bT0}.$$

La risoluzione di questo sistema e la considerazione delle equazioni (5), (6), (7), (8) e (9), conducono alle formule risolutive riportate al N. 3 della Tabella I.

§ 4. Nel caso che siano isolati tanto il neutro del sistema generatore che quello del sistema ricevitore, nelle equazioni precedenti bisogna porre:

$$Z_{MN} = Z_{RN} = \infty$$

e quindi risulta conseguentemente:

$$I_{x0} = 0; \; I_{y0} = -I_{aT0};$$
$$I_{z0} = 0; \; I_{y0} = I_{bT0};$$

e il sistema sufficiente a risolvere il problema sarà costituito dalle sette equazioni seguenti nelle sette incognite:

$$I_{x1}, \; I_{x2}, \; I_{y0}, \; I_{y1}, \; I_{y2}, \; I_{z1}, \; I_{z2}.$$

Le equazioni da considerare sono:

$$(Z_{Md} + Z_{xd})\, I_{x1} + Z_{yd}\, I_{y1} + (Z_{zd} + Z_{Rd})\, I_{z1} = E \qquad (1)$$

$$(Z_{Ms} + Z_{xs})\, I_{x2} + Z_{ys}\, I_{y2} + (Z_{zs} + Z_{Rs})\, I_{z2} = 0 \qquad (2)$$

$$(Z_{Md} + Z_{xd})\, (1 - \alpha^2)\, I_{x1} + (Z_{Ms} + Z_{xs})\, (1 - \alpha)\, I_{x2} - Z_{y0}\, I_{y0} - \alpha^2\, Z_{yd}\, I_{y1} - \alpha\, Z_{ys}\, I_{y2} = (1 - \alpha^2)\, E \qquad (3)$$

$$I_{x1} = I_{y1} + I_{aT0} \qquad (4)$$

$$I_{x2} = I_{y2} + I_{aT0} \qquad (5)$$

$$I_{y1} = I_{z1} + \alpha\, I_{bT0} \qquad (6)$$

$$I_{y2} = I_{z2} + \alpha^2\, I_{bT0} \qquad (7)$$

Risolvendo questo sistema, nella stessa maniera indicata in precedenza, si ricavano le formule risolutive riportate al N. 4 della Tabella I.

§ 5. Nel caso che il neutro del sistema generatore sia a terra e la linea aperta alla estremità ricevitrice, si deve porre:

$$Z_{R0} = Z_{Rd} = Z_{Rs} = Z_{RN} = \infty.$$

e quindi:

$$I_{z0} = I_{z1} = I_{z2} = 0$$
$$I_{y0} = I_{bT0}; \; I_{y1} = \alpha\, I_{bT0}; \; I_{y2} = \alpha^2\, I_{bT0}.$$

Il sistema, quindi, che occorre scrivere sarà costituito da 5 equazioni, essendosi ridotte a cinque le incognite da ricercare:

$$I_{x0}; \; I_{x1}; \; I_{x2}; \; I_{aT0}; \; I_{bT0}.$$

Tali equazioni sono:

$$(3\, Z_{MN} + Z_{M0} + Z_{x0})\, I_{x0} + (Z_{Md} + Z_{xd})\, I_{x1} + (Z_{Ms} + Z_{xs})\, I_{x2} = E \qquad (1)$$

$$(3\, Z_{MN} + Z_{M0} + Z_{x0})\, I_{x0} + \alpha^2\, (Z_{Md} + Z_{xd})\, I_{x1} + \alpha\, (Z_{Ms} + Z_{xs})\, I_{x2} + Z_{y0}\, I_{y0} + \alpha^2\, Z_{yd}\, I_{y1} + \alpha\, Z_{ys}\, I_{y2} = \alpha^2\, E \qquad (2)$$

$$I_{x0} = I_{y0} + I_{aT0} = I_{bT0} + I_{aT0} \qquad (3)$$

$$I_{x1} = I_{y1} + I_{aT0} = \alpha\, I_{bT0} + I_{aT0} \qquad (4)$$

$$I_{x2} = I_{y2} + I_{aT0} = \alpha^2\, I_{bT0} + I_{aT0} \qquad (5)$$

La soluzione di questo sistema porta a conoscere le formule riportate al n. 5 della Tabella I.

§ 6. Nel caso, infine, che il neutro del generatore sia isolato e la linea aperta all'estremità ricevitrice si ha:

$$Z_{MN} = Z_{R0} = Z_{Rd} = Z_{Rs} = Z_{RN} = \infty$$

e quindi:

$$I_{x0} = I_{z0} = I_{z1} = I_{z2} = 0$$
$$I_{y0} = I_{bT0} = -I_{aT0}; \; I_{y1} = \alpha\, I_{bT0}; \; I_{y2} = \alpha^2\, I_{bT0}.$$

Il sistema delle equazioni da risolvere si riduce al seguente:

$$(Z_{Md} + Z_{xd})\, (1 - \alpha^2)\, I_{x1} + (Z_{Ms} + Z_{xs})\, (1 - \alpha)\, I_{x2} - Z_{y0}\, I_{y0} - \alpha^2\, Z_{yd}\, I_{y1} - \alpha\, Z_{ys}\, I_{y2} = (1 - \alpha^2)\, E \qquad (1)$$

$$I_{x1} = I_{y1} + I_{aT0} = (\alpha - 1)\, I_{bT0} \qquad (2)$$

$$I_{x2} = I_{y2} + I_{aT0} = (\alpha^2 - 1)\, I_{bT0} \qquad (3)$$

Poichè I_{y0}, I_{y1}, I_{y2} si possono immediatamente esprimere in funzione di I_{bT0}, le incognite sono solamente tre e precisamente I_{x1}, I_{x2}, I_{bT0}; il sistema è perciò di soluzione immediata e le formule risolutive sono quelle riportate al N. 6 della Tabella I.

APPENDICE *B*

Applicazioni numeriche.

§ 1. Consideriamo una linea aperta ad una estremità, alimentata da un sistema generatore a neutro isolato, costituito da un alternatore e da un trasformatore; la fase *a*) sia messa francamente a terra alla estremità generatrice, la fase *b*) sia invece messa a terra alla estremità aperta (fig. 2).

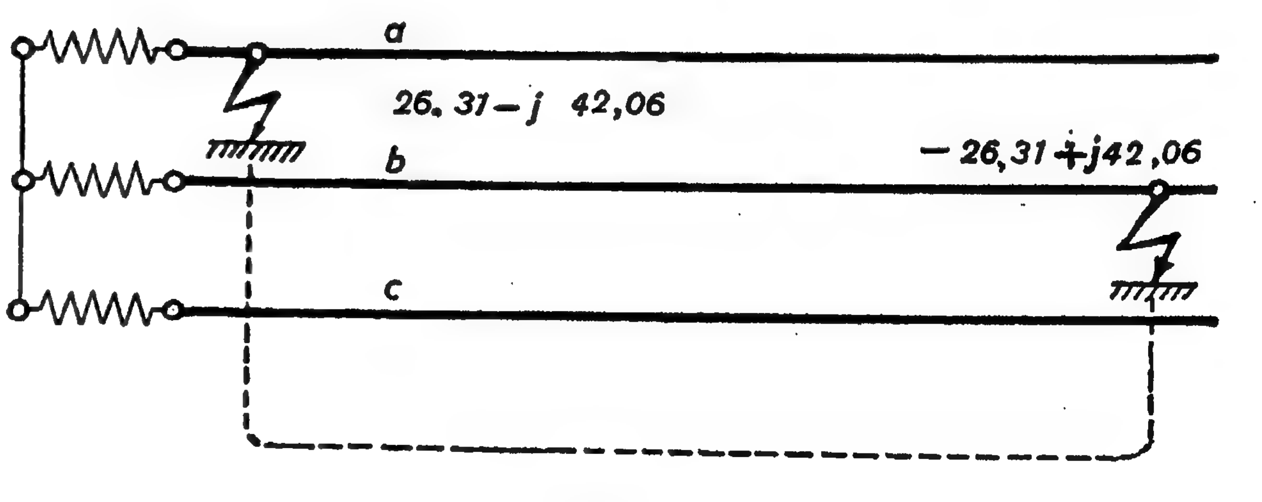


Fig. 2.

I dati caratteristici delle macchine e della linea sono:

Alternatore:

Potenza: 5000 kVA;
Collegamento delle fasi: a stella;
Tensione stellata normale: 5300 Volt;
Impedenza alle correnti di sequenza diretta: j 18 Ω;
Impedenza alle correnti di sequenza inversa: j 7,2 Ω.

Trasformatore (1):

Potenza: 12000 kVA;

Rapporto di trasformazione a vuoto: 7;

Impedenza, riportata sull'A. T., alle correnti di sequenza diretta: j 13,2 Ω;

Impedenza, riportata sull'A. T., alle correnti di sequenza inversa: j 13,2 Ω.

Linea :

Impedenza alle correnti di sequenza zero: $97+j\ 67$ Ω;

Impedenza alle correnti di sequenza diretta: $21+j\ 22$ Ω;

Impedenza alle correnti di sequenza inversa: $21+j\ 22$ Ω.

Riportando ora i dati di impedenza dell'alternatore sulla A. T., avremo, ricordando i simboli indicati al § 2:

$$Z_{Md} = j\ 894.2 \quad \Omega$$
$$Z_{Ms} = j\ 366.2 \quad »$$
$$Z_{xd} = 0 \quad »$$
$$Z_{xs} = 0 \quad »$$
$$Z_{y0} = 97 + j\ 67 \quad »$$
$$Z_{yd} = 21 + j\ 22 \quad »$$
$$Z_{ys} = 21 + j\ 22 \quad »$$

Si ha poi, dipendentemente dal rapporto di trasformazione ammesso:

$$E = 37.100 \text{ Volt.}$$

Applicando le formule N. 6 della Tabella 1 si ha:

$$\Delta = 139 + j\ 3892{,}3$$
$$I_{bT0} = -8{,}77 + j\ 14{,}02 \text{ A}$$
$$I_{x1} = 0{,}98 - j\ 28{,}6 \text{ A}$$
$$I_{x2} = 25{,}32 - j\ 13{,}4 \text{ A}$$
$$I_{aT0} = 8{,}77 - j\ 14{,}02 \text{ A}$$
$$I_{y0} = -8{,}77 + j\ 14{,}02 \text{ A}$$
$$I_{y1} = -7{,}78 - j\ 14{,}61 \text{ A}$$
$$I_{y2} = 16{,}55 + j\ 0{,}59 \text{ A}$$

Passando alle correnti effettive si ha:

$$I_{xa} = I_{aT} = 26{,}31 - j\ 42{,}06 \text{ A}$$
$$I_{xb} = I_{yb} = I_{bT} = -26{,}31 + j\ 42{,}06 \text{ A}$$
$$I_{xc} = I_{ya} = I_{yc} = 0.$$

Se avessimo trascurata anche la resistenza di linea, si sarebbero ottenute correnti poco diverse dalle precedenti, giacchè, ad esempio, la corrente I_{aT} avrebbe assunto il valore:

$$I_{aT} = 24{,}78 - j\ 42{,}9 \text{ A}$$

il cui modulo non differisce da quello relativo al valore precedentemente calcolato in maniera apprezzabile (meno dell'uno per mille). Ciò dipende dal fatto che nell'esempio eseguito, l'impedenza della linea è trascurabile di fronte a quella del sistema generatore. Siccome tali caratteristiche di macchina e di linea saranno conservate negli esempi seguenti, trascureremo in questi, senz'altro, la resistenza di fronte alla reattanza.

§ 2. Consideriamo ora il caso che il trasformatore del sistema generatore, collegato a stella sul primario e sul secondario, abbia il neutro direttamente a terra sull'A. T., mentre i neutri della macchina e del primario del trasformatore siano tra loro collegati con un quarto conduttore. Il trasformatore sia del tipo a flusso libero.

(1) Non è necessario fare qui menzione del collegamento delle fasi, nè del concatenamento del flusso, non essendo il trasformatore attraversato da corrente di sequenza zero.

Consideriamo per di più che la linea sia chiusa alla estremità ricevitrice su un trasformatore uguale al precedente, ma connesso a stella con neutro direttamente a terra sull'A. T., e a triangolo sul secondario.

Le caratteristiche delle macchine e della linea sono quelle considerate nel precedente esempio; ugualmente supporremo che il filo *a*) sia a terra all'estremità generatrice, il filo *b*) all'estremità ricevitrice. Lo schema quindi risulta quello della fig. 3.

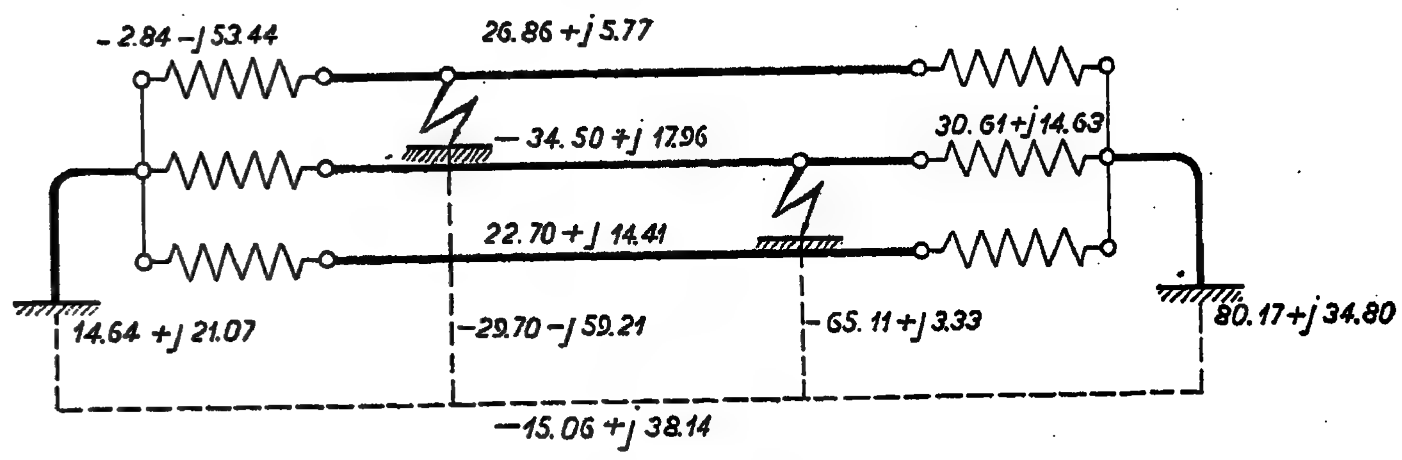


Fig. 3.

Dato il tipo di collegamento adottato per il sistema generatore, l'impedenza di questo alle correnti di sequenza zero è la somma di quella del trasformatore e di quella dell'alternatore, naturalmente riportata sull'A. T. Ora l'impedenza alle correnti di sequenza zero dell'alternatore, riportata sull'A. T., è pari a j 132 Ω: quella del trasformatore è di j 13,2 Ω; onde potremo scrivere:

$$Z_{M0} = j\ 145{,}2\ \Omega.$$

Per quanto riguarda l'impedenza alle correnti di sequenza zero del sistema ricevitore, si ha che il suo valore è nel nostro caso:

$$Z_{R0} = j\ 13{,}2,\ \Omega$$

cioè uguale all'impedenza di corto-circuito del solo trasformatore ricevitore; e ciò in dipendenza del tipo adottato per il collegamento delle fasi e per il concatenamento del flusso di tale trasformatore.

§ 3. Consideriamo dapprima il caso che il trasformatore ricevitore abbia il secondario aperto: in tal caso è evidente che l'impedenza che esso offre alle correnti di sequenza diretta ed inversa è quella che presenta a vuoto. Si può allora porre nel nostro caso:

$$Z_{Rd} = j\ 9550.\Omega$$
$$Z_{Rs} = j\ 9550.\Omega$$

Ricordando gli altri valori caratteristici di impedenze sopra riportati e osservando che nel nostro caso è:

$$Z_{x0} = Z_{xd} = Z_{xs} = Z_{z0} = Z_{zd} = Z_{zs} = Z_{RN} = Z_{MN} = 0,$$

con le formule segnate al n. 1 della Tabella I e le espressioni dei simboli segnate al n. 1 della Tabella II, si ha:

$$a_1 = -(25{,}6 + j\ 33{,}35) \cdot 10^3$$
$$b_1 = (10 + j\ 2{,}66) \cdot 10^3$$
$$c_1 = j\ 9{,}938 \cdot 10^3$$
$$d_1 = 0{,}26 - j\ 0{,}95$$
$$f_1 = j\ 145{,}2$$
$$g_1 = j\ 894{,}2$$
$$h_1 = j\ 366{,}2$$
$$m_1 = 1$$
$$A = j\ 225{,}4$$
$$B = j\ 80{,}2$$
$$C = j\ 13{,}2$$
$$D = j\ 9{,}466 \cdot 10^3$$
$$F = j\ 10{,}47 \cdot 10^3$$

$G = -(8{,}27 + j\,4{,}77) \cdot 10^{8}$

$S = -(336{,}2 + j\,194{,}1)$

$U = -14{,}7 + j\,98{,}4$

$V = 799 - j\,462{,}6$

$W = -(0{,}5 + j\,0{,}865)$

$\Delta = (-21{,}964 + j\,16{,}843) \cdot 10^{9}$

E quindi:

$I_{x0} = -4{,}88 - j\,7{,}02$ A

$I_{x1} = -j\,39{,}70$ »

$I_{x2} = 2{,}04 - j\,6{,}72$ »

$I_{aT0} = -9{,}90 - j\,19{,}74$ »

$I_{bT0} = -21{,}68 + j\,1{,}11$ »

$I_{y0} = 5{,}01 + j\,12{,}71$ »

$I_{y1} = 9{,}90 - j\,19{,}96$ »

$I_{y2} = 11{,}94 + j\,13{,}02$ »

$I_{z0} = 26{,}69 + j\,11{,}60$ »

$I_{z1} = 0{,}02 - j\,0{,}60$ »

$I_{z2} = 0{,}14 - j\,5{,}22$ »

Per le correnti effettive si ha:

$I_{xa} = -2{,}84 - j\,53{,}44$ A

$I_{xb} = -34{,}50 + j\,17{,}96$ »

$I_{xc} = 22{,}70 + j\,14{,}41$ »

$I_{ya} = 26{,}86 + j\,5{,}77$ »

$I_{yb} = -34{,}50 + j\,17{,}96$ »

$I_{yc} = 22{,}70 + j\,14{,}41$ »

$I_{za} = 26{,}86 + j\,5{,}77$ »

$I_{zb} = 30{,}61 + j\,14{,}63$ »

$I_{zc} = 22{,}70 + j\,14{,}41$ »

$I_{aT} = -29{,}70 - j\,59{,}21$ »

$I_{bT} = -65{,}11 + j\,3{,}33$ »

La distribuzione delle correnti in questo caso è segnata nella fig. 3.

§ 4. Nel caso invece che il trasformatore ricevitore abbia il secondario in corto-circuito, l'impedenza che esso offre alle correnti di sequenza diretta ed inversa è quella di corto-circuito. Si ha cioè:

$Z_{Rd} = j\,13{,}2$ Ω

$Z_{Rs} = j\,13{,}2$ »

Tutte le altre impedenze rimangono inalterate: adottando le stesse formule dell'esempio precedente si ha:

$a_1 = -(98{,}61 + j\,90{,}95)$.

$b_1 = 926{,}40 - j\,75{,}04$

$c_1 = j\,401{,}4$

$d_1 = -(0{,}081 + j\,0{,}997)$

$f_1 = j\,145{,}2$

$g_1 = j\,894{,}2$

$h_1 = j\,366{,}2$

$m_1 = 1$

$A = j\,225{,}4$

$B = j\,80{,}2$

$C = j\,13{,}2$

$D = j\,929{,}4$

$F = j\,35{,}2$

$G = -(11{,}4 + j\,6{,}6)$

$S = -(336{,}18 + j\,194{,}1)$

$U = -29{,}47 + j\,117{,}67$

$V = 1070{,}3 - j\,758{,}3$

$W = -(0{,}823 + j\,1{,}164)$

$\Delta = (-1{,}888 + j\,2{,}047) \cdot 10^{8}$

E quindi:

$I_{x0} = -0{,}85 - j\,3{,}80$ A

$I_{x1} = -j\,40{,}5$ »

$I_{x2} = 0{,}3 - j\,0{,}97$ »

$I_{aT0} = -1{,}10 - j\,1{,}11$ »

$I_{bT0} = -8 + j\,2$ »

$I_{y0} = 0{,}25 + j\,7{,}20$ »

$I_{y1} = 1{,}10 - j\,29{,}50$ »

$I_{y2} = 1{,}40 + j\,10{,}03$ »

$I_{z0} = 8{,}25 + j\,5$ »

$I_{z1} = -1{,}17 - j\,21{,}5$ »

$I_{z2} = -4{,}33 + j\,4{,}20$ »

Per le correnti effettive si ha:

$I_{xa} = -0{,}55 - j\,45{,}27$ A

$I_{xb} = -35{,}26 + j\,17{,}20$ »

$I_{xc} = 33{,}25 + j\,16{,}66$ »

$I_{ya} = 2{,}75 - j\,12{,}27$ »

$I_{yb} = -35{,}26 + j\,17{,}20$ »

$I_{yc} = 33{,}25 + j\,16{,}66$ »

$I_{za} = 2{,}75 - j\,12{,}27$ »

$I_{zb} = -11{,}40 + j\,11{,}20$ »

$I_{zc} = 33{,}25 + j\,16{,}66$ »

$I_{aT} = -3{,}30 - j\,33$ »

$I_{bT} = -23{,}86 + j\,6$ »

La distribuzione delle correnti, in questo caso, è segnata nella fig. 4.

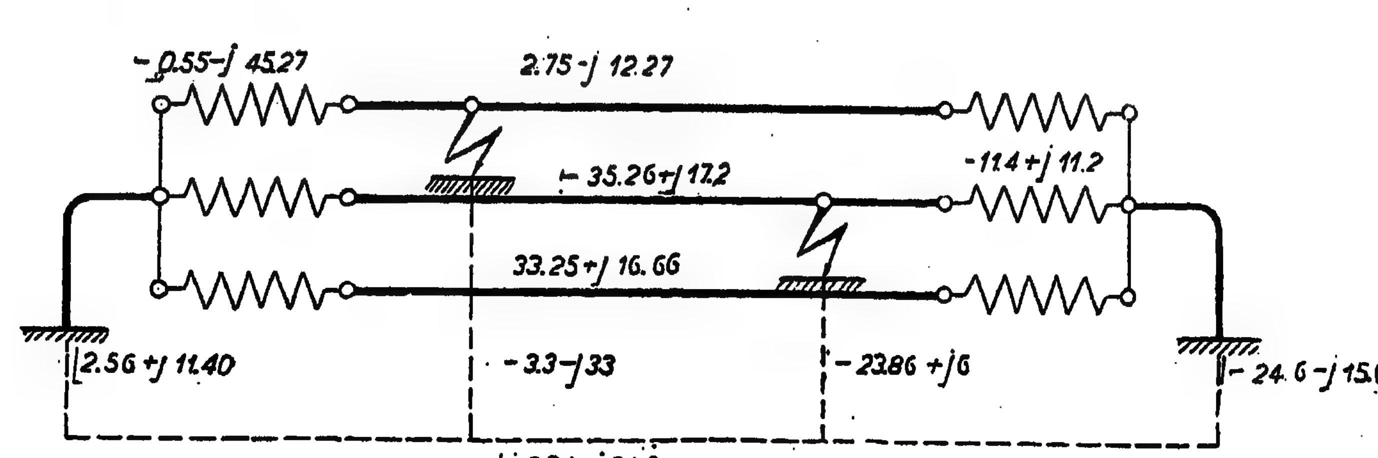


Fig. 4.

§ 5. Paragonando i risultati ottenuti nei due ultimi esempi, appare evidente la necessità di tener conto delle condizioni del carico di estremità: si deve notare infatti quale enorme differenza si riscontra nella distribuzione e nei valori delle correnti fluenti nei diversi rami della rete.

PROF. ING. B. FOCACCIA.

Ing. Diego Guicciardi

Studio del processo di sedimentazione in un dissabbiatore

Intorno al problema generale della chiarificazione delle acque e agli altri di varia natura ad esso strettamente legati, ho già avuto occasione d'intrattenermi in un precedente articolo (vedi « L'Energia Elettrica » Dicembre 1929), nel quale ho anche riferito intorno ai risultati ottenuti nelle mie ricerche di laboratorio, aventi lo scopo di studiare il moto di caduta dei grani di sabbia di varie dimensioni, in acqua corrente a diverse velocità.

Ma dopo un'attenta considerazione dell'argomento che mi ero proposto di studiare, delle ricerche eseguite dai varii studiosi che di esso si sono occupati anche sperimentalmente e delle conclusioni a cui mi avevano portato le mie ricerche di laboratorio, mi sono convinto che uno studio pratico del problema, non solo non poteva trascurare, ma bensì anzi doveva principalmente fondarsi sopra ricerche eseguite su opere reali, effettivamente in funzionamento.

Scelsi quale campo d'esperienza il dissabbiatore Dufour sito in località Perreres, facente parte di uno degli impianti che utilizzano l'energia idraulica del fiume Marmore e costruiti in questi ultimi anni dalla Società Idroelettrica Piemontese, alla quale, per la larghezza di mezzi, per i consigli ed aiuti coi quali essa favorì le mie ricerche, tengo a ripetere oggi il mio ringraziamento più vivo.

Prima di descrivere le esperienze effettuate e di esporre le conclusioni a cui esse m'hanno portato, darò qualche cenno sui vari strumenti adoperati, sopratutto soffermandomi su quello destinato al prelevamento dei campioni d'acqua da esaminare, del quale ho studiato i disegni e la costruzione ispirandomi ad un apparecchio più complicato e costoso di recente proposto dal R. Magistrato delle Acque.

Finora i varii esperimentatori che si proposero di prelevare dai corsi d'acqua dei campioni a varie profondità, si valsero di una bottiglia munita d'un tappo che, giunto il recipiente alla quota desiderata, veniva sollevato mediante una funicella permettendo il prelievo di una nota quantità di liquido da esaminare.

Questo sistema un po' primitivo non mi sembra rispondesse allo scopo cui era destinato. In generale il campione prelevato ad una certa profondità, dovrebbe rappresentare perfettamente le condizioni del corso d'acqua in quel punto, dovrebbe quasi essere ottenuto imprigionando improvvisamente una certa porzione della vena fluida, in condizioni di moto e di regime normale. L'ingombro prodotto dalla bottiglia e dal suo sostegno, il fatto che il campione viene prelevato provocando quasi un'aspirazione dal basso verso l'alto, accompagnata naturalmente da vortici e quindi da uno sconvolgimento della corrente in quel punto, non danno al campione assunto alcuna garanzia di rispondere a quei requisiti di realtà del fenomeno che sono indispensabili.

Per evitare tutti questi inconvenienti ho potuto far costruire, nell'officina meccanica della S. I. P. uno strumento che mi pare risponda assai bene allo scopo cui è destinato (fig. 1).

Si tratta di un cilindro d'ottone avente la lunghezza di 26 cm un diametro di 11 cm ed una capacità di litri 2,450 il quale viene disposto colle sue generatrici nel senso della corrente (fig. 2). Due dischi di chiusura, incernierati nella parte inferiore del

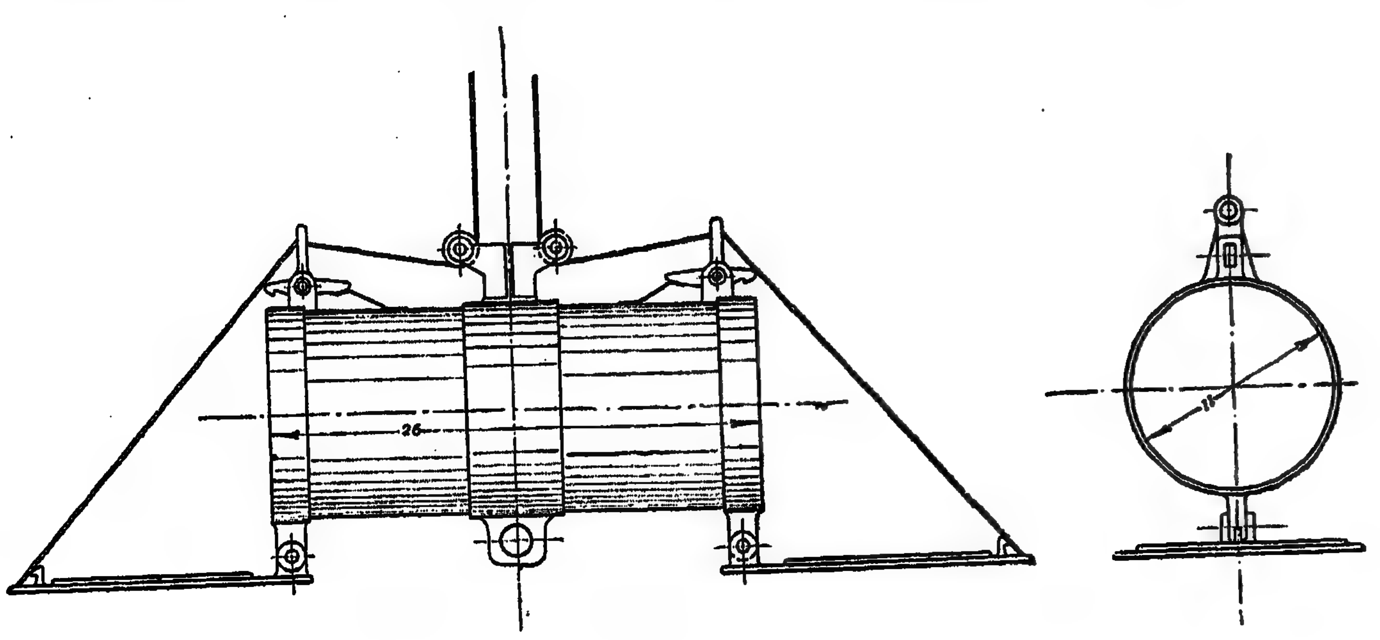


Fig. 1.

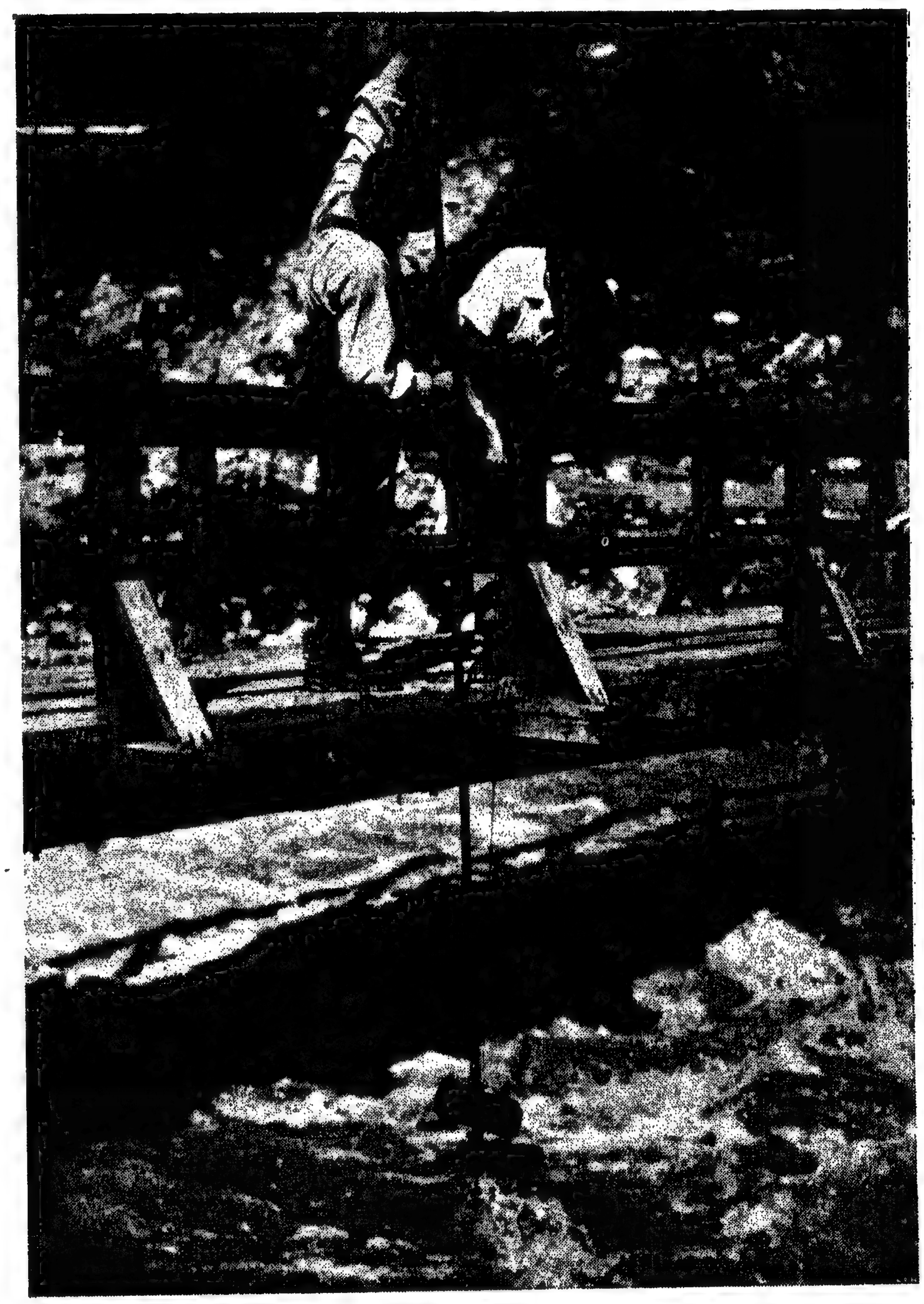


Fig. 2.

cilindro e muniti di una guarnizione in gomma che assicura una tenuta perfetta, possono venire, mediante una funicella guidata da opportuni rinvii, improvvisamente sollevati e trattenuti poi da un apposito sistema di ganci, imprigionando una quantità nota d'acqua che, sorpresa nel cilindro in condizione di moto regolare e normale, rappresenta con sufficiente esattezza le condizioni idrauliche nel punto di prelevamento.

Il cilindro può scorrere e fissarsi sopra un'asta graduata avente un diametro di un pollice, capace quindi di sostenerne il peso e di resistere senza deformarsi all'azione della corrente.

Per tutto il tempo che me ne sono valso, l'apparecchio ha funzionato perfettamente.

Poichè spesso nel corso di una sola esperienza era necessario il prelevamento di molte decine di campioni, mi preoccupò assai da principio l'ingente numero di recipienti che avrei dovuto procurarmi e risolsi il problema nel modo più pratico, se non già elegante, valendomi di circa 200 fiaschi. Per poter raccogliere completamente e nello stesso tempo rapidamente tutto il materiale solido contenuto nei campioni prelevati decisi di filtrarli uno per uno: i residui solidi poi insieme col filtro tarato, venivano asciugati mediante degli essiccatoi a stufa elettrica, fino a peso costante.

In una prima serie di esperienze che, oltre ad aver fine a sè stesse, avevano lo scopo di permettere la determinazione esatta delle caratteristiche della portata solida del torrente, che sarebbe stato più tardi campo di altre ricerche, cercai di determinare, prelevando ogni ora dei campioni d'acqua durante tutta la giornata, le leggi con cui varia la torbidità nelle successive ore del giorno, in relazione alle condizioni climatiche ed alle variazioni di temperatura dell'aria e dell'acqua.

I risultati di queste esperienze sono graficamente rappresentati nella fig. 3 nella quale le ascisse riportano le ore, le ordinate la torbidità espressa in grammi per litro e le temperature in gradi centigradi. Per una migliore comprensione del fenomeno accennerò che il torrente Marmore è alimentato dai ghiacciai che circondano il Monte Cervino e che lo sbarramento di Perreres, alla quota 1820, dove trovasi il luogo di misura, dista pochi chilometri dall'origine del torrente.

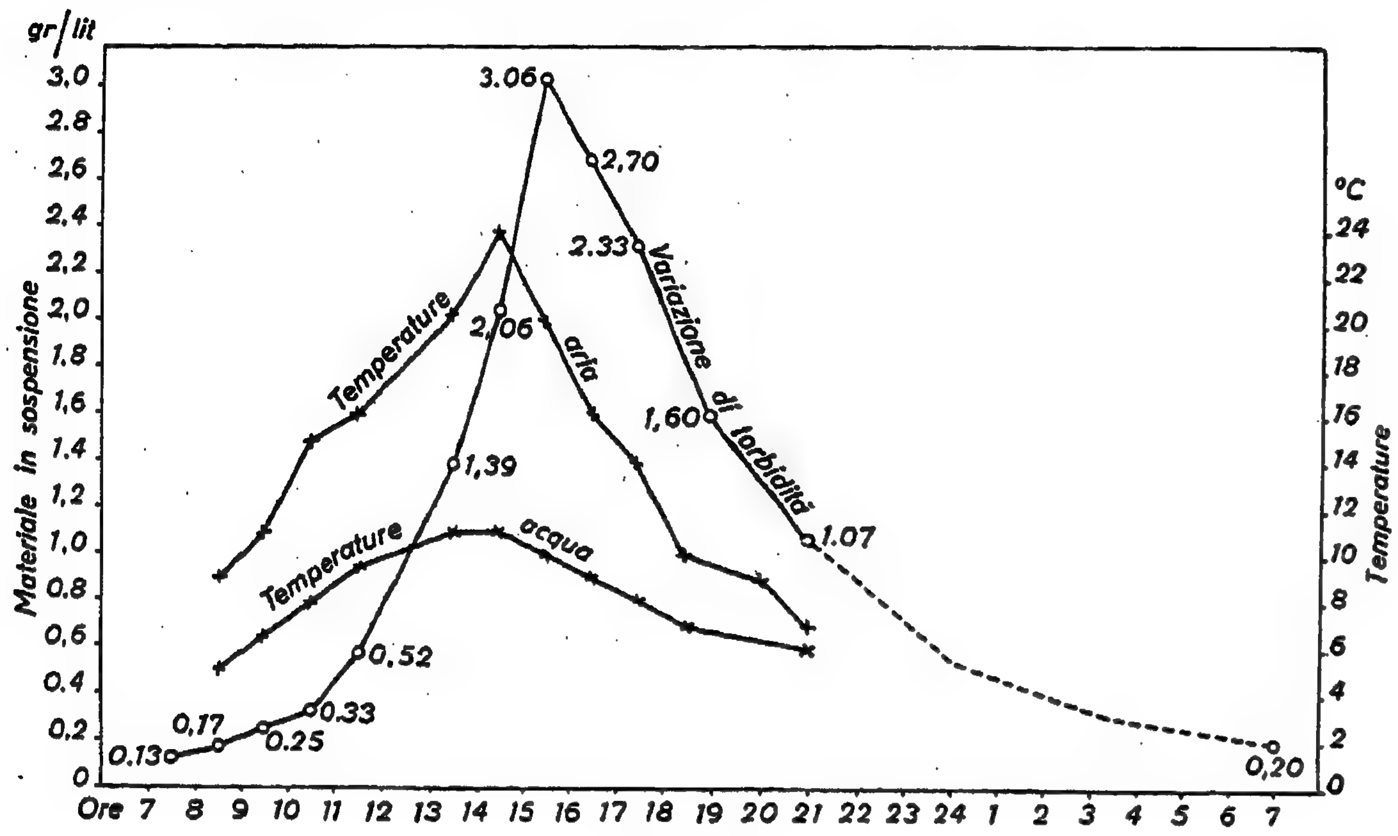


Fig. 3.

Dai risultati ottenuti si deduce immediatamente quanto il fenomeno sia accentuato e dentro quali vasti limiti oscilli nel corso di una giornata la portata solida trasportata dalle acque d'un torrente. Si nota così che la quantità di materiale trasportato in sospensione è apprezzabile, trattandosi di valori dell'ordine di grandezza di grammi per litro (massimo 3,06), che la punta giornaliera cade fra le ore 15 e 16 alla distanza di un'ora circa dalla più alta temperatura dell'aria, e che la variazione è rapidissima nel corso di una giornata.

Queste esperienze ed altre eseguite in giornate di condizioni climatiche diverse e sopratutto più costanti, dimostrano la grande influenza esercitata sulla portata solida dei torrenti d'origine glaciale, dalla temperatura dell'aria nella zona circostante alle sorgenti.

Le ricerche più delicate e più importanti, tendenti a studiare direttamente il moto di caduta dei grani di sabbia in una vasca di decantazione, richiesero un'accurata preparazione ed un impiego di personale e di mezzi abbastanza notevoli e furono quelle eseguite nel dissabbiatore Dufour di Perreres, già descritto nel precedente articolo sopracitato.

Gli studi preliminari sul grado di torbidità del torrente e sulla sua variazione nel corso della giornata, ed opportuni assaggi eseguiti nel dissabbiatore, mi convinsero della impossibilità di eseguire le ricerche che m'interessavano valendomi del grado di torbida normale del fiume, poichè questo, variando rapidissimamente, come già ho accennato, non mi avrebbe assicurato per tutte le ore in cui sarebbe durata l'esperienza, un deflusso solido sufficiente e costante. Fui quindi costretto a correggerlo artificialmente, introducendo, a monte del dissabbiatore, quantità di materiale stabilite in precedenza; effettuai inoltre l'esperimento in una giornata grigia con piccola escursione termica, e quindi con piccole variazioni naturali di torbidità.

Le indagini sperimentali eseguite compresero i seguenti punti:

misure di torbidità dell'acqua, con valutazione delle quantità e delle dimensioni delle particelle raccolte;

misure di velocità della corrente;

misure di portata in corrispondenza di una sezione trasversale del dissabbiatore.

Per non sperimentare in condizioni di regime troppo particolari, durante le prove tenni chiuso lo scarico del canaletto di spurgo del dissabbiatore.

In un primo tempo avevo deciso di ricercare la variazione di torbidità nel dissabbiatore sia in alcuni piani longitudinali, sia in altri trasversali, ma il programma dovette essere ridotto, chè da una preliminare serie di assaggi, apparve che sarebbe occorsa una quantità rilevante di materiale da introdurre per ottenere un'apprezzabile torbidità e la durata dell'esperienza avrebbe richiesto un tempo assai lungo, senza tener conto dell'ingente numero di recipienti necessari a contenere l'acqua prelevata.

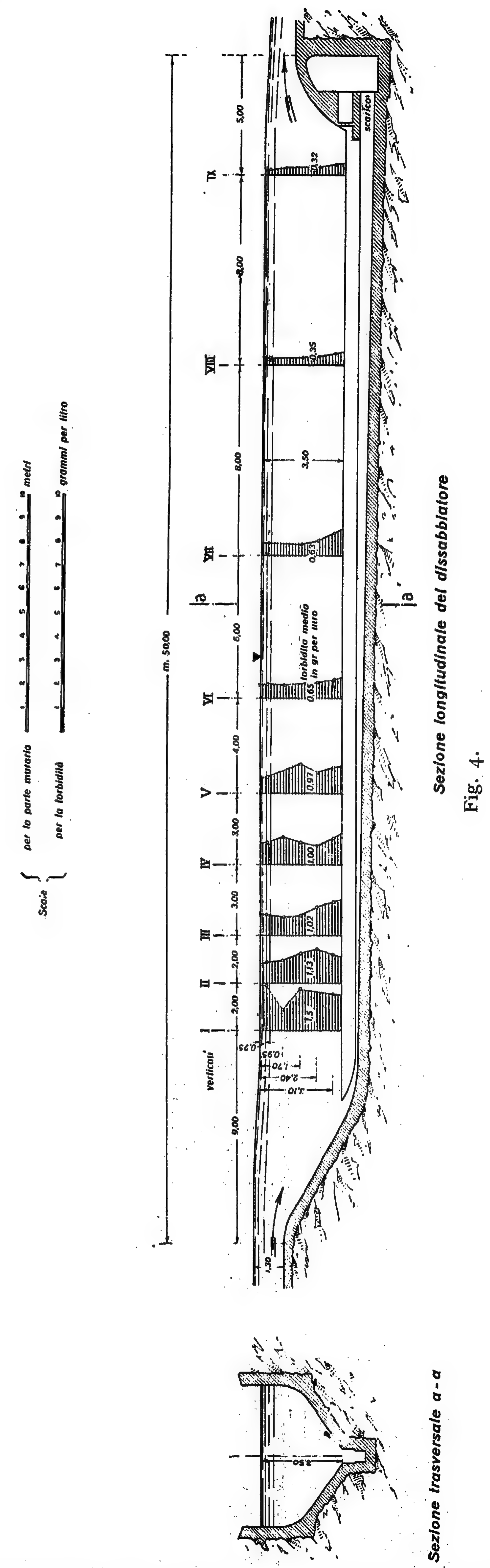


Fig. 4.

Venni così nel più ristretto indirizzo di limitare l'assunzione dei campioni al piano longitudinale di simmetria del dissabbiatore, in corrispondenza del quale corre, per tutta la lunghezza, una passerella che facilitò notevolmente l'effettuazione delle esperienze. Stabilii esattamente le nove sezioni verticali (contraddistinte in fig. 4 coi numeri romani) in cui le misure avreb-

bero avuto luogo, e supponendo che, nella decantazione, le particelle avrebbero percorso delle traiettorie assai fitte e inclinate nella prima parte della vasca e invece quasi asintotiche al fondo verso la fine di questa, le disposi a distanze sempre crescenti da monte verso valle.

In corrispondenza di ciascuna di esse vennero prelevati cinque campioni a diverse profondità come si può notare in figura.

I risultati ottenuti sono riportati nella citata fig. 4 ove, nel profilo longitudinale schematico del dissabbiatore ed in corrispondenza degli assi di prelevamento, sono tracciati i diagrammi di torbidità riportati nella scala di 1 cm = 1 gr per litro. L'osservazione del grafico dà adito ad alcune considerazioni.

In prossimità dell'immissione dell'acqua nel dissabbiatore, la variazione della torbidità è poco regolare per la presenza di accentuati moti vorticosi, tuttavia tra la prima e la terza verticale si nota già una prima chiarificazione dell'acqua, scendendo la torbidità media da 1,5 ‰ a 1,02 ‰.

Allontanandosi dalla verticale IV l'acqua tende ad assumere in un movimento prossimamente uniforme, come apparirà meglio dai diagrammi delle velocità, ed il deposito del materiale prosegue con regolarità nella direzione del moto mentre le particelle più grosse tendono via via ad accumularsi verso il basso. Così a 25 cm dalla superficie, la torbidità diminuisce da 0,9 ‰ (verticale IV) a 0,2 ‰ (verticale IX), mentre a m 3,10 di profondità risulta sensibilmente più elevata (1,1 ‰ alla verticale IV e 0,45 ‰ alla IX).

Per chiarire il fenomeno della decantazione era necessario conoscere la velocità dell'acqua nei punti di prelievo dei campioni e quindi nei giorni seguenti alle predette indagini, si proseguì a misure col mulinello entro il dissabbiatore, dopo averlo posto nelle identiche condizioni idrauliche.

Non fu cosa agevole effettuare queste misure, date le grandezze appena apprezzabili, con i mezzi ordinari, delle velocità in gioco che non superano in media i 10 cm al secondo. Tuttavia, dopo alcuni tentativi con mulinelli diversi, potei conseguire lo scopo impiegando un mulinello Amsler munito di telefono, col quale era possibile segnare il tempo impiegato dall'elica a compiere ogni giro. Le velocità massime misurate furono di 13 cm al secondo, e le minime di 4-5 cm al secondo, ed in verità si ebbero scarti di una certa entità, che costrinsero a ripetere più volte le stesse misure.

Nella fig. 5 sono tracciati i diagrammi delle velocità che interessano il piano longitudinale di simmetria del dissabbiatore.

In questo grafico si può notare che nelle prime verticali la distribuzione delle velocità è alterata dalla presenza dei già menzionati moti vorticosi, che hanno origine in corrispondenza delle griglie appositamente predisposte per dissipare l'energia cinetica della massa d'acqua. Occorre portarci ad oltre 20 m dall'imbocco del dissabbiatore per trovare un andamento meno incerto; difatti lungo le verticali VI, VII e VIII si osserva una certa uniformità di variazione dei diagrammi che lascia supporre regolarità di movimento dell'acqua. Sulla verticale IX il diagramma assume un particolare rigonfiamento a poco più di un metro di profondità, che va attribuito all'effetto di chiamata da parte del canale che si stacca 5 metri più a valle.

Nella sezione trasversale si osserva fino a 2 m circa sotto il livello liquido, una velocità praticamente costante su tutta la larghezza, con evidente vantaggio per la regolare decantazione delle particelle in sospensione, mentre estendendo l'esame alle velocità medie su tutta l'altezza d'acqua, si trovano valori sensibilmente più bassi ove questa è maggiore; in particolare si passa da 10,5 cm/sec al centro a (13÷13,5) cm/sec in prossimità delle sponde. A canale di spurgo funzionante però, suppongo che il richiamo d'acqua che si verifica in corrispondenza del fondo, provochi un certo aumento di velocità nelle zone centrali, estendendo quindi a tutta la sezione le condizioni di moto uniforme ideali. Non credo di andare lungi dalla realtà ritenendo che, a regime stabilito e fino a 2 m di profondità anche nelle sezioni trasversali delle verticali VI e VII e per un certo tratto oltre la VIII il movimento dell'acqua si svolga, come sopra, in condizioni di moto uniforme, in quanto la velocità mantiene un valore unico su tutti i punti di ogni singola traiettoria.

È quindi soltanto in corrispondenza di questa zona, che comprende un tratto assai breve del dissabbiatore (circa 20 metri su 50 cioè 1/2,5) che la decantazione dei grani può realmente ed efficacemente effettuarsi; tutta la parte a monte serve a per-

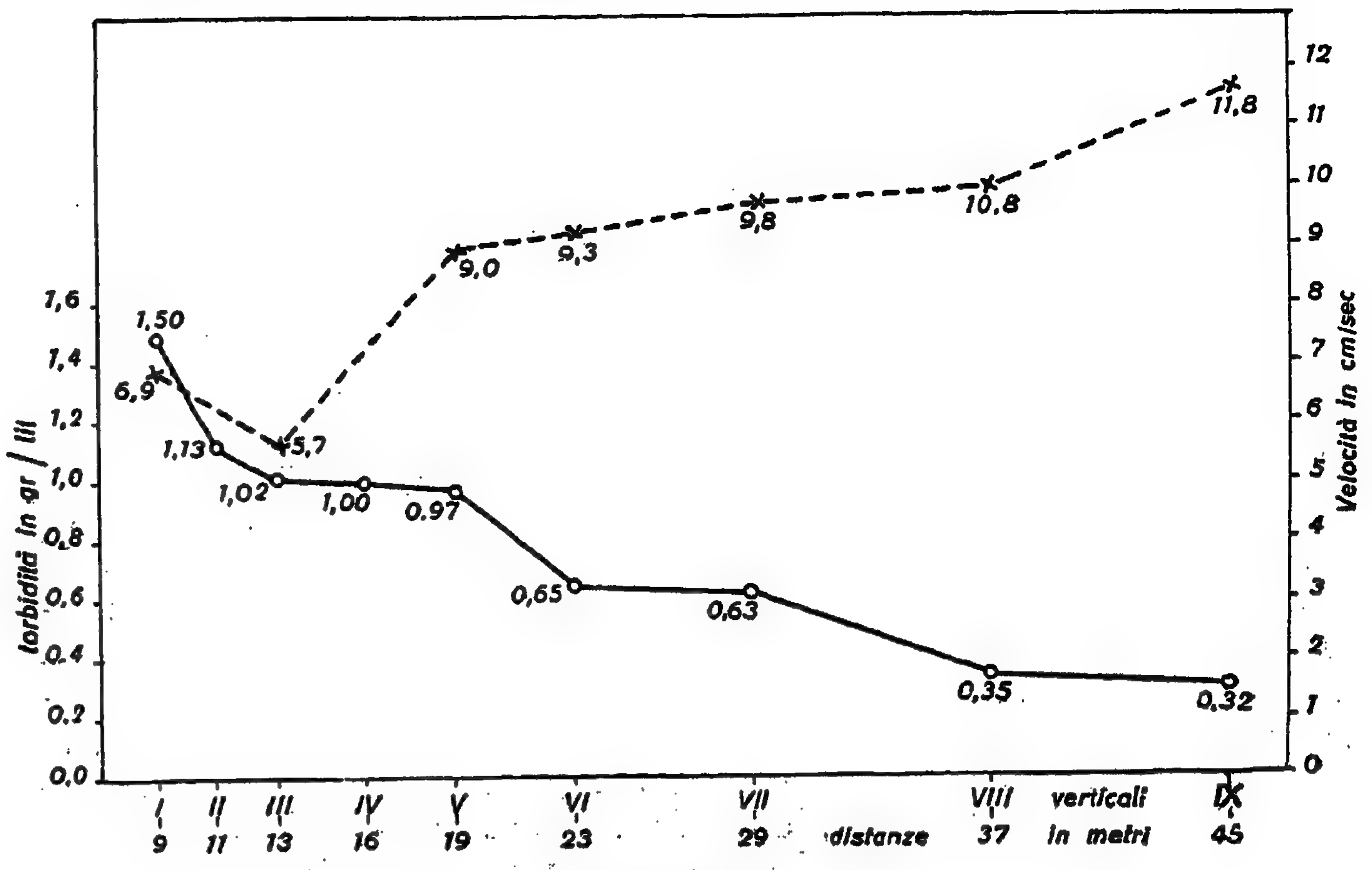


Fig. 6.

mettere all'acqua, agitata e sconvolta dallo scivolo e dalle griglie, a liberarsi dai moti vorticosi e ad assumere un moto più regolare, mentre quella a valle risente per lungo tratto della chiamata che si verifica all'imbocco del canale.

È questo un fatto di grandissima importanza, che è bene tenere presente, perchè anche su di essa si fonda una parte delle conclusioni che trarrò alla fine.

I risultati delle ricerche sulla torbidità e sulla velocità forniscono un grafico di un certo interesse che riporto nella fig. 6, nella quale le ascisse rappresentano le distanze progressive dall'imbocco del dissabbiatore e le ordinate le torbidità e le velocità medie sulle diverse verticali esaminate. Gli scarti apprezzabili sopratutto all'inizio ed alla fine del dissabbiatore, della velocità media che teoricamente, data la costanza della sezione, dovrebbe essere costante, sono probabilmente dovuti alla presenza dei già più volte menzionati moti secondari d'agitazione. Nei primi 13 m si nota una certa riduzione di velocità da 6,9 cm al secondo a 5,7 cm al secondo e ad essa si accompagna una diminuzione del materiale in sospensione da 1,5 a 1,02 gr per litro; successivamente in altri 6 m si ha un incremento sensibile della velocità media che passa da 5,7 a 9 cm al secondo, e in questo tratto la torbidità rimane praticamente invariata. Dalla verticale V alla VIII, in un intervallo di 18 m, la regolarità è notevole; le velocità medie salgono di poco ma gradualmente da 9 a 10 cm al secondo e la torbidità si riduce da 0,97 a 0,35 gr per litro. Oltre la verticale VIII vi è una lieve accelerazione nel moto ed il deposito delle particelle si riduce.

Come è già stato accennato, ogni campione di acqua prelevato, del volume di litri 2,450, venne filtrato ed il residuo essiccato e quindi pesato; per facilitare quest'ultima operazione si impiegarono filtri tarati.

Nei diagrammi di torbidità della fig. 5 i pesi sono riferiti ad un litro d'acqua e pertanto occorre moltiplicarli per 2,45 se si vuole conoscere la totale quantità di materiale esistente in un campione d'acqua; si riscontra così una scala di valori da 3,8 gr a 0,5 gr. Il peso specifico della sabbia raccolta è risultato approssimatamente di 5,7 tonn/m³.

Ogni campione di materiale fu passato attraverso i setacci aventi maglie di mm 0,36-0,5-1,0-1,5-2,0-3,0 e solo con lo scopo di stabilire l'elemento più grosso contenuto, non essendo possibile effettuare più dettagliate ricerche per mancanza di mezzi adatti.

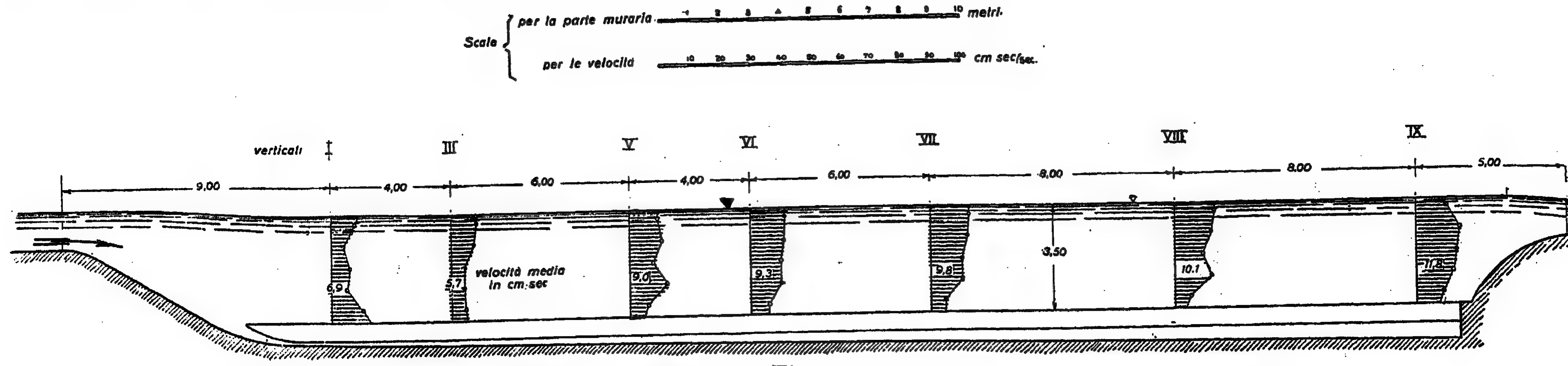


Fig. 5.

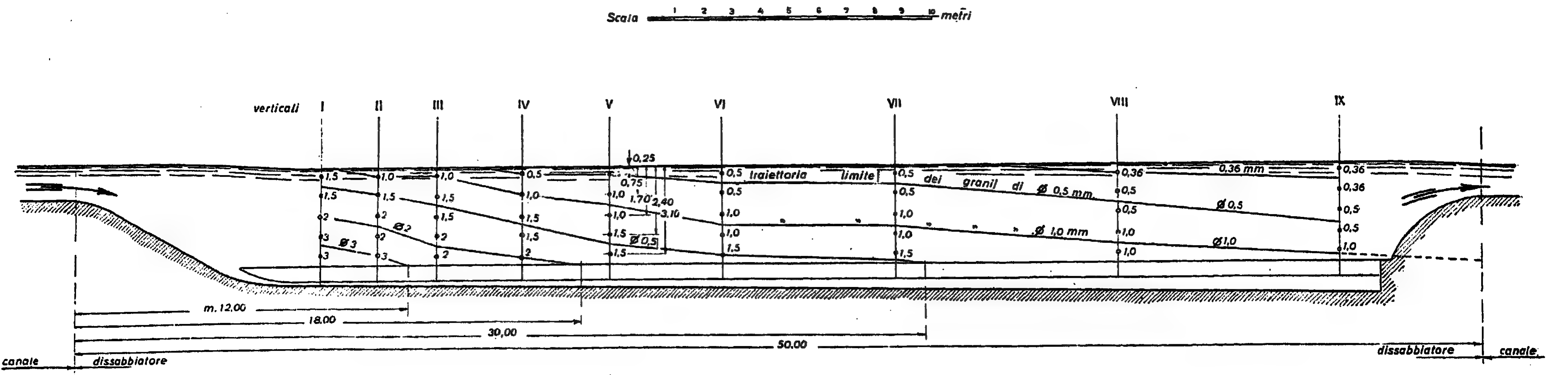


Fig. 7.

Tuttavia questa indagine qualitativa mi ha permesso di tracciare quelle che ho chiamato traiettorie limiti dei grani di sabbia che rappresentano la via più lunga che un grano di una data dimensione potrebbe percorrere nel dissabbiatore e stabiliscono il limite dell'esistenza dei grani di data grossezza, in quanto al disopra di essa non si trovano elementi con dimensione maggiore. Se, ad es. (fig 7) consideriamo la verticale V, si trova che nel campione prelevato a 25 cm sotto il livello liquido, gli elementi massimi, considerati come sferici, hanno un diametro di 0,5 mm, quelli dei due campioni sottostanti, presi a m 0,75 e 1,70 di profondità, presentano le dimensioni di 1 mm; i successivi 1,5 mm.

Un'ulteriore analisi del fenomeno permette di giungere ad una relazione tra le distanze di caduta e le dimensioni di particelle di sabbia, e ciò è riportato nella fig. 8 ove i risultati sperimentali appaiono abbastanza distribuiti lungo la curva di equazione

$$d = 19\, l^{-0,78}$$

(d = diametro in mm ed l = distanza in metri), almeno nel tratto compreso fra le ascisse corrispondenti a m 10,5 e m 50. Si può osservare che oltre i 50 m la discesa delle particelle si attenua notevolmente, e quindi la lunghezza utile del dissabbiatore, economicamente parlando, rimane sotto il limite suddetto.

Analizzando in definitiva come avviene nel dissabbiatore il fenomeno della chiarificazione dell'acqua, si può concludere come appresso:

All'imbocco del bacino, per la presenza dei diversi ordini di griglie, si producono violenti moti vorticosi con l'effetto di dissipare l'energia cinetica della massa, sicchè in breve viene ridotta la velocità della corrente ed i materiali più grossolani calano al fondo.

Questa prima decantazione si può ritenere avvenga entro 20 m in altri 20 m i moti secondarî perturbatori scompaiono ed il movimento tende a regolarizzarsi con caratteri evidenti di uniformità. È questo il tratto più efficace per la chiarificazione delle acque, poichè la tranquillità del moto permette le discesa delle particelle più minute. Negli ultimi 10 m la vicinanza del canale derivatore si fa risentire con un effetto di chiamata, che eleva la velocità media, ma ancora in questo percorso continua, seppur limitatamente, la sedimentazione delle particelle più minute.

Considerando quindi il dissabbiatore nel suo complesso cioè tenendo conto sia della parte centrale, realmente efficace agli effetti della decantazione, sia dei due tronchi estremi, la cui efficacia, come sopra ho accennato, è molto minore, vediamo come la lunghezza totale assegnata al dissabbiatore, per ottenere l'eliminazione di tutte le particelle di diametro superiore ai 0,4 mm, è di circa 50 metri.

È questa lunghezza veramente indispensabile, onde ottenere nell'acqua derivata, il desiderato grado di chiarificazione?

Appartengono realmente a questo ordine di grandezza, le dimensioni da assegnarsi ad una vasca di decantazione?

Alla risoluzione di questo problema era in sostanza destinato questo lavoro, e quello precedente nel quale la chiarificazione delle acque venne invece studiata in Laboratorio, allo scopo di determinare la legge di decantazione dei grani di sabbia in acqua corrente. La risposta sarebbe decisamente negativa se noi dovessimo applicare ai grani di sabbia che decantano in una vasca di calma la legge trovata in laboratorio.

Questa infatti attribuisce ai grani di sabbia quarzosa di 0,4 mm una velocità (V_p) di decantazione di 5,5 cm/sec; supposta una velocità (V_0) di regime nel dissabbiatore di 10 cm/sec ed un'altezza d'acqua (h) di 3,50 m, dalla proporzione $V_p : h = V_0 : x$ otteniamo che la lunghezza da assegnarsi al dissabbiatore, perchè all'inizio del canale i grani di 0,4 mm abbiano già toccato il fondo, sarebbe di m 6,36.

Si tratterebbe dunque di lunghezze di gran lunga inferiori a quelle correnti; ma anche se la differenza è tale da far supporre a prima vista irrealizzabili le condizioni di laboratorio, pure uno studio più attento di questo grande divario mi pare possa dare adito a qualche interessante deduzione.

Quali possono essere le cause principali delle divergenze ora accennate?

Oltre al fatto che la torbidità naturale del fiume, costituita da limo finissimo in sospensione, già per sè stessa aumenta, com'è noto, il tempo di decantazione dei grani, rispetto a quello necessario nell'acqua assolutamente limpida, tenuto pur conto che una certa differenza fra il fenomeno reale, in pratica, e quello ideale di laboratorio, può essere causata dal fatto, che nell'uno si verifica un moto di materiale in massa, mentre nell'altro ogni singolo grano venne separatamente e isolatamente osservato, io credo che la causa principale del divario si debba attribuire ad una sostanziale differenza di regime idraulico.

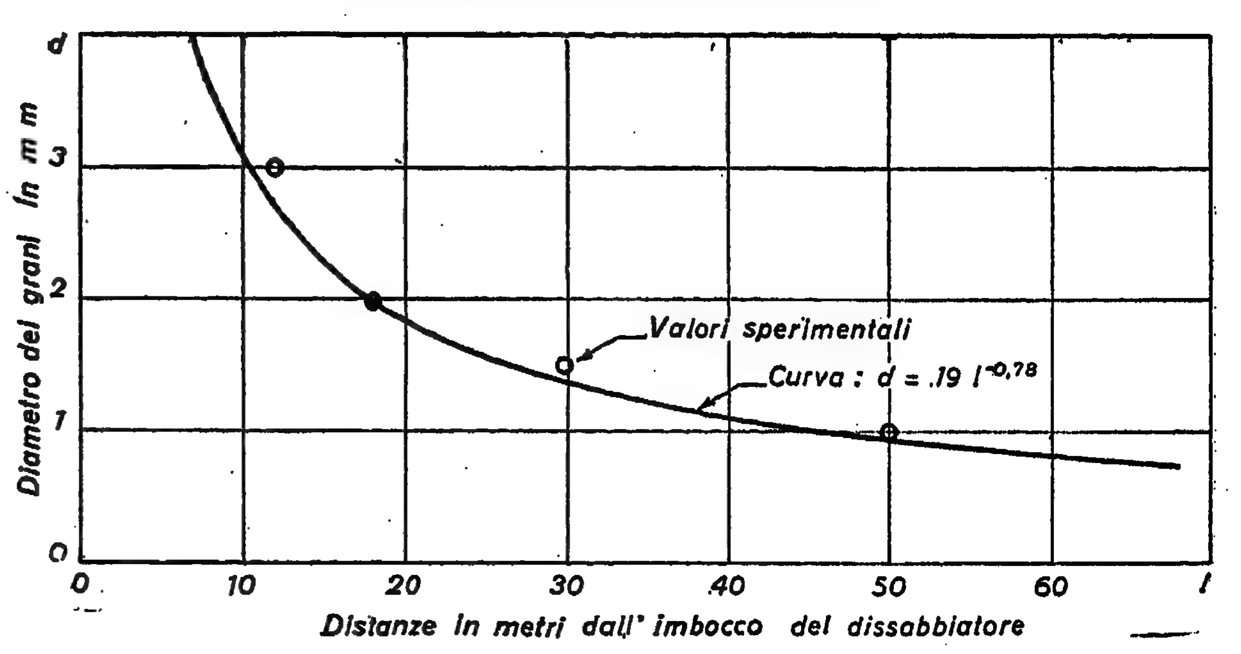


Fig. 8.

Infatti, da quanto si può desumere dalle misure di velocità eseguite nel dissabbiatore, non solo nelle zone estreme, ma bensì anche in quella centrale del dissabbiatore, in cui si sono riscontrate delle velocità quasi uniformi, il moto dell'acqua è ben lungi dall'essere quale si richiederebbe per rientrare nelle condizioni ideali, realizzate in laboratorio, d'una buona decantazione. Da una parte abbiamo infatti un dissabbiatore alle estremità del quale si verificano ancora notevolissimi moti turbolenti, e nella cui parte centrale si realizzano indubbiamente, anche se purtroppo non è stato possibile determinarli, dei moti secondari d'agitazione; dall'altra invece il campo d'esperienza è costituito da un tratto di canaletto, a sezione costante, con pareti di vetro, a regime uniforme, preceduto da parecchi metri di canale munito di griglie e di reti, che garantiscono una uniforme distribuzione della velocità nella sezione.

Così come stanno le cose, è impossibile richiedere, da ricerche effettuate in laboratorio, la risoluzione del problema mediante una regola generale.

È tuttavia certo che deve esistere un regime idraulico la cui pratica realizzazione consentirebbe una notevole riduzione delle dimensioni delle opere di decantazione. Resta a vedere in qual modo e sino in qual limite sia possibile realizzarlo tale regime.

La risoluzione del problema esula pertanto dal campo del moto della sabbia — sulla cui legge generale, quale si può dedurre da esperienze di laboratorio con un regime d'acqua ideale, mi pare vi sarebbe ormai poco di nuovo da indagare — per entrare in quello dell'idraulica pura.

Appare ad ogni modo evidente la necessità di ulteriori ricerche sopra opere reali di decantazione allo scopo di verificare se le sagome usate finora sono sufficientemente razionali o se invece è il caso di apportare sensibili modifiche (e quali) specialmente agli imbocchi dei dissabbiatori ove, come l'esperienza ha dimostrato, lo scivolo iniziale di raccordo ha un'influenza notevole sul regime idraulico dell'intero dissabbiatore e quindi sul processo di decantazione.

Sembrerebbe inoltre interessante indagare se quelle reti e quei diaframmi orizzontali, che danno risultati tanto soddisfacenti nei laboratorî sperimentali potessero trovare una utile applicazione pratica anche negli ordinari dissabbiatori.

Ing. DIEGO GUICCIARDI

FATTI E TESTIMONIANZE

UN INTERESSANTE DIBATTITO

Si deve preferire l'elettricità prodotta dalle nostre forze idrauliche o si deve preferire il carbone, per produrre la forza motrice? Il problema manifestamente non è semplice; e per risolverlo bene, bisogna *caso per caso* fare un'analisi accurata di tutti gli elementi, così da dare la preferenza alla soluzione più economica, anzi per dirla con frase quasi scientifica, alla soluzione che realizzi il massimo tornaconto.

Ciò che dice l'On. Giarratana

Su questo argomento l'On. Giarratana nel suo giornale *Il Popolo di Brescia* del 7 maggio, stampa quanto segue:

« Tutte le industrie devono aver riguardo alla bilancia com- « merciale, termine fisso e fondamentale di tutta l'economia, « perchè per vivere non si possono adoperare i ricostituenti « per un verso e svenarsi per l'altro.

« Hanno questo riguardo le industrie elettriche?

« Pare di no, perchè da parte loro si va predicando che non « conviene più fare dei serbatoi, ma è meglio produrre energia « col carbone.

« Il buon pubblico resta stupefatto.

« Gli hanno fatto credere fino a ieri mirabilia, perchè il « progresso idroelettrico voleva dire minor importazione di « carbone (qualcuno ha detto addirittura soppressione). Oggi « evidentemente abbiamo progredito tanto che bisogna ritor- « nare al carbone.... ».

Il parere contrario di S. E. Ciano

Nel recente persuasivo discorso al Senato, S. E. Ciano ha dichiarato invece quanto segue:

« Circa la richiesta d'elettrificazione di alcune importanti « linee s'avverta *che si tratta di un problema di natura economica « al quale non è possibile sottrarsi*. Nel 1919-20, quando era « Ministro il Senatore De Vito, si pagava il carbone 378 lire in « media per tonn. e l'energia elettrica 4,04 per kW-ora. D'al- « lora in poi le cose sono completamente cambiate, ed i prezzi « hanno notevolmente variato in senso inverso. Col carbone « a 135 lire la tonnellata, quanto all'incirca ci costa oggi, oc- « corre avere l'energia elettrica a 22 o 23 centesimi per conse- « guire il semplice pareggio della spesa per energia con la spesa « per combustibile. Poichè l'energia fornitaci nel 1928 e 1929 « ci è costata appunto centesimi 22.7 saremmo arrivati al « pareggio con la spesa di carbone. Ciò vuol dire che l'interesse « e l'ammortamento delle ingentissime spese cccorrenti debbono « essere ricavati dai vantaggi accessori della trazione elettrica « su quella a vapore, vantaggi che non possono compensare le « spese d'impianto se non quando si tratti di linee in condizioni « speciali per forti pendenze lunghe gallerie e traffico elevatis- « simo.

« L'On. De Vito nella sua Relazione si è preoccupato dell'au- « mento dell'onere per interessi delle somme fornite dal Tesoro « all'Amministrazione ferroviaria ed ha ricordato che una legge « consente di indennizzare le società private che elettrizzano « le loro linee: tale legge potrebbe applicarsi a favore delle « Ferrovie dello Stato, *ma è da considerarsi che l'onere rica- « drebbe ugualmente sul bilancio dello Stato*. In verità l'Ammini- « strazione delle Ferrovie persegue il programma di elettrifi- « cazione, ma con prudenza, date le non lievi difficoltà econo- « miche che esso presenta.... ».

Il nostro parere.

Forse non sarebbe necessario esporlo, ma noi pensiamo che dal punto di vista economico ciascuna azienda ha non soltanto il diritto ma il dovere assoluto di scegliere, fra diversi sistemi per ottenere un certo servizio o un certo prodotto, quello che costi meno all'azienda. In particolare poi diciamo che quando un industriale qualsiasi può, mediante per es. il motore Diesel, produrre la forza motrice occorrentegli a condizioni economiche per lui più vantaggiose di quelle che possa fargli il distributore di energia elettrica, quell'industriale ha non soltanto il diritto, *ma il dovere*, di ricorrere al motore Diesel.

Analogamente riteniamo che un'impresa produttrice e distributrice di energia elettrica, se si trovasse in condizioni da poter produrre termicamente l'energia occorrentele a condizioni di economia maggiore che non ricorrendo alla produzione idraulica, essa ha il dovere di scegliere il primo sistema e non il secondo.

La teoria che un'azienda debba fare il vantaggio della bilancia commerciale e più in generale il vantaggio degli altri *col danno proprio*, si deve rifiutare. Il meno che possa accadere agli amministratori di società anonime che si lasciassero lusingare da un simile modo di ragionare, potrebbe essere di trovarsi sul banco degli accusati, per aver sperperato i denari che furono loro affidati affinchè producano, non per perderli nel fare il vantaggio altrui.

A nostro parere, il risultato cui deve tendere ogni amministratore è un altro, quello cioè *di diminuire il costo della propria produzione*, perchè in questo modo, e soltanto in questo modo, egli riuscirà ad armonizzare gli interessi che gli sono affidati con gli interessi di coloro che acquistano il suo prodotto o utilizzano il suo servizio, cioè riuscirà in questo modo, ed in questo solo, a collaborare per la prosperità del Paese.

Quanto alla elettrificazione delle Ferrovie, essa come opera di Governo è fatta dalla Nazione, cioè è fatta, almeno teoricamente, col denaro di tutti. Se dunque i poteri responsabili giudicano che altri fattori, indipendentemente da quelli economici, consiglino l'elettrificazione delle ferrovie, si potrà dissentire nel merito, ma non si potrà disconoscere che almeno la soluzione non danneggia uno o parecchi individui a vantaggio di tutta una collettività, chè invece in questo caso il risultato, qualunque sia per essere, è ottenuto con lo sforzo e col concorso di tutti.

DIRITTO E GIURISPRUDENZA

SOMMINISTRAZIONE DI ENERGIA ELETTRICA

Fallimenti - Contratti continuativi.

MASSIMA

Col fallimento rimangono sospesi tutti i contratti continuativi che erano in corso col fallito e la massa non è tenuta al risarcimento dei danni per la anticipata risoluzione del contratto (1).

Se però la inadempienza al contratto (*nella specie, mancato pagamento del canone*) *si fosse verificata prima del fallimento in periodo non di cessazione dei pagamenti, la massa è tenuta al risarcimento dei danni* (2).

Applicazione al contratto di somministrazione di energia elettrica (3).

Appello Milano, 10-14 marzo 1930, Pres. Ronga P., Est. Tola, in causa Soc. An. per distribuzione di energia elettrica Ing. Banfi (avv. R. Frattini) c. Fallimento Angelini (avv. Giuseppe Grassi).

Fatto

Con sentenza del Tribunale di Milano in data 13 marzo 1929 veniva dichiarato il fallimento del Dr. Silvio Angelini. La S. A. per distribuzione di energia elettrica Ing. Banfi insinuava un suo credito per fornitura di elettricità di L. 36.119.05, che fu ammesso limitatamente a L. 6.977.25 riguardanti la energia consumata, e contestato per il residuo derivante da anticipata risoluzione del contratto. Nel giudizio di contestazione che seguì la società Banfi dichiarava però di essere incorsa in un errore nella propria dichiarazione di credito per aver ritenuto il contratto duraturo sino al 1933, mentre in effetti doveva durare soltanto fino al 1° gennaio 1930; e conseguentemente riduceva la parte di credito contestato a Lire 6956,40 in relazione al minimo di energia che l'Angelini erasi assunto di consumare. Il curatore anche dopo questa correzione manteneva la contestazione, negando che fossero derivati danni pel mancato adempimento dell'obbligazione del fallito. Questa eccezione venne accolta dal Tribunale con sentenza 17 ott.-7 nov. 1929 che rigettò la domanda di ammissione del credito chirografario dichiarato in L. 6.956.40 a titolo di risarcimento danni per anticipata rescissione del contratto.

Contro questa sentenza ha proposto appello la società An. Banfi.

Diritto

Il tribunale, affermando che l'anticipata risoluzione del contratto di fornitura di energia elettrica in seguito al fallimento dell'utente non dà luogo a risarcimento di danni a carico della massa fallimentare, non ha fatto che attenersi alla giurisprudenza oramai costante di questa Corte (Vedi fra le sentenze più recenti App. Milano 30 luglio e 22 giugno 1929 in *Mon. Trib.* 1930, pag. 142 e 143).

Le ragioni sono note e sono state egregiamente riassunte dal tribunale: la prevalenza sul diritto comune del diritto fallimentare di natura pubblicistica che s'ispira al rispetto della *par condicio creditorum;* la inapplicabilità dei principii che regolano la colpa contrattuale all'inadempimento per generica insolvenza del fallito; e la impossibilità di adempiere all'obbligazione in cui è posto dalla dichiarazione di fallimento il debitore che viene spossessato dei suoi beni di cui non ha più la disponibilità. Questi motivi, a tacere di altri, giustificano pienamente la decisione del tribunale.

Nè a diversa soluzione devesi pervenire sol perchè nella specie trattasi di un così detto contratto di somministrazione, che è pur esso un contratto continuativo, le cui prestazioni vengono eseguite a consegne ripartite dal somministrante ed a rate successive dall'utente.

In tal caso per la parte ineseguita a causa del fallimento il creditore inadempiente non ha diritto a risarcimento di danno.

Senonchè giustamente rileva l'appellante società che la inadempienza di cui trattasi non è conseguenza del fallimento e dello stato di generica insolvenza in cui venne a trovarsi il debitore dopo la sua dichiarazione di fallimento. Egli si rese inadempiente quando ancora aveva la libera disponibilità dei suoi beni, poichè circa sei mesi prima della data di dichiarazione di fallimento egli si rifiutò di pagare le rate scadute. Già sin d'allora, sia per i principi che valgono in materia di obbligazioni, sia per espressa pattuizione contenuta nell'art. 9 delle Condizioni Generali a stampa del contratto di fornitura, era sorto nella società il diritto al ristoro dei danni.

Soltanto se risultasse che a quell'epoca Silvio Angelini versava in istato di cessazione dei pagamenti si potrebbe dire che quel mancato pagamento delle rate già scadute fosse un epi sodio del suo stato di accertata insolvenza da includersi nel quadro generale del suo dissesto. In mancanza però di una determinazione speciale contenuta nella sentenza dichiarativa di fallimento o in altra posteriore, la cessazione dei pagamenti si reputa avvenuta nel giorno della sentenza che dichiara il fallimento (art. 704 cod. comm.).

Di conseguenza la inadempienza del debitore, che risale a data anteriore, deve considerarsi, non già come derivante dal naturale e generale scioglimento dei rapporti contrattuali che opera il fallimento, ma come derivante da una inadempienza specifica del debitore *in bonis*. Questa inadempienza, già sin dal suo verificarsi produttiva di danno, si ripercuote coi suoi effetti sulla massa, la quale succede nei debiti e nei crediti del fallito.

E non è necessario per la conservazione del diritto al ristoro dei danni che il creditore abbia fatto valere giudizialmente il suo credito e tanto meno che questo suo credito sia riconosciuto con sentenza prima della dichiarazione di fallimento. Nulla vieta, neppure la speciale procedura concorsuale, che la successiva declaratoria di danno avvenga nei confronti del fallimento. Ciò importa solo che la verifica del credito debba avvenire secondo quelle speciali norme di procedura di verifica.

Poichè il fallimento non contesta l'ammontare del danno esposto in L. 6977.25, pari al mancato guadagno che sarebbe spettato alla società se il contratto si fosse protratto sino alla scadenza della fornitura, devesi senz'altro tale somma ammettere al passivo chirografario del fallimento. Le spese del primo e del secondo giudizio, provocate dalla resistenza a tale domanda opposta dal fallimento, vanno poste a suo carico.

P. Q. M. (*omissis*).

NOTA

La sentenza della Corte di Milano che annotiamo riconferma la propria giurisprudenza di questi ultimi tempi, la quale contrasta ad altre notevoli e numerose decisioni, ultima fra di esse quella della Corte di appello di Torino in data 12 luglio 1929 pubblicata in questa *Rivista* anno 1930 a pag. 48, con richiami di precedenti giurisprudenziali.

Una delle ultime decisioni della Corte di Appello di Milano in data 22 giugno-23 luglio 1929 in una causa della stessa soc. Banfi contro il fall. Majer è stata pubblicata in questa *Rivista* a pag. 344. È notevole in detta sentenza la invocazione fatta del progetto di riforma del Codice di Commercio compilato dalla Sottocommissione Reale B. Per l'art. 774 del progetto, nel caso di contratti già eseguiti la parte non fallita si insinua al passivo del fallimento senza diritto al risarcimento dei danni che non siano già dovuti anteriormente. Nel caso di vendita non ancora eseguita, sebbene sia conservata al curatore la facoltà di subentrare o di sciogliersi, il venditore *in bonis* può consegnare la cosa insinuandosi per il prezzo (art. 775). Ma se la vendita è a consegne ripartite il venditore non ha questa facoltà, nè può far valere nel passivo il suo credito per il prezzo (art. 777 ultimo capoverso) e l'art. 778 dispone che le

regole sulla vendita ineseguita si applicano a tutti i contratti bilaterali quando la prestazione del fallito consista in denaro.

E al riguardo la Corte in detta sentenza così motivava: « Le quali disposizioni del progetto, compilato dal fiore dei « nostri cultori del diritto commerciale non sono innovatrici, « ma riassumono i risultati più sicuri e più accettabili della ela- « borazione dottrinale e giurisprudenziale maturata allo stato « attuale della legislazione nei rispetti della questione contro- versa », Il rilievo aveva certo notevole importanza nel determinare la convinzione della Corte; ma non si potrà negare che le disposizioni come sopra formulate nel progetto di riforma costituiscano una teorica se non innovatrice, per lo meno non pacificamente accolta dalla giurisprudenza e dalla dottrina.

Comunque, si tratta pur sempre, allo stato degli atti, di un progetto non ancora approvato; e potrebbe anche affermarsi che l'aver sentito il bisogno di un'apposita formulazione stia a significare che la tesi non fosse già compresa nelle precedenti disposizioni.

***

La sentenza però merita particolare attenzione per la risoluzione data all'altro quesito proposto al suo esame: quando cioè debba ritenersi che la inadempienza contrattuale dipenda esclusivamente dallo stato di decozione dell'utente, e quindi costituisca inesecuzione giustificata dalla situazione fallimentare con esonero dall'obbligo di corrispondere risarcimento dei danni.

A questo riguardo riportiamo quanto si è scritto nella comparsa presentata alla Corte nell'interesse dell'appellante soc. Banfi.

« Ma, se anche si volesse mantenere l'esame della controversia nei limiti in cui venne prospettata al Tribunale, occorre rilevare che la fattispecie attuale presenta una particolarità di fatto che può differenziarla dalle altre consimili che hanno formato oggetto di precedenti decisioni.

« Nel caso in esame risulta dall'estratto conto che si produce e dalla documentazione di causa (e del resto non è contestato) che la inadempienza contrattuale, la inesecuzione del contratto da parte dell'utente Angelini, si erano già verificate da parecchi mesi (dal settembre 1927) e cioè sei mesi prima della dichiarazione di fallimento. E col gennaio 1929 la soc. Banfi aveva sospeso la fornitura. Ora fin dal settembre 1928 l'utente Angelini era venuto meno all'obbligo del pagamento del canone mensile, così nella misura minima, come in quella rispondente al consumo risultante dagli apparecchi di misura.

« Al patto 9° delle condizioni generali è stipulata la clausola risolutiva espressa; in esecuzione di tale clausola, la soc. Banfi, dopo aver atteso parecchi mesi, nel gennaio 1929 sospese la fornitura. Le parti pertanto hanno dato luogo alla applicazione della clausola risolutiva.

« L'appellante società osservò al Tribunale che la tesi astratta non poteva trovare applicazione alla fattispecie, in quanto non si trattava di inadempienza successiva alla dichiarazione di fallimento, da imputarsi cioè esclusivamente alla massa e per essa al curatore; ma piuttosto di una inadempienza già verificatasi precedentemente, di guisa che il corrispondente credito per danni era già acquisito a favore della soc. Banfi prima che il fallimento fosse stato dichiarato; tale diritto venne fatto valere ritualmente con la proposizione al passivo chirografario del corrispondente credito.

« Non è poi argomento decisivo l'affermare, come fa la sentenza appellata, che la clausola risolutiva espressa da sola non valga a sciogliere il contratto ove non intervenga la sentenza dei giudici.

« La questione non era questa; la soc. Banfi non chiedeva la risoluzione del contratto; essa affermava solo che la inadempienza era anteriore alla dichiarazione di fallimento, era cioè imputabile all'utente *in bonis*, e che pertanto il credito suo, lo si considerasse credito per danni da inesecuzione, oppure credito per il pagamento del corrispettivo originariamente pattuito, era credito verso il fallito come persona non ancora spogliata dell'amministrazione dei beni e non già credito verso la massa ».

La sentenza della Corte, accogliendo sostanzialmente la tesi della soc. Banfi, dichiara che, perchè non sia fonte di danni, la inesecuzione debba dipendere esclusivamente dallo stato fallimentare; che se la inadempienza al contratto (nella specie, il mancato pagamento dei canoni) si fosse già verificata prima della dichiarazione di fallimento, quando ancora l'utente era *in bonis*, in tal caso dovrà andarsi in diverso avviso: in siffatta ipotesi la inadempienza non trova causa nel dissesto; essa fu un atto volontario dell'utente, il quale in tal modo vincolò il proprio patrimonio all'onere del risarcimento dei danni; corrispondentemente l'altro contraente acquisì il diritto a tale risarcimento.

Il fallimento che sopravviene trova uno stato di fatto e di diritto che esso non può modificare: l'obbligo del fallito diventa obbligo della massa che lo adempie in moneta fallimentare a differenza di quanto avrebbe fatto l'utente se non fosse fallito. E ancora è notevole la sentenza della Corte di Milano in quanto decide che a salvare tale diritto del fornitore non occorra la preesistenza nè di una citazione, nè tanto meno di una declaratoria da parte dell'autorità giudiziaria che tale diritto abbia già accertato. Afferma la Corte d'Appello di Milano che la inadempienza può essere accertata successivamente, anche nella procedura di verifica dei crediti, con le modalità della verifica stessa.

La decisione è assai importante, in quanto sino ad ora nelle precedenti sentenze questo punto della controversia non era stato sufficientemente delibato; chè anzi, si può dire fosse stato del tutto trascurato. Ora è evidente come nella maggior parte dei casi il fallimento non sia un fatto che sopravvenga improvvisamente nella azienda dell'utente; esso si preannuncia con manifestazioni assai significative: la più eloquente è costituita dalla difficoltà dell'esecuzione di quegli impegni che si traducono in pagamento di danaro.

Non vi è fallimento di utente di energia elettrica nel quale la azienda distributrice dell'energia non sia creditrice di qualche mensilità arretrata.

Ora, se il fallimento non venga retrodatato, in modo che l'epoca alla quale mancò il pagamento del canone non sia compresa nel periodo di cessazione dei pagamenti, secondo la tesi della sentenza annotata la inadempienza al contratto non è inadempienza della massa fallimentare.

Essa non dipende dalla decozione accertata dalla sentenza che dichiara il fallimento; ma è un atto volontario del debitore *in bonis*, e, come tale, porta quale conseguenza l'obbligo del risarcimento dei danni. Obbligo che la Corte di Appello di Milano nella fattispecie dichiara discendere dalle norme generali del diritto, ed anche dalle pattuizioni particolari del contratto di fornitura che conteneva questa clausola: « Il mancato pagamento darà facoltà al fornitore, otto giorni dopo la data dell'avviso rilasciato dagli esattori, di sospendere senz'altro e specialmente senza uopo di procedura giudiziale, perchè così convenuto per patto espresso, la fornitura dell'energia salvi i suoi diritti per il pagamento di quanto dovutogli e per la rifusione dei danni eventuali e delle maggiori spese di esazione e di mano d'opera nel caso venga sospesa e poi riattivata la fornitura ».

Non è quindi necessario che l'azienda si provveda con un'azione giudiziale non appena si avvertano le prime difficoltà dell'utente.

Specialmente in periodo di crisi generale, l'utente che avverte le prime difficoltà finanziarie, deve essere sorretto dai fornitori; primo fra questi, dall'impresa che fornisce l'energia: ora se fosse necessaria, per salvare il diritto ai danni, la proposizione di un'azione giudiziale, è evidente che la azienda così operando verrebbe accusata di precipitare la crisi finanziaria dell'utente verso la soluzione catastrofica, con danno dell'utente stesso e dell'economia generale. Invece la decisione della Corte permette che l'accertamento della inadempienza dell'utente venga fatto anche dopo la dichiarazione di fallimento: il mancato pagamento alla data pattuita costituisce già di per sè inesecuzione contrattuale. L'accertamento può essere fatto anche in sede di verifica dei crediti.

Concludendo, la tesi subordinata accolta dalla Corte di appello è sufficiente per garantire nella maggior parte dei casi il diritto al minimo impegnato nella ipotesi di fallimento dell'utente.

AVV. RODOLFO FRATTINI.

TRIBUTI

Tributi Comunali - Imposta sulle Industrie - Applicazione in misura eccedente il limite fissato dal R. D. 18 novembre 1923 n. 2538 - Necessità di notifica individuale (R. D. 30 dicembre 1923, n. 3045, art. 10; R. D.-Legge 20 ottobre 1925, n. 1944; art. 6; Reg. com. e prov. 12 febbraio 1911, n. 297, art. 121).

Consiglio di Stato, Sezione IV; decisione 30 dicembre 1929; Pres. De Vito, Est. Guglielminetti; COMUNE DI MILANO (Avv. Muggiani) c. SOCIETÀ GENERALE ITALIANA DI ELETTRICITÀ EDISON (Avv. Majno, Lessona) e PREFETTO DI MILANO.

Visto il ricorso, la memoria, il controricorso della Società intimata, e le note di udienza, e gli atti e documenti tutti di causa:

Udita all'udienza del 7 dicembre 1929 la relazione del Consigliere Guglielminetti;

Udite alla stessa udienza le orali deduzioni e conclusioni degli Avvocati Muggiani pel Comune ricorrente e Lessona per la resistente Società Gen. Italiana di Elettricità Edison;

Ritenuto in

FATTO

In data 12 agosto 1928 la Società Edison di Elettricità, ricorreva al Prefetto della Provincia di Milano per aver questi, in facoltà dell'art. 10 del R. D. 30 dicembre 1923, applicata l'imposta sull'industria in misura eccedente di L. 45.468,75 il limite fissato dall'art. 4 del R. D. 18 novembre 1923, n. 2538.

Il Prefetto di Milano con decreto 6 maggio 1929, in accoglimento di una pregiudiziale proposta dalla Società e senza entrare nel merito, disponeva che il Comune dovese notificare individualmente alla Società la imposizione dell'eccedenza rimettendo per tal modo in termine la Società stessa per un suo eventuale ricorso in merito, da svolgersi secondo la procedura ordinaria vigente in materia di applicazione di tributi locali.

Contro tale decisione il Comune di Milano ha prodotto ricorso al Consiglio di Stato in sede giurisdizionale, con atto notificato il 24 giugno 1929, tanto alla Società Edison, quanto al Prefetto di Milano, deducendo i seguenti motivi di gravame:

1º) *Incompetenza*, in quanto il provvedimento del Prefetto, come risulta dalle premesse del decreto, è derivato dal dubbio sull'applicabilità della legge e in tal caso il Prefetto doveva dichiarare la propria incompetenza e rimettere le parti avanti l'autorità giudiziaria perchè fosse risolta l'alternativa di diritto.

2º) *Eccesso di potere* perchè il provvedimento ordina un determinato atto formale (la notifica individuale) in un caso nel quale la legge non lo esige, avendo disposta in suo luogo altra forma di notificazione e cioè per affissione di bando. Il che è derivato dall'avere il Prefetto ritenuto tale eccedenza un tributo a sè stante, diverso dall'imposta sull'industria, mentre la eccedenza non è che la misura di applicabilità della stessa imposta sull'industria a quei contribuenti che si trovano in determinate condizioni. Si discute nel ricorso tale tesi con ampia documentazione di giurisprudenza, osservando che l'eccesso di potere si profila anche per essersi disposta la ripresa di un termine che non è mai decorso.

Si chiede infine la sospensione dell'impugnato provvedimento, che comporterebbe la restituzione già richiesta delle somme esatte per l'imposta sulla industria in misura eccedente il 3 % non solo alla Società, ma anche a tutti gli altri contribuenti che si trovano nella medesima condizione.

Si conclude chiedendo l'annullamento dell'impugnato decreto 6 maggio 1929 del Prefetto di Milano, ordinando nel frattempo la sospensione della esecuzione dei provvedimenti stessi, per la notifica individuale alla Società Edison e per la rimissione in termini della stessa come ivi indicato. Rifondersi poi al Comune le spese tutte del ricorso e relativo procedimento compresi gli onorari di patrocinio, oltre quelle della emananda decisione e successive occorrende.

Con decisione 12 luglio 1929, questo Collegio, riservata ogni pronunzia in rito, in merito e sulle spese, respinse la domanda di sospensione.

La Società Generale Italiana Edison di Elettricità costituitasi in giudizio ha presentato in data 18 agosto 1929 un controricorso per chiedere la reiezione della domanda di sospensione e del ricorso medesimo condannando il Comune di Milano nelle spese. Gli argomenti di confutazione dedotti in linea schematica nel controricorso poi sviluppati in una memoria della predetta Società in data 26 Novembre 1929 nella quale, premessa la esposizione dei fatti e richiamate le disposizioni legislative vigenti in materia e contenute nei R. D. 18 novembre 1923, n. 2538, 30 dicembre 1923, n. 3045, 4 gennaio 1925 n. 2, 20 ottobre 1925 n. 1944 e le circolari esplicative del Ministero delle Finanze, osserva che il Prefetto di Milano era investito di reclamo in base all'art. 121 del regolamento 12 febbraio 1911 per l'esecuzione della legge comunale e provinciale ed al conforme art. 23 del regolamento del Comune di Milano.

Del tutto insussistente quindi la censura di incompetenza secondo la quale il Prefetto, avrebbe dovuto rifiutarsi a pronunciare e rinviare all'autorità giudiziaria. Del pari infondata sarebbe la censura di eccesso di potere che si ridurrebbe a questo, di avere il Prefetto ordinata la notifica individuale in un caso non prescritto dalla Legge. Si tratterebbe quindi se mai di una violazione di legge, non denunciata nel ricorso.

Ma anche sotto tale profilo il gravame è destituito di fondamento. La regola generale è l'obbligo della notifica, quindi se una eccezione è fatta dalla legge questa eccezione non può interpretarsi che restrittivamente. Ora il testo della legge, dichiara la resistente, è chiarissimo e la sovrimposta sulle industrie può venire accertata e applicata provvisoriamente (per un quinquennio) come nel caso concreto, mediante riferimento alla sovrimposta fabbricati del 1922 (e questo è il cosidetto accertamento di eccedenza) il quale lungi dall'esser fatto in base ai ruoli dell'imposta di R. M. ne prescinde e può ecederlo, non avendo altro limite che la sovrimposta comunale sui fabbricati. Questo caso non è contemplato dalla disposizione eccezionale contenuta nell'art. 6 del R. D. 20 ottobre 1925, n. 1944 la quale dispensa i Comuni dalla notifica individuale nel solo caso nel quale l'accertamento avvenga in base ai ruoli dell'imposta mobiliare. Quindi in difetto di una esplicita eccezione si deve tornare alla regola generale; adottando la interpretazione del Comune sul detto art. 6 si giungerebbe alla conclusione che l'accertamento per eccedenza, non sarebbe previsto, nè nella prima parte dell'articolo nè nel capoverso, e in mancanza di norma esplicita, giusta l'art. 4 delle preleggi, dovrebbe tenersi fermo l'obbligo della notifica. Risalendo allo scopo della legge nessun caso meglio dell'odierno, che la resistente pone in luce nei suoi dettagli, potrebbe dimostrare come la complessità dell'accertamento per eccedenza e le controversie alle quali può dar luogo ripugnano ad un sistema automatico e sprovvisto di ogni garanzia di previa discussione sul merito.

Un accertamento così complicato come l'attuale giusta la dimostrazione data dalla resistente anche di errori, non poteva esser validamente fatto con la semplice notificazione di cartella esattoriale.

La affermazione del Comune che il Decreto Prefettizio ha restituito la Edison in un termine «che non è mai decorso e che nel caso concreto, non ha, secondo la legge, motivo di giustificazione alcuna» sembra voler dire che il termine per il previo reclamo amministrativo nella specie non decorreva in quanto mancava il diritto al reclamo, assunto sul quale questo Collegio, afferma la resistente, potrà trovare un ulteriore argomento per respingere il ricorso.

La R. Avv. Erariale Generale si è costituita in giudizio per il Prefetto di Milano, ma non ha prodotto memorie nè documenti.

Nell'udienza del 7 dicembre 1929 è comparso a mezzo del suo difensore il Comune di Milano che ha insistito nella tesi svolta nel suo ricorso e la Società Generale Italiana di Elettricità Edison che a mezzo del suo patrono ha confermate, svolgendole, le deduzioni già prospettate.

La Sezione osserva in

DIRITTO

L'oggetto del contendere è in sostanza una eccezione pregiudiziale di impugnativa del Decreto del Prefetto di Milano 6 maggio 1929 che si investe sotto un duplice profilo di incompetenza e di eccesso di potere.

In questi limiti deve essere contenuta la presente controversia.

Considerato pertanto che è pacifico che il Prefetto per l'art. 121 del Regolamento 12 febbraio 1911 per l'esecuzione della legge Comunale e Provinciale e 23 del Regolamento del Comune di Milano, ha competenza di pronunziarsi su ricorsi per omissione della prescritta notifica laddove si dimostri la infondatezza del 2º mezzo e cioè che nel caso concreto era necessaria la notificazione individuale, il primo motivo dedotto cadrebbe senz'altro poichè il Prefetto si sarebbe pronunziato su questione deferita al suo giudizio da speciale disposizione normativa.

La indagine quindi deve essere sopratutto rivolta alla risoluzione del secondo motivo di eccesso di potere.

Non è dubbio che nel nostro diritto positivo in materia tributaria la norma generale è quella della notifica individuale, l'eccezione la notifica per bando. La ragione è ovvia; pone in grado il contribuente di esprimere, prima della iscrizione a ruolo, i reclami in via amministrativa.

Il Prefetto di Milano si è trovato di fronte più che ad una incertezza ad una lacuna della legge, in quanto essa non dichiara in modo esplicito come debba provvedersi alla notifica per l'imposta di eccedenza. Egli quindi con un primo capoverso dell'impugnato decreto, risalendo ai principî generali di diritto, ha recisamente affermato che una norma di eccezione non può essere restrittivamente interpretata e non deve estendersi oltre i casi ed i limiti tassativamente indicati dalla legge senza vulnerare il principio giuridico fondamentale sancito dall'art. 4 delle preleggi.

Dopo tale recisa constatazione solo in linea subordinata e sussidiaria ha aggiunta una considerazione ispirata ad una gelosa tutela degli interessi del contribuente cui debbono essere lasciate integre tutte quelle garanzie che la legge gli concede a presidio di ogni suo buon diritto e cioè che, anche nel dubbio,

non apparirebbe equa e conveniente una deroga ad una norma generale in materia di imposizione di tributi. Ad escludere il fondamento della censura di eccesso di potere è sufficiente a questo Collegio rilevare che il Prefetto di Milano ha dato alla insorta questione di natura pregiudiziale e procedurale, quella soluzione che a rigor di logica e secondo i principî generali di diritto doveva esser data. Tale convincimento trae conforto dalle stesse disposizioni di legge.

Senza indugiarsi sugli argomenti addotti dalle parti nelle loro memorie circa la natura dell'imposta di eccedenza, sulla sua maggiore o minore difficoltà di applicazione, se ciò possa o meno avvenire automaticamente, questioni queste che possono servire di base ad una discussione di merito che esula dalla presente controversia, dalla dedotta impugnativa e che dovrebbero se mai in altra sede essere risolute, non v'ha dubbio che le disposizioni di cui ai primi due commi dell'art. 6 del R. D. L. 20 ottobre 1925 riguardano quegli oneri tributari per l'applicazione dell'imposta comunale sull'industria e dell'addizionale Provinciale, i cui ruoli possono esser formati in base al ruolo dell'imposta di R. M. cioè automaticamente, conoscendo l'aliquota.

Donde la conseguenza che non è necessario ricorrere alla notifica individuale, ma è sufficiente la notificazione per bando. Allorchè si tratti invece di redditi di un accertamento fatto provvisoriamente mediante riferimento alla sovrimposta fabbricati del 1922 (art. 10 R. D. 30 dicembre 1923, n. 3069) e non in base ai ruoli dell'imposta di R. M. in tal caso deve applicarsi o l'ultimo comma dell'art. 6 anzidetto o bisognerebbe ritenere che l'articolo stesso non abbia in alcun modo disciplinato la materia della notifica dell'imposta di eccedenza e quindi per l'art. 4 delle preleggi risalire al principio generale della notificazione individuale.

Da qualsiasi lato vogliasi pertanto esaminare la dedotta questione il provvedimento del Prefetto non merita censura e infondato appare il 2° motivo di gravame.

Senonchè, come già si è osservato, ammessa la necessità della notifica, cade di conseguenza anche il primo motivo.

Che per le spese appare equo compensarle.

P. Q. M.

Il Consiglio di Stato in sede giurisdizionale (Sezione Quarta) rigetta il ricorso del Comune di Milano, notificato il 24 giugno 1929 contro il decreto Prefettizio 6 maggio 1929 che invitava il Comune stesso a notificare individualmente alla Società Generale Italiana di Elettricità Edison la imposizione della eccedenza, oggetto della controversia rimettendo per tal modo in termini la Società stessa per un eventuale ricorso di merito.

Compensate le spese di giudizio.

Così deciso in Roma, addì 7 dicembre 1929 - VIII.

Pubblicata nei modi di legge all'udienza del 30-12-1929-VIII.

NOTA

La decisione sopra riportata, a malgrado di qualche lieve appunto che le si può muovere per la inesatta formulazione dei « *motivi* », merita plauso, non solo perchè rettamente conformatasi alle norme di diritto vigenti, ma anche perchè essa vuole significare l'autorevole adesione del Consiglio di Stato a un decreto prefettizio ispirato dalla rigida e gelosa tutela dei diritti della Società contribuente.

In sostanza, però, la pronunzia del Consiglio di Stato ha stabilito unicamente che la *eccedenza alla imposta industrie* va notificata con avviso individuale e non per affissione di bando. Sarebbe stato maggiormente elogiabile il Supremo Collegio se, uniformandosi alla opinione ripetutamente manifestata dal Ministero delle Finanze, organo massimo regolatore della materia, avesse trovato modo di dichiarare non solo l'irregolarità formale dell'accertamento, ma anche l'illiceità sostanziale da parte del Comune di pretendere qualsiasi eccedenza in casi come quello della Società ricorrente, nei quali il Comune ha già percepito di Imposta sulle Industrie *normale* una somma superiore alla Sovrimposta Fabbricati 1922.

Il Consiglio di Stato, poichè la questione demandata al suo giudizio rifletteva unicamente la procedura dell'accertamento, ha posto ogni cura, — pensiamo per uno scrupolo di correttezza — di tenersi estraneo alla risoluzione intima del quesito. Trincerandosi dietro l'affermazione generica che, nel caso, esulava dalla sua competenza il discutere sulla natura della imposta di eccedenza, sulla sua maggiore o minore difficoltà di applicazione, automatica o no, il Consiglio di Stato ha dichiarato che la questione di merito va risolta in altra sede.

Ci consta che il Comune ha provveduto a regolarizzare l'accertamento secondo il principio stabilito dalla decisione sopra riportata e ci consta pure che la Società ricorrente, nella certezza assoluta di veder trionfare le sue ragioni anche nel merito, ha già iniziato il consueto ciclo del reclamo in via amministrativa; riteniamo, però, che se il Consiglio di Stato, in omaggio alla legge ed alla equità, pur sconfinando dal suo obbligo preciso, avesse, previa constatazione dell'illegalità del sistema di accertamento, inclusa nella sua scorrevole ed armonica decisione una frase, un periodo, sonante censura alla ingiustificata pretesa del Comune di Milano, questi avrebbe desistito da un accertamento condannato fin dalla nascita da tanto autorevole consesso. Ad ogni modo, non sarà vano, poichè se ne presenta l'occasione, ricapitolare le numerose disposizioni legislative dalla cui interpretazione ha tratta origine la controversia attuale.

Il R. Decreto 18 novembre 1923 n. 2538 che istituì, con effetto dal 1° gennaio 1925, l'imposta sulle industrie a favore dei Comuni dispose (art. 4) che l'imposta Comunale debba essere applicata sul reddito netto per il quale il contribuente figura iscritto agli effetti dell'imposta di Ricchezza Mobile. Invece, nel caso di redditi esenti in virtù di legge speciale dall'imposta di Ricchezza Mobile (art. 5) la valutazione del reddito soggetto all'imposta sulle industrie è fatta dal Comune, salvo il diritto di ricorso, a norma dell'art. 23 dello stesso decreto. Inoltre, l'art. 7 autorizzò le Provincie ad applicare una addizionale provinciale all'imposta comunale sulle industrie.

Successivamente il R. D. 30 dicembre 1923 n. 3045, traducendo in norma legislativa il voto unanime degli interessati e degli studiosi, statuì che il reddito degli opifici industriali fosse stralciato a decorrere dal 1° gennaio 1925 dall'imposta Fabbricati e fosse invece assoggettato al tributo di R. M.

Si venne, così, a stabilire, e molto giustamente, che l'opificio industriale entra nell'organico complesso dei mezzi concorrenti alla produzione del reddito mobiliare.

Senonchè tale decreto dovette tener conto della situazione di disagio in cui sarebbero venuti a trovarsi alcuni Comuni, sedi di importanti opifici, per lo stralcio dell'Imposta Fabbricati e relativa Sovrimposta locale. Il Legislatore, per la preoccupazione che il bilancio di questi comuni, basato, si può dire, unicamente sulla riscossione della sovrimposta locale, dovesse essere irrimediabilmente compromesso dall'inaridirsi della unica fonte importante di reddito, dettò l'art. 10, che non sarà male riportare in extenso ancora una volta, visto che tutte le diatribe, tutti i contrasti fra Comuni e Contribuenti nascono dall'interpretazione delle sue poche righe:

« È data facoltà ai Comuni, nel cui territorio si trovino stabilimenti industriali, che siano stati stralciati dall'imposta fabbricati a norma del presente decreto, di applicare l'imposta sull'industria, in confronto dei rispettivi proprietari, in misura eccedente il limite fissato dall'art. 4 del R. decreto 18 novembre 1923, n. 2538 e *fino a concorrenza dell'ammontare di sovrimposta comunale gravante sopra ogni opificio per l'anno* 1922. Questa facoltà di eccedenza può essere esercitata per il periodo di un quinquennio, *con obbligo di riduzione proporzionale annua* fino a rientrare nei limiti imposti dal decreto predetto. L'eccedenza alla imposta sulla industria, di cui è autorizzata l'applicazione a norma del precedente comma, *deve essere detratta dall'ammontare complessivo della sovrimposta fabbricati* stabilita annualmente dal Comune che provvede all'applicazione dell'eccedenza stessa ».

A commento, riteniamo utile riferire semplicemente quanto è stato pubblicato dalla Associazione fra le Società Italiane per Azioni (Relazione alla Assemblea del 15 novembre 1929):

« Abbiamo ripetutamente accennato alle contestazioni sorte circa l'applicazione dell'art. 10 del R. D. 20 dicembre 1923: contestazioni risolute dal Ministero delle Finanze secondo la tesi da noi sostenuta, nel senso cioè che l'eccedenza all'imposta sulle industrie a carico dei proprietari di stabilimenti industriali stralciati dall'imposta fabbricati, di cui al detto articolo, potesse consistere solo nell'eventuale differenza tra la cessata sovrimposta e l'importo normale dell'imposta sulle industrie. Siamo lieti che tale esatta interpretazione della legge, la quale ha avuto anche il consenso della Magistratura, sia stata tenuta ferma dal Ministero nonostante le tenaci opposizioni dei Comuni interessati: talchè anche questi si sono, nella grandissima maggioranza, adattati a quello che ormai può dirsi uno *jus receptum* ».

È certo, quindi, che i Comuni i quali si affannano a compilare matricole basandole su calcoli chimerici contrarî oltre che al buon senso alla opinione degli alti funzionarî dal Ministero preposti al supremo governo della materia, vedranno inesorabilmente condannati i loro illegali conati.

Una ulteriore disposizione (R. D. 4 gennaio 1925 n. 2) diede facoltà alle Provincie di applicare l'addizionale provinciale anche quando i Comuni, o per aver conservata la vecchia tassa d'esercizio o per un'altra ragione qualsiasi, non avessero applicata l'imposta comunale sulle industrie.

Con l'art. 4 di tale decreto fu sancita una importante disposizione *innovativa*: fu autorizzata, cioè, la Provincia, in caso di applicazione dell'addizionale con ruoli propri, *a notificare l'accertamento ai contribuenti già iscritti nei ruoli dell'imposta di ricchezza mobile con avvisi pubblicati all'albo Pretorio di ogni Comune ed affisso in luoghi pubblici.*

E la Circolare Ministeriale del 24 gennaio 1925 n. 230 confermò — se pure ce n'era bisogno — che l'addizionale provinciale, commisurandosi in modo automatico ai redditi già accertati agli effetti dell'imposta di Ricchezza Mobile e non suscettibili di discussione, non determinava la necessità di costringere l'amministrazione provinciale al vasto lavoro di notifica individuale ai numerosissimi contribuenti della Provincia, quando ogni contribuente, conoscendo già il proprio reddito di R. M. può senz'altro presumere la misura del tributo che gli è addebitata dalla Provincia in base alla aliquota fissata.

Pertanto — precisava la Circolare — *l'art. 4 del R. D. L. 4 gennaio 1925 n. 2 dispone che la notifica dell'accertamento si intende avvenuta ad ogni effetto con la pubblicazione di avvisi all'albo Pretorio coi quali si renda nota l'istituzione dell'addizionale e l'aliquota relativa.*

Ben presto (R. D. 20 ottobre 1925 n. 1944) fu concesso ai Comuni di estendere tale sbrigativo sistema di accertamento, per le medesime evidenti ragioni di semplificazione del servizio, alla imposta *Comunale* sulle industrie.

L'art. 6 del Decreto di concessione recita:

« Per l'applicazione della imposta comunale sulla industria « e della addizionale provinciale alla imposta stessa, la *notifi-« cazione dell'accertamento ai contribuenti, già iscritti nei ruoli « della imposta di ricchezza mobile, potrà essere fatta con avvisi « pubblicati all'albo Pretorio di ogni comune ed affissi in luoghi « pubblici*, con i quali si renda nota rispettivamente l'istitu-« zione della imposta comunale e della addizionale provinciale « *con l'indicazione delle aliquote relative.*

« I ruoli dell'imposta sulla industria e della addizionale pro-« vinciale per i contribuenti indicati al precedente comma pos-« sono esser formati in base al ruolo della imposta di ricchezza « mobile, senza che occorra la compilazione e pubblicazione « della matricola, di cui all'art. 121 del regolamento per l'ese-« cuzione della legge comunale e provinciale approvato con « R. Decreto 12 febbraio 1911, n. 297. Rimane fermo l'obbligo « di procedere all'accertamento ed alla notificazione individuale, « alla formazione e pubblicazione della matricola, per i redditi « soggetti alla imposta sulla industria ed alla addizionale pro-« vinciale, la cui valutazione viene fatta dal Comune o dalla « Provincia ai sensi dell'art. 5 del R. Decreto 18 novembre 1923, « n. 2538, e dell'art. 1 del R. Decreto-Legge 4 gennaio 1925, n.2 ».

E il Ministero delle Finanze, come di consueto, con la circolare 30 dicembre 1925, n. 3 curò di spiegare il significato e le modalità del nuovo sommario sistema applicabile anche dai Comuni.

Queste, in succinto, le norme regolanti la materia.

Il problema posto al Consiglio di Stato era di decidere se l'eccedenza alla imposta comunale sulle industrie debba essere notificata per avviso individuale o per bando.

Il Consiglio di Stato ha rilevato che il caso dell'eccedenza non è contemplato esplicitamente nelle norme di legge ed ha concluso con l'affermare che il Prefetto di Milano si è trovato di fronte a una «*lacuna*» della Legge.

Con tutto l'ossequio dovuto al Supremo Collegio ci permettiamo di dissentire da questa affermazione.

È vero che il Legislatore non ha dedicato speciali parole alla notifica dell'eccedenza, ma tale constatazione non è sufficiente a sentenziare che esiste una *lacuna* nel senso di *mancanza*, di *difetto* della legge.

Delle due una: o la notifica dell'eccedenza rientra nelle disposizioni generali che regolano gli accertamenti delle imposte Comunali (art. 121 del Regolamento 12 febbraio 1911, n. 297), o essa rientra nelle norme speciali che abbiamo sopra elencate.

Il Legislatore ha voluto prendere di mira una sola ipotesi, l'ipotesi che i redditi da assoggettarsi al tributo comunale fossero già stati precedentemente iscritti nei ruoli della imposta di Ricchezza Mobile.

La disposizione è di carattere eccezionale e non si può estendere per l'art. 4 delle Preleggi ad altri casi. Conserva pieno imperio, quindi, la norma comune che comporta la notifica a mezzo di avviso individuale.

Però, anche il riferimento all'art. 4 delle Preleggi non escludeva l'esame di quello che — a nostro modesto parere — era il *punctum saliens* della questione; stabilire, cioè la natura giuridica della imposta di eccedenza e fissare se essa si identifica colla imposta sulla industria normale oppure no.

Se la imposta di eccedenza avesse avuta la stessa origine, lo stesso fine, gli stessi criteri di applicazione, in una parola, la stessa *conformazione* della imposta normale sulle industrie, nessun dubbio che la notifica per bando sarebbe stata sufficiente. Ma l'eccedenza promana da un concetto del Legislatore completamente diverso, tende a sanare una perdita di carattere contingente e transeunte, riveste un carattere di provvisorietà, tutti elementi che la rendono giuridicamente inconfondibile con la imposta sulle industrie *normale*. Questa è di carattere meccanico e automatico ed è basata sopra risultanze definitive non suscettibili di reclamo, l'imposta di eccedenza, invece, ricollegandosi alla Sovrimposta Fabbricati del 1922, dovendo tener conto delle detrazioni stabilite dall'art. 10 del R. D. 30 dicembre 1923, n. 3045, genera una situazione di diritto tutt'affatto speciale.

Il Comune di Milano, ad esempio, per dare una base ai suoi accertamenti di eccedenza ha instaurati parecchi macchinosi calcoli aritmetici, capaci persino di far rivivere taumaturgicamente un tributo erariale soppresso per legge fin dal 1925!

Il Consiglio di Stato se avesse voluto rilevare la differenza, secondo noi essenziale, nella natura giuridica delle due specie di tributo, avrebbe dovuto affermare che il caso in esame non era *identico* a quello risolto nell'art. 6 del Decreto più volte citato.

E poichè tale decreto rappresenta un provvedimento di carattere eccezionale, il caso della Società ricorrente rientra nelle disposizioni generali del Regolamento della Legge Comunale e Provinciale.

Traendo le conclusioni, vogliamo constatare che la Società inoltrando la sua istanza contro il ruolo al Prefetto nei termini di legge, operò molto opportunamente; se avesse, invece, ricorso alla Commissione Comunale per i tributi locali — e pare che a Milano qualche contribuente abbia agito così — poteva incappare in una dichiarazione di *incompetenza* da parte della Commissione Comunale, la quale, rimettendo la risoluzione all'Autorità Giudiziaria, veniva a privare la Società di due stadi del giudizio (Commissione Comunale e Giunta Provinciale Amministrativa).

Sarà interessante osservare come si comporteranno i giudici togati di fronte al responso non tentennante del Consiglio di Stato; procureremo, a suo tempo, di informarne i lettori.

Concludiamo, però, con l'augurio che «*la facoltà di formare « e approvare nuove disposizioni di legge per la Finanza locale e « ordinarle in un unico testo, con quelle vigenti*» chiesta con un disegno di legge presentato in data 17 maggio corrente anno dall'On. Ministro delle Finanze alla Camera dei Deputati e chiarita nel discorso dallo stesso On. Ministro tenuto il 1 giugno corrente, contempli pure la definitiva sistemazione dell'imposta di eccedenza, la quale è spesso malamente applicata e grava ingiustamente i contribuenti proprietari di opifici industriali.

Dott. Mario Chiavassa.

PRASSI AMMINISTRATIVA

Nella presente rubrica vengono riassunti principii, che hanno carattere generale, ma che vengono affermati dalla giurisprudenza o dalla stessa Pubblica Amministrazione in occasione di specifici provvedimenti amministrativi in materia attinente a derivazioni di acque pubbliche a scopo di produzione di energia elettrica o di provvedimenti relativi a servitù di elettrodotto, concessioni di sussidi a impianti e linee elettriche, laghi e serbatoi artificiali etc. La massima viene desunta dal testo di sentenza o decisione e dal decreto, e dal relativo parere del Consiglio dei L. L. P. P. La ricerca del provvedimento testuale è resa possibile ai lettori colle indicazioni della decisione o sentenza — che vengono indicate per ciascuna massima — o della data del decreto — e annesso disciplinare che sono pubblicati nel *Bollettino del Ministero dei Lavori Pubblici* — e colla data e numero del relativo parere del Congiglio dei L L. P P. In ogni modo la Direzione della Rivista è a disposizione degli interessati per ogni altra ricerca, richiesta di copie e simili.

La Rivista *L'Energia* non ha bisogno di richiamare la importanza di queste massime, che costituiscono precedente giudiziario e amministrativo che vale spesso a risolvere casi pratici contro-

versi, in via di interpretazione giurisprudenziale od autentica attuata in casi analoghi.

Ogni massima ha un numero progressivo che sarà richiamato nell'apposito indice annuale.

77 – *Diritto di estrazione di ghiaia e sabbia - Eventuale incompatibilità con nuova utilizzazione idroelettrica - Applicazione dell'art.* 34 *del D. L.* 1919 *n.* 2161.

È inammissibile l'opposizione proposta in sede di istruttoria di domanda di derivazione di acqua pubblica, quando tale opposizione adduca a preteso fondamento l'incompatibilità con antichi diritti di estrazione ghiaia o sabbia dal corso d'acqua interessato dalla derivazione e ciò perchè tali diritti, ove siano riconosciuti, trovano la loro tutela nalla legge, per la loro riserva o per la loro tacitazione.

D. R. 3 ott. 1929. Società idroelettrica Goriziana. Derivazione dal medio Isonzo e dall'Idria in comune di Gorizia. Parere Cons. Sup. LL. PP. n. 2907, 1100 e 2396 del 15 dicembre 1925, 16 maggio 1926 e 15 settembre 1927. (*Boll. Min. LL. PP.* pag. 1106 del 1930).

78 – *Condizioni del disciplinare di derivazione idroelettrica - Facoltà per l'Amministrazione di inserirvi clausola di rinuncia a indennità per successive modifiche agli impianti.*

Tra le clausole speciali del disciplinare di una concessione idroelettrica può essere inserito dall'amministrazione concedente un patto in virtù del quale la Ditta « concessionaria rinuncia a qualsiasi indennità per quelle eventuali modifiche che si rendessero necessarie al suo (della concessionaria) inpianto per l'attuazione di maggiori utilizzazioni specificate nel disciplinare » ma relative a nuove successive utilizzazioni nel bacino imbrifero interessato.

D. R. 2 agosto 1929. Concessione Soc. An. Brioschi di derivazione d'acqua dal Torrente Borreca in Comune di Zerba (Piacenza). Parere Con. Sup. LL. PP. n. 1136 del 29 agosto 1928 e n. 1277 del 15 maggio 1928 (*Boll. Min. LL. PP.* pag. 219 del 1930).

79 – *Radiazione di corso d'acqua dall'elenco delle acque pubbliche - Motivazione per difetto di caratteri obiettivi.*

La radiazione di un corso d'acqua dall'elenco delle acque pubbliche. in virtù di sentenza passata in giudicato, prende titolo solo dalla sentenza, che, nella specie, riconosce la legittimità della cancellazione per il fatto che il corso d'acqua « non ha i caratteri obbiettivi di acqua pubblica ».

D. R. 28 settembre 1929 (*Gazz. Uff.* 31 dicembre 1929, n. 304).

80 – *Oneri speciali del disciplinare di derivazioni idroelettriche - Infiltrazioni e franamenti - Misure idrografiche - Rinboschimento - Copertura delle opere nell'interesse della difesa militare.*

Tra le condizioni che possono essere incluse nel disciplinare di concessione idroelettrica, sono comprese le seguenti a carico del concessionario: a) onere delle precauzioni necessarie per impedire le infiltrazioni delle acque e i franamenti delle sponde del canale di carico; b) versamento d'un contributo annuo per il prelievo e l'invio delle letture e delle registrazioni degli apparecchi idrografici che saranno prescritti dall'ufficio locale del Genio civile; c) onere del rimboschimento delle zone di terreno smosse intorno alla centrale e di qualunque altro punto che sarà ritenuto opportuno; d) onere di adottare tutte quelle misure precauzionali nell'interesse della copertura e difesa delle opere eseguite e da eseguire ancora, che fossero prescritte comunque dall'Autorità militare, salvo il diritto al concessionario di ricorrere al Ministero dei LL. PP., ove le condizioni imposte risultassero eccessive o comunque non accettabili.

D. R. 5 sett. 1929. Concessione alla Soc. Idroelettrica del Cismon. Derivazione dal Cismon (Prov. di Belluno). Parere Cons. Sup. LL. PP. 25 dicembre 1928, n. 3193. (*Boll Min. LL. PP.*, pag. 451 del 1930).

81 – *Oneri speciali delle concessioni idroeletriche in zona interessante la difesa militare - Mascheramenti.*

Tra gli oneri da imporsi al concessionario di derivazione d'acqua a scopo di produzione di energia elettrica, in zone interessanti la difesa militare, può esservi quello di « sistemare a sue spese le interruzioni, mascheramenti e accessori, secondo le disposizioni particolari che saranno a suo tempo date, previo sopraluogo di un rappresentante dell'Amministrazione militare, la quale si riserva la facoltà di far sorvegliare da un proprio tecnico, anche per l'opportune istruzioni, l'esecuzione dei lavori. In ogni caso, le opere stesse dovranno essere collaudate dall'Amministrazione militare in contraddittorio coll'interessato, redigendo apposito verbale ».

D. R. 3 ott. 1929. Concessione Soc. Coop. di Arizzano. Derivazione dal Rio La Valle (Novara). Parere Cons. Sup. LL. PP., n. 256 del 29 genn. 1929 (*Boll. Min. LL. PP.*, pag. 461 del 1930).

82 – *Separabilità e frazionamento delle concessioni di acqua pubblica utilizzabile con apposita centrale rispetto alla concessione del relativo serbatoio artificiale.*

Una concessione per costruire e gestire le opere di serbatoio — nella specie riduzione di lago naturale — può essere separata e distinta da quella di derivazione e di impianto di utilizzazione della centrale idroelettrica.

D. R. 17 ott. 1929. Concessione Soc. An. Bresciana per derivazione dal Lago d'Idro (Prov. di Brescia). Pareri n. 49 e 801 del 1920, n. 670 e 420 del 1921, n. 364, 461, 742 e 746 del 1922, n. 2207 del 1926 e 3395 del 1928. (*Boll. Min. LL. PP.*, pag. 479 del 1930).

83 – *Concessioni di derivazione d'acqua in solo periodo stagionale - Compatibilità con usi irrigui - Misure del canone demaniale.*

Una concessione di derivazione d'acqua a scopo di produzione di energia elettrica, se stagionale (nella specie nei soli mesi invernali) è compatibile con gli usi irrigui dello stesso volume d'acqua nei mesi estivi. Per le derivazioni stagionali la misura del canone demaniale è basata in ragione della durata di utilizzazione; e, nella specie di derivazione semestrale, il canone è ridotto alla metà della misura normale di legge.

D. R. 14 nov. 1929 Concessione Soc. Idroelettrica Veneta. Derivazione Cordignano (Prov. di Treviso). Parere Cons. Sup. LL. PP., n. 851 del 29 marzo 1929. (*Boll. Min. LL. PP.*, pag. 747 del 1930).

84 – *Concessione idroelettrica - Fusioni di Società pendente l'istruttoria della domanda - Devoluzione della concessione alla Società risultante dalla fusione.*

Il decreto di concessione idroelettrica relativo ad una domanda presentata e ammessa all'istruttoria nell'interesse di una Società anonima è — in seguito — intestato alla Società che colla prima siasi fusa, in quanto da quest'ultima variazione di stato e consistenza giuridica, consegue le variante d'intestazione della nuova concessione.

D. R. 21 nov. 1929. Concessione dal Liri alla Società Mediterranea di Elettricità in località Anitrella (Prov. di Frosinone). Parere Cons. Sup. LL. PP., n. 2339 del 29 agosto 1928. (*Boll. Min. LL. PP.*, pag. 762 del 1930).

85 – *Concessione idroelettrica supplementare di altra precaria - Requisiti - Durata.*

Una concessione idroelettrica sussidiaria ed accessoria di una concessione idroelettrica precaria, è pure essa precaria. Ambedue le concessioni precarie hanno un limite massimo di durata fino a 60 anni. La devoluzione gratuita allo Stato della opere di raccolta, regolazione e derivazione, principali ed accessorie, delle condotte forzate, dei canali di carico e di scarico e il riscatto facoltativo del macchinario, si verificheranno tanto alla scadenza del termine massimo di durata della concessione, quanto nel caso di revoca, per cessazione della precarietà.

D. R. 21 nov. 1929. Concessione alla Impresa Elettrica di Fragneto Monforte. Derivazione dal fiume Tammaro in Prov. di Benevento. Parere Cons. Sup. LL. PP., 29 luglio 1928, n. 2098. (*Boll. Min. LL. PP.*, 1930, pag. 658).

86 – *Concessione idroelettrica - Riducibilità del volume d'acqua per accertamento di necessità igieniche.*

Tra le clausole del disciplinare di concessione idroelettriche può essere inserita quella in virtù della quale « ad evitare ristagni della quantità d'acqua che continuerà a defluire nell'alveo del fiume, è riservata all'Amministrazione concedente la facoltà di aumentare il volume d'acqua da lasciare nel fiume, ove se ne riconosca la necessità per ragioni igieniche ».

Ivi, come al numero precedente. (*Boll. Min. LL. PP.*, pag. 680 del 1930).

87 – *Concessione idroelettrica alle Ferrocie dello Stato - Riduzione del canone - Previsione del caso di trasferimento dell'esercizio dell'Azienda ferroviaria all'industria privata.*

Una concessione idroelettrica alle Ferrovie dello Stato è accordata colla clausola di riduzione del canone, ai sensi del D. L. 17 settembre 1925 n. 1852. Il relativo disciplinare può però

contenere la clausola che « qualora dovesse verificarsi il passaggio della concessione dalle Ferrovie dello Stato all'industria privata, la nuova ditta concessionaria, dovrà effettuare il versamento del canone nella misura normale ».

D. R. 25 novembre 1929. Concessione alle FF. dello SS. della derivazione dal fiume Sagittario (Prov. di Aquila). Pareri Cons. Sup. LL. PP. n. 706 del 1920, n. 97 del 1922, n. 2928 del 1926, n. 933 del 1928 e n. 437 del 1929 (*Boll. Min. LL. PP.*, pag. 679 del 1930).

88 – *Opposizione a concessione idroelettrica - Reiezione per fatto di inazione trentennale dell'utenza che si pretende assorbita.*

È da respingersi una opposizione presentata in sede di istruttoria di una domanda di concessione idroelettrica, quando il fondamento dell'opposizione è preteso nel fatto dell'assorbimento di una precedente utenza, che si assume legittima, mentre è inattiva da oltre un trentennio.

D. R. 21 nov. 1929. Concessione alla Soc. Edison di utilizzazione dei laghi Cingino e Camposecco (Prov. di Novara). Parere Cons. Sup. LL. PP., n. 1475 del 15 maggio 1929. (*Boll. Min. LL. PP.*, pag. 918 del 1930).

89 – *Portata media della concessione idroelettrica - Durata della registrazione e modalità di comunicazione al Genio civile, delle notizie relative per un determinato periodo di tempo fissato dal disciplinare.*

Ai fini di determinare in modo invariabile la portata media dell'acqua assegnata in utilizzazione, da prendersi a base per tutta la durata della concessione, può essere inserita nel disciplinare una clausola per cui sia imposto l'impianto di apparecchi registratori dei Kw producibili e di un idrometrografo, le cui registrazioni debbano, per un tempo determinato (nella specie un sessennio), essere inviate in comunicazione al Genio civile in piego raccomandato non appena completate. Le zone verranno contrassegnate previamente con bollo e firma dell'Ufficio del Genio Civile. Alla fine del tempo fissato dal disciplinare si faranno i calcoli determinativi della media portata.

Ivi come al n. predecente. (*Boll. Min. LL. PP.*, pag. 922 del 1930).

90 – *Concessione idroelettrica - Opposizione del Comune per il fatto che la cessazione della fluenza toglierebbe il mezzo d'estinzione di eventuali incendi.*

A risolvere una opposizione presentata in sede di istruttoria di una domanda di derivazione, per il fatto che la cessazione della fluenza nel corso d'acqua, di cui si propone l'utilizzazione toglierebbe la possibilità di valersi dell'acqua per l'estinzione degli incendi, può essere inserita nel disciplinare una clausola che imponga al concessionario l'onere di costruire una adeguata vasca serbatoio entro l'abitato, ove ciò venga riconosciuto necessario.

D. R. 9 dic. 1929. Concessione ditta Merati. Derivazione Valle di Sorico (Prov. di Como). Parere Cons. Sup. LL. PP., n. 801 del 29 marzo 1928. (*Boll. Min. LL. PP.*, pag. 943 del 1930).

A. G.

NOTE E RIASSUNTI

L'ELETTROTECNICA ALLA FIERA DI MILANO

1) MACCHINARIO ED APPARECCHIATURE.

Anche quest'anno le maggiori Ditte costruttrici nel ramo dell'elettrotecnica hanno approfittato della Fiera campionaria per mettere in evidenza i risultati più recenti dei loro studi e dei loro sforzi costruttivi, cosicchè non è mancato il materiale nuovo e interessante.

Nel Padiglione della Meccanica erano al solito raccolti gli *stands* del macchinario e delle apparecchiature elettriche: non consentendoci lo spazio di occuparci partitamente di tutte le Case espositrici in tale ramo, ci soffermeremo solo ad alcune fra le più importanti.

Il *Tecnomasio Italiano Brown-Boveri* esponeva fra l'altro un trasformatore munito di inseritore per variare sotto carico il rapporto di trasformazione. Come è noto, il principio sul quale si basa il dispositivo è quello di dividere uno degli avvolgimenti del trasformatore in due parti, una fissa e una munita di prese numerose, così da poter variare il numero delle spire attive e quindi la tensione ai morsetti dell'altro avvolgimento. Le varie prese vengono poi collegate con conduttori passanti ad un commutatore, in modo che dall'esterno sia possibile connetterne l'una o l'altra alla corrispondente linea.

Nell'esempio esposto alla Fiera l'inseritore, applicato ad un trasformatore trifase da 5300 kVA, con rapporto di trasformazione 61.500/390 V a pieno carico, è del tipo tripolare addossato con comando elettrico a distanza e consta di tre commutatori unipolari, ciascuno corrispondente ad una fase. L'inseritore, essendo destinato a funzionare sotto carico, è costruito in modo da corrispondere ad alcune condizioni essenziali per il passaggio da una posizione all'altra in corrispondenza di diverse tensioni. Se infatti si mettesse fuori circuito quella parte di avvolgimento che porta le prese di regolazione, ciò potrebbe provocare un effetto di condensatore fra tale avvolgimento e quello concentrico di eccitazione; potrebbero inoltre prodursi archi di apertura considerevoli, effetti entrambi pericolosi. Inoltre, poichè le spire sono sede di forze elettromotrici, se nel passare da una presa all'altra si chiudessero in corto circuito le spire esistenti fra due prese, si provocherebbero dei corti circuiti interni. Opportuni accorgimenti nell'inseritore B.B. permettono di evitare queste dannose condizioni.

Nel campo dei trasformatori di tensione, il Tecnomasio presentava il tipo così detto « Isolatore », che è contenuto nell'interno di un isolatore di porcellana a gole riempito d'olio e terminante in due calotte metalliche; ciascuna di queste è collegata ad un'estremità diversa del circuito ad alta tensione, mentre il circuito a bassa tensione esce dalla calotta inferiore attraverso due passaggi isolati. Questo tipo si può costruire per qualsiasi tensione; e per la sua forma non richiede isolatori passanti di grandi dimensioni come i tipi comuni.

Nuovo è anche un trasformatore per saldatura a c. a. monofase, trasportabile, a raffreddamento naturale in aria. Il trasformatore è da 9 kVA; la corrente di saldatura è regolabile fino a 250 A, la tensione di alimentazione è variabile: 220, 380, 500V. Questo trasformatore permette di estendere maggiormente la saldatura ad arco, portandola anche all'infuori del campo della corrente continua.

Un nuovo tipo di costruzione, che si presenta assai bene, è dato dalle macchine con le carcasse in lamiera d'acciaio saldata, che il Tecnomasio presentava in due produzioni diverse: lo statore di un turbo alternatore da 7.000 kVA, 10.000 V, 3000 giri e lo statore di un motore sincrono verticale da 280 HP, 500 V. Questo tipo di carcassa, presenta vantaggi considerevoli su quello in ghisa fusa, non solo per la maggior leggerezza, ma anche per la ragione pratica che la più facile preparazione, possibile direttamente alla Casa costruttrice, permette di affrettare il periodo di allestimento.

Ricordiamo poi, fra il materiale del Tecnomasio, il motore a c. c. del tipo destinato ai locomotori per treni diretti sulla ferrovia Circumvesuviana. Come è noto (1), per questi locomotori è stato adottato il comando individuale degli assi sistema Buchli; ciascuno dei quattro assi motori è comandato da due motori gemelli, connessi permanentemente in serie. Poichè la tensione della linea di contatto sarà in un primo tempo di 1200 V e successivamente di 2400 V, i quattro gruppi di motori saranno collegati in parallelo per la marcia a 1200 V mentre a 2400 V i gruppi sono a due a due in serie, così da avere due gruppi di quattro motori ciascuno, e questi due gruppi saranno collegati in parallelo.

Infine anche l'interruttore rapido a c. c. per 4800 V e 1000 A normali, pure esposto dal Tecnomasio, è destinato ad impianti di trazione.

***

Nello *stand* della *Compagnia Generale di Elettricità* campeggiava anzitutto uno dei trasformatori monofasi per 220 kV d'esercizio costruiti per la sottostazione di Cislago. Si tratta di trasformatori a tre avvolgimenti della potenza rispettiva di 20.000, 25.000 e 15.000 kVA con rapporto di trasformazione a vuoto 199942/47040/6000 V, 50 periodi. La prova d'isolamento del primario, rispetto agli altri avvolgimenti connessi alla massa, fu stabilita in 450.000 V, e cioè come per i trasformatori di Cardano, ritenendosi opportuno per molte ragioni adottare lo stesso tipo di isolamento.

Il servizio vien fatto in trifase connettendo tre unità a stella sul primario, a triangolo sul secondario e sul terziario. Come per Cardano, è previsto il funzionamento a neutro isolato, perciò si ha esatta simmetria rispetto al centro delle colonne degli avvolgimenti verso i gioghi e due isolatori fanno capo al coperchio per ogni avvolgimento.

Un punto interessante è quello del raffreddamento, ad aria soffiata direttamente lungo i radiatori applicati alla cassa. L'aria lanciata ad altissima velocità per mezzo di un ventilatore, strappa dalla superficie dei radiatori la pellicola d'aria ad alta temperatura che vi si formerebbe nel raffreddamento naturale, e perciò, grazie alla continua rinnovazione dell'aria sulla superficie dei radiatori, è possibile aumentare il salto di temperatura fra l'ambiente e l'olio, e in tal modo il trasformatore può erogare una potenza maggiore a parità di superficie attiva e di temperatura. Il trasformatore si presenta del resto come un'unità a raffreddamento naturale, ed è possibile farlo funzionare con una potenza di 15.000 kVA mantenendo inattivo il ventilatore.

L'alternatore trifase ad asse orizzontale da 35.700 kVA, pure della C. G. E., può considerarsi fra i più grandi del tipo ad asse orizzontale fin qui costruiti in Europa. Costruito per accoppiamento a una turbina idraulica, ha una tensione concatenata variabile da 5.700 a 6.700 V, e una velocità di 500 giri/1'. per funzionamento a 50 periodi e di 420 giri/1' per 42 per. Può sopportare un sovraccarico del 25% alla tensione di 6.700 V a $\cos\varphi = 0.7$ per un'ora e, per la durata di un minuto, corti circuiti pieni tanto trifasi che monofasi. L'avvolgimento dello statore è del tipo speciale C. G. E. a doppio strato.

Fra il più importante macchinario esposto era anche un motore trifase a collettore a velocità gradualmente regolabile nel rapporto 1 : 3, regolazione fatta mediante spostamento delle spazzole; il motore esposto aveva una potenza di 23 ÷ 12 HP, velocità 300 ÷ 450 giri, 220 V, 42 per.

Il rotore ha due avvolgimenti, uno del solito tipo trifase nel quale viene immessa la corrente di alimentazione, l'altro del tipo a c. c. che fa capo al collettore. L'avvolgimento dello statore è analogo a quello di un comune motore asincrono, dove le tre fasi rimangono aperte e gli estremi di ogni fase vengono collegati alle spazzole. Si hanno due sistemi distinti di anelli porta spazzole, in modo che le due spazzole a cui fanno capo gli estremi di una fase possono essere portate ad appoggiare su una stessa lamella del collettore; allora l'avvolgimento statorico è in c. c., e il motore funziona a una velocità vicina a quella di sincronismo. Se le spazzole a cui fanno capo gli estremi delle fasi dell'avvolgimento statorico vengono spostate sul collettore in senso opposto, l'avvolgimento rotorico determina in esse una differenza di tensione che contrasta o facilita

(1) *Revue Brown Boveri*, ottobre 1929.

il passaggio della corrente generata dall'avvolgimento statorico; perciò, perchè detta corrente possa ritornare al valore di prima, la velocità del rotore deve diminuire od aumentare.

Ricordiamo infine, sempre della C. G. E., l'interruttore tripolare per 7000 V, 4500 A, costituito da sei casse in acciaio (due per polo), funzionanti da camera d'esplosione con contatti principali in aria e secondari in olio e con comando elettrico a distanza a ½ di motore a c. c. e di un meccanismo completamente separato dalle celle che contengono i poli. I contatti principali si chiudono dopo i secondari e si aprono prima, e, una volta chiusi, shuntano i contatti delle camere d'esplosione: i contatti di rottura possono essere così di dimensioni ridotte e si è sicuri di poter sempre richiudere l'interruttore per mezzo dei contatti principali, qualunque sia lo stato del secondario.

Parecchio materiale era inoltre esposto, che lo spazio non ci consente di descrivere; ci accontenteremo di accennare al trasformatore per prove di isolamento fatto per la Società Edison (un gruppo di tre unità alla tensione di 720.000 V); al gruppo motore pompa per impianto di irrigazione, con motore sincrono ad asse verticale direttamente accoppiato a una turbina Riva; alle terne di scaricatori a pellicola d'ossido del tipo a palline, ecc.

***

Il *Laboratorio Elettrotecnico ing. L. Magrini*, dati i suoi rapporti con la « Westinghouse Electric International Co », esponeva molto materiale di brevetto Westinghouse. Ricordiamo principalmente l'interruttore in olio a celle deionizzanti, basato sul principio di costringere la formazione dei due archi parziali durante la corsa del contatto mobile, entro una piccola scanalatura praticata in una cella formata con materiale isolante poroso imbevuto d'olio e con materiale magnetico. Allungandosi, l'arco costituisce un tratto di gas d'olio fortemente ionizzato, e il campo magnetico formantesi fra i due tratti dell'arco spinge questo contro la parete della scanalatura sotto l'azione della temperatura dell'arco. L'olio racchiuso nel materiale isolante si gassifica, formando un getto di gas non ionizzato che vien proiettato attraverso al flusso ionico, tagliando il percorso dell'arco e deionizzando il percorso di questo. L'energia di rottura dell'arco viene assorbita rapidamente, così che, per l'abbreviamento della corsa e per la grande velocità dell'equipaggio mobile, la durata dell'arco viene ridotta e viene facilitato all'interruttore il compito di togliere rapidamente il guasto del circuito.

Veniva esposto anche un interruttore tripolare coi poli in casse cilindriche separate, del tipo per interno, con comando elettrico a distanza, per 25 kV d'esercizio e 1200 A; il tipo è a spazzole autostringenti a vie parallele: la pressione di contatto aumenta con l'aumentare della corrente, in modo che le azioni magnetiche derivanti dalle forti correnti di corto circuito non possano separare i contatti bruciandoli o deteriorandoli. Era esposto anche un altro interruttore, per 15 kV, 2000 A, munito di valvole autostringenti; i poli sono racchiusi in un'unica cassa cilindrica saldata elettricamente, di resistenza meccanica notevole e rinforzata nella parte superiore da un bordo formato con anello di acciaio.

Ricordiamo infine il modello di comando automatico per centrali elettriche, sistema Westinghouse; e l'apparecchio di presa di potenziale da un passante a condensatore, per alimentare relais ed apparecchi di misura; l'apparecchio ha una potenza da 9 a 150 VA a 50 periodi.

Sempre nel Padiglione della Meccanica, la *Soc. It. E. Breda* esponeva un gruppo motore a corrente continua, destinato alle FF. SS. per i locomotori della linea Bologna-Firenze. Il gruppo consta di due motori, ognuno dei quali può dare, 660/2 kW per la durata di 60'; la potenza del gruppo in servizio continuo è di 800 HP; velocità del motore 700 giri al 1'. Per ogni locomotore si richiedono tre di tali gruppi, così da avere una potenza complessiva di 2400 HP alla tensione di 3000 V; la velocità dei treni sarà di 120 km all'ora. Oltre al gruppo motore, erano esposti i comandi e organi accessori: controller, invertitore di marcia e combinatore serie-parallelo dei motori.

La Soc. *Scotti e Brioschi* di Novara presentava fra l'altro due trasformatori monofasi per radiologia, uno da 15 kVA, per 260/200.000 V, e uno da 10 kVA, per 260/110.000 V; inoltre un autotrasformatore da 2000 kVA con regolazione sotto carico: la regolazione è dell'importanza del 10 %, ossia le tensioni ottenibili (sette in tutto) sono comprese fra 15 kV — 10 % e 15 kV + 10 %.

Bene si presenta l'apparecchio per la determinazione della rigidità dielettrica degli olî costruito dalla stessa Ditta e adottato dalle Ferrovie dello Stato: il trasformatore di speciale costruzione, con secondario fino a 60,000 V, è racchiuso, insieme alle apparecchiature di controllo, in un cofano metallico: lo sportello che dà accesso alla vaschetta spinterometrica è munito di dispositivo di sicurezza, che non permette il passaggio della corrente di alimentazione a sportello aperto. Lo spinterometro è del tipo regolamentare A. E. I. I comandi e le segnalazioni, compreso un kilovoltmetro con scala fittizia 0-70 kV, sono portati sul coperchio del cofano, dove è pure la specola dalla quale l'operatore osserva l'andamento della prova; un cristallo protetto da un finestrino regolabile permette che la prova venga fatta tanto al buio che in piena luce.

La *C. E. M. S. A.*, oltre a diversi motori Diesel, esponeva un trasformatore trifase da 5000 kVA, con tensioni primarie di 22.000-22.500-22.800 V e secondarie di 6480 V ± 2.5 %; la variazione delle tensioni primarie è fatta fuori tensione mentre la regolazione delle tensioni secondarie è fatta sotto carico, Nel campo della trazione, la stessa Ditta presentava i motor. adottati per parte delle nuove automotrici tramviarie di Milanoi e molto materiale accessorio.

Ricordiamo anche la *Soc. An. Vanossi*, che presentava un impianto completo per la protezione d'una motopompa con comando a galleggiante e con motore ad anello. L'interruttore-protettore a richiusura automatica è comandabile a distanza mediante un piccolo relai unipolare che può esser fatto agire dal galleggiante o dalla pressione del serbatoio; quando poi, in seguito alla mancanza di una fase o all'abbassamento o squilibrio della tensione, l'apparecchio abbia funzionato come protettore, provocando l'apertura del circuito, si richiude automaticamente tosto che le condizioni della linea siano ritornate normali. Nell'esempio esposto alla Fiera non si è potuto riprodurre integralmente il sistema per mancanza di un serbatoio d'acqua; si è perciò fatto in modo che il galleggiante venga mosso direttamente dal motore nella corsa d'andata e ritorno. Così la protezione completa al motore è estesa ai due sensi di marcia; due relais di massima corrente arrestano tutto il sistema in caso di intensità anormali.

Per completare l'elenco dei principali espositori elettromeccanici nel Padiglione della Meccanica, ricordiamo le Officine *Adda*, che esponevano parecchi tipi di interruttori, fra cui uno tripolare, per la tensione di esercizio di 75 kV e la corrente normale di 500 A, coi poli in casse cilindriche separate, e avente una capacità di rottura di un milione di kVA.

Nel Padiglione di sua proprietà la *Soc. E. Marelli* aveva raccolto parecchio macchinario anche grosso; principalmente un condensatore sincrono trifase da 20.000 kVA, per tensione di 8500 ÷ 9000 V, 42 periodi; l'avviamento è fatto a mezzo di motore asincrono sincronizzato. Il condensatore è stato costruito per l'Azienda Elettrica Municipale di Milano e pesa 125 tonnellate.

Vi era inoltre un trasformatore trifase da 11.500 kVA con rapporto di trasformazione 6500/62.000 V, del tipo a circolazione d'olio con refrigerante esterno ad acqua, destinato alla Soc. Bresciana. Numerose le pompe fra le quali notiamo una pompa ad elica per basse prevalenze ad asse verticale, con prevalenza di 3 m. e portata di 40 m³/1' e una pompa con prevalenza di 600 m. e una portata di 90 m³ all'ora. Infine ricordiamo un turbogeneratore da 300 kVA, presentante la particolarità delle nuove carcasse in lamiera saldata.

Veniva anche presentato il motore asincrono normale di nuova serie, che presenta alcune piccole modificazioni interessanti.

***

Nel Palazzo della Meccanica erano raccolte anche alcune Ditte costruttrici di materiale isolante. Ricordiamo la *Richard-Ginori*, che esponeva alcune colonne di isolatori portanti, sia a campane multiple che a una sola campana; delle catene di isolatori a sospensione, del tipo senza cemento e con l'attacco formato mediante una cintura di metallo fuso; un passante in porcellana senza giunzioni per una tensione di esercizio di 220 kV; la *Soc. Italiana Bakelite*, con diversi pezzi in materiali isolanti ecc.

Nel campo dei conduttori isolati abbiam rilevato che la *Pirelli* nel suo speciale Padiglione presentava un interessante quadro murale, dimostrante l'importanza delle nuove installazioni di cavi isolati per altissime tensioni che la Società italiana ha in corso a Londra. I percorsi, colleganti le sottostazioni principali, sono i seguenti: Hammersmith-Fulham-Battersea a 66 kV, per una capacità di 84.000 kVA; Wimbledon-Battersea a 132 kV, per 160.000 kVA; Eltham-Kidbrooke-Deptford a 132 kV, pure per 160.000 kVA complessivi.

Come curiosità, ricordiamo anche il modello dimostrante il funzionamento del cavo a riempimento d'olio.

Infine la *Soc. An. Tedeschi* esponeva nel Padiglione dell'Elettrotecnica alcuni campioni di cavi isolati per altissime tensioni coi conduttori in alluminio anzichè in rame.

m. a.

2) Apparecchi di misura, materiali per impianti ed applicazioni elettriche varie.

Gli apparecchi di misura non sono stati raccolti in un solo stand: una parte era esposta nel palazzo della Meccanica, il resto nel padiglione dell'Elettrotecnica.

Esponeva nel Palazzo della Meccanica la C. G. S. con diversi apparecchi di costruzione recente, i registratori a servomotore della nuova serie *S*, apprezzatissimi e già abbastanza usati non solo in Italia ma anche all'estero. Uno di detti registratori era un wattmetro totalizzatore per tre linee trifasi non equilibrate indipendenti, costituito di sei elementi wattmetrici le cui correnti non esercitano nessuna influenza sugli elementi vicini. Un integratore automatico, già esposto lo scorso anno, accompagnava gli apparecchi registratori; esso eseguisce la planimetrazione del diagramma man mano che viene tracciato; questo integratore era collocato questa volta nell'interno, in modo da costituire col registratore un unico apparecchio. Era esposto pure un integratore a due numeratori, applicato ad un wattmetro con zero centrale, per la registrazione separata dell'energia assorbita e di quella erogata. Un voltmetro e un frequenziometro registratori avevano le loro scale limitate a piccoli intorni del valore medio da misurare: così il voltmetro — di tipo elettrodinamico — aveva una scala uniforme 150 ÷ 170 V che permetteva di apprezzare fino a 1/10 di V, e il frequenziometro con una scala da 41 a 43 periodi permetteva di valutare variazioni di centesimi di periodo. Vi erano anche due apparecchi indicatori di dimensioni poco comuni, lunghi un metro e mezzo e larghi circa trenta centimetri, i quali riproducevano le indicazioni di un voltmetro e di un frequenziometro e permettevano, con l'illuminazione di finestrelle che sostituivano le divisioni delle scale, la lettura degli apparecchi a distanze di oltre quaranta metri. Interessante è riuscito un nuovo apparecchio portatile, un wattmetro registratore a servomotori per carichi trifasi non equilibrati, con le resistenze e gli accessori, montato in un cassetta di legno, che non supera complessivamente il peso di 20 kg. Vi erano infine strumenti indicatori a profilo, con scala a piccola curvatura e le serie di trasformatori di tensione, T V 500, e di corrente, T A 300, comprendenti tipi per tensioni di esercizio fino a 150 kV.

Nel Palazzo della Meccanica esponeva pure la *S. A. Brevetti A. Perego*, che non presentava nessuna novità: i soliti apparecchi completati e perfezionati con qualche innovazione nei telefoni a chiamata selettiva, con e senza segreto di comunicazione, e con l'automatizzazione ormai completa delle stazioni telefoniche.

Nel padiglione dell'Elettrotecnica esponeva apparecchi di misura la nota *Soc. A. Ing. S. Belotti & C.* Questa Società rappresenta in Italia da molti anni importanti case costruttrici di strumenti di precisione: ricordiamo tra queste la *Weston*, di cui veniva presentato un nuovo trasformatore di corrente, tipo portatile, adatto per l'uso degli Amperometri della stessa serie; la *Evershed & Vignoles Ltd*, di cui si conoscono i misuratori d'isolamento « Meg » e « Megger » e di cui veniva presentato un apparecchio di recente costruzione, il « Ponte-Meg » per la misura di resistenze deboli da 0,01 Ohm a 999,900 Ohm, come ponte, e per la misura di resistenze d'isolamento fino a 100 Megaohm, come Meg; la *Richard Schroeder* di cui si presentava un voltmetro elettrostatico, brevetto Starke-Schroeder per 80 000 V, voltmetro che può essere costruito per la misura di tensioni fino a 600 kV.

Apparecchi di misura erano esposti anche dalla casa *Allocchio e Bacchini*: tra le novità un galvanometro a riflessione a corto periodo e un apparecchio studiato dal prof. Barbagelata per la determinazione degli errori di fase e di rapporto nei riduttori di corrente.

Nel padiglione dell'Elettrotecnica si riunivano inoltre diverse case che esponevano apparecchi elettro-medicali, materiale per impianti, apparecchi elettrodomestici ed apparecchi radio. La Ditta *Gallois & Cie* di Lyon esponeva le sue lampade a vapori di mercurio in quarzo puro che dànno delle radiazioni ultravioletto di una grande efficacia; si ricorre a queste radiazioni per curare tante malattie, tra le quali il rachitismo, ma anche per riconoscere le sostanze chimiche, per verificare i manoscritti e le pietre preziose, e ricercare le frodi negli alimenti (burro, uova, olio, ecc.), per cui può dirsi che dette lampade oltre alle applicazioni da laboratorio, ne hanno anche tante industriali. La *Philips* oltre alla solita mostra di lampade di tutti i tipi, presentava un apparecchio portatile per raggi X, « Metalix », che rende possibile non soltanto ai possessori dei costosi impianti Röntgen, ma a tutti i medici di aggiungere agli esami soliti, l'esame radiografico; e questo esame può essere fatto a casa dell'ammalato senza difficoltà, perchè l'apparecchio non supera complessivamente il peso di Kg. 35, Kg. 20 per il trasformatore e Kg. 15 per il tubo e gli accessori, e può essere trasportato facilmente. Per il funzionamento si richiede una presa di corrente, possibilmente con conduttore per messa a terra, perchè l'apparecchio pur essendo accuratamente costruito ed isolato in modo da non presentare nessun pericolo, va messo a terra.

Lo Studio tecnico per l'elettricità applicata alla medicina di *G. Pinchet & C.* di Milano, esponeva materiale per impianti radiologici moderni, per diatermia e per irradiazioni. La *F. I. A. E. M.* di Roberto Magnani, pure di Milano, presentava diversi apparecchi per odontoiatria, per endoscopia e per caustica: in questi ultimi al platino costoso la F.I.A.E.M. è riuscita a sostituire un metallo speciale che ha dato buoni risultati.

Il materiale per impianti interni, portalampade, interruttori, deviatori, prese, ecc. era rappresentato da diverse ditte: ricordiamo sopratutto la *I. M. E. G. A.* di Simonetta e Colombi di Milano che presentava una serie completa di apparecchi in *galalite*, esternamente ben finiti, di bell'aspetto, ma spesso di dimensioni ridotte, di forme non razionali e perciò poco sicuri; la *Croci & Farinelli* che ha dell'ottimo materiale per tramvie e per impianti di illuminazione stradale, ma ha diversi tipi per gli impianti interni che sono poco consigliabili; e la Ditta *Siciliani* che ha più di ogni altra tendenza a migliorare il prodotto, oltre che a ridurne il prezzo, che presentava alcuni apparecchi in backelite, costruiti razionalmente e finiti anche bene. Della Ditta *Siciliani* erano delle ottime lampade portatili di sicurezza, delle cassette isolanti per impianti incassati e placche in bakelite da montare davanti agli apparecchi negli stessi impianti. Un discreto interruttore a relais, da comandare a distanza, era presentato dalla ditta *G. Mencacci* di Roma. Fuori del padiglione, in stand a parte la *Soc. Ing. M. Gismondi* esponeva i suoi noti tipi « Zois » di relais per comandi a distanza e presentava in più questa volta un comando a distanza ottenuto coll'intercettazione di raggi invisibili infrarossi: una cella fotoelettrica, colpita dai raggi, diventa conduttrice e finchè questo avviene, non si verifica nulla; quando i raggi infrarossi vengono intercettati, la cella perde la sua conduttività e la corrente che prima l'attraversava segue un altro circuito e va a far funzionare un relai, che a sua volta trasmette l'impulso all'apparecchio che si voleva comandare.

In fatto di applicazioni domestiche molte erano le Ditte italiane e straniere che presentavano ottimi apparecchi. Le *Fabbriche Elettrotecniche Riunite* col superferro « Zerowatt » con regolatore automatico del calore ripresentavano tutti i diversi tipi di macchine da caffè, teiere, tostapane, asciugacapelli, bollitori, inalatori ecc. e richiamavano l'attenzione colle cucine a riscaldamento diretto con piastre ad alto rendimento, tipo di lusso, con incastellatura laccata in bianco.

La *Watt* di Pavia oltre alle macchine da caffè per bar, ai termofori ed agli scalda-acqua ad accumulazione, presentava delle bacinelle sterilizzatrici a riscaldamento elettrico: queste bacinelle presentano dei vantaggi indiscussi dal punto di vista igienico, ma altri vantaggi ha dato loro la « Watt » costruendole con molta cura, in alluminio fuso, fornendole di un porta utensili forato con manici isolanti che evitano di toccare i ferri quando si tolgono dalla bacinella.

Altre ditte italiane esponevano fuori del padiglione dell'Elettrotecnica e di esse parleremo dopo: Nel padiglione dell'Elettrotecnica esponevano le note case « Therma » e « Siemens ». La *Therma* presentava i suoi già noti apparecchi termici, cucine a riscaldamento diretto, scalda-acqua ad accumulazione stufe dei diversi tipi, bollitori, caldaie per mangimi, ecc. apparecchi che per le loro ottime qualità trovano sempre maggior diffusione; e come novità aveva una presa in materiale resinoso artificiale compresso, divisa in due parti e con dispositivo per assicurare il cordone.

La *Siemens* oltre alla nota serie delle applicazioni termiche presentava tutte le macchine per la cucina, un aspirapolvere, una lucidatrice, una macchina per stirare, le macchine per lavare, dei ventilatori di piccolo diametro, una piccola pompa centrifuga Elmo, tipo LPW 30, adatta per impianti domestici ville, giardini, servizi agricoli, ecc. e una serie di macchine elettriche per la lavorazione del legno e de' metalli, macchine utilissime nelle fattorie: di tutte queste macchine ed apparecchi sono note le buone qualità.

La *Scaem* (Soc. Costr. Appar. Elettrodom. Marelli) esponeva un po' dappertutto, nel padiglione della Marelli, in quello dell'Elettrotecnica e in quello dell'Alberghiera: voleva far conoscere a tutti le sue novità, una macchina elettrica per preparare la maionese che non richiede nessuna sorveglianza, un macina-caffè elettrico, un ventilatore a mobile che può servire anche a profumare e ad ozonizzare l'aria, una lucidatrice di pavimenti e, più importante di tutti, un aspirapolvere; tutti questi apparecchi sono stati costruiti con cura e si presentano bene: essi offrono, con poca spesa di energia, tante comodità

nella casa ed ancora più negli alberghi, nei collegi, negli ospedali, ecc.

Prima di passare al padiglione dell'Alberghiera, accenniamo a quelle ditte che erano sparse nel padiglione della Meccanica: l'*Actel*, che esponeva uno scalda-acqua costruito dalla *Miani & Silvestri*, un apparecchio che la ditta costruttrice garantisce per 2 anni e che per il suo basso prezzo può avere grande diffusione; e la ditta *Antonello & Orlandi* di Verona, che è tra le più importanti costruttrici europee di forni elettrici da pane, che presentava un impianto completo di panificazione tipo semiautomatico, per una produzione di 25 Q.li in otto ore; un cassone di mischia delle farine, un trasportatore delle farine alle bilancie automatiche, uno scalda-acqua, una impastatrice, un trasportatore dell'impasto in una stufa di riposo, una formatrice, una stufa automatica di lievitazione ed infine il forno. Il consumo di energia di un impianto così fatto, comprendendo tutte le lavorazioni accessorie e il riscaldamento dell'acqua, è di kWh 45 per quintale di pane.

Nel padiglione dell'Alberghiera si completava l'esposizione delle applicazioni, molte piccole industrie nazionali presentavano macchine elettriche utili per la casa e per l'industria: è sembrato di vedere attraverso questa esposizione un certo risveglio delle piccole industrie che, avendo compreso l'utilità di alcune applicazioni, hanno voluto darci saggi di quello che sanno fare. Unicamente come saggi noi consideriamo gli apparecchi messi in mostra, augurandoci di vedere presto una collaborazione tra i diversi costruttori e un perfezionamento degli apparecchi.

La ditta Fratelli *Snider* di Milano presentava diversi tipi di macinini elettrici per caffè, molto adatti per alberghi, ristoranti, bar, drogherie, ecc.; le Offic. Mecc. Elettriche di Precisione *Gozzoli e Petroncini* di Bologna oltre a diversi tipi di macinacaffè, presentavano una frullatrice, un tritacarne (al posto del tritacarne può essere applicata al motore una grattugia per formaggio, un trita-ghiaccio, uno spremi-frutta, un pulisciposate, ecc.) e una gelatiera. Per tutte queste macchine la potenza richiesta varia da HP 0,18 ad HP 1. Per applicazioni di maggiore importanza c'erano le gelatiere della ditta *Sobacchi* di Milano, della capacità da 25 a 50 litri, e della ditta *S. Barchitta* di Milano, le macchine pelapatate, per affettare, tagliare, tritare, macinare, grattugiare e infine la macchina lava-stoviglie « Triton ». Una buona macchina lava-stoviglie era pure la « Vortex » delle officine di *Vittorio Hug* di Milano; una buona e piccola macchina elettrica da lavare era la « Cinderella » della ditta *P. Zoja* di Milano, e ottima per pulire e lucidare le posate la macchina della *Brevetti Nardi* pure di Milano. La ditta *Piero A. Thomas* di Milano esponeva per conto della Soc. An. *Siter* di Roma, un aspiratore di polvere « Progresso » di buona costruzione ed una lucidatrice marca « Ideale ».

La *Soc. Mecc. Ital. Torrefattori* « Smit » di Milano presentava un torrefattore elettrico, un apparecchio ben isolato e perciò di rendimento elevato, che può torrefare dappertutto il caffè rapidamente e senza fumo, senza bisogno di molta sorveglianza, riducendo di poco il peso del caffè e conservandone l'aroma. Ottime caffettiere « Ω » per bar, alberghi, famiglie, ecc. esponeva la ditta *Scafi* di Milano; quelle per famiglia possono essere costruite come le altre grandi, cioè facendo funzionare da resistenza l'acqua e queste sono della massima sicurezza e non bruciano mai.

La *S. A. F. I.* (Soc. An. Frigotermica Ital.) di Milano presentava due tipi di armadio frigorifero, il « G. P. 100 » e il « G. P. 101 », entrambi della capacità interna utile di litri 100, il primo con portina sul lato verticale anteriore, il secondo con apertura superiore: quest'ultimo tipo pare che abbia un rendimento più alto ed ha inoltre una maniglia per essere azionato a mano, in caso che venisse a mancare l'energia elettrica.

Altri tipi di frigoriferi adatti sopratutto per macellerie, alberghi, ospedali, ecc., erano presentati dalla ditta *E. Cestari* di Milano, macchine automatiche sistema Escher Wyss « Autofrigor », e dalla ditta *Ing. E. Bassi* pure di Milano, macchine frigorifere rotative « Audiffren Singrun »; dalla *Frigidaire* erano esposti diversi tipi per famiglia. A parte, in uno stand proprio, esponeva la *Nord Frigor* le sue solite macchine e nelle cinque gallerie erano le nuove macchine frigorifere della *General Electric Company*: queste ultime hanno il gruppo motore-compressore chiuso in una cassetta disposta nella parte superiore dell'armadio, per cui il calore della compressione si disperde senza venire a contatto dell'armadio.

Sempre nel padiglione dell'Industria Alberghiera esponevano la *Neptunia* un lavabiancheria elettrico « Whirldry », macchina pratica, semplice, economica ed elegante, il frigorifero « Neptunia » per famiglia, l'aspirapolvere « Neptunia » modello normale per famiglia, la lucidatrice « Neptunia » e un asciugamani elettrico « Neptunia »: per conto della Soc. Ital. *Gardy* di Torino era esposto un fornello elettrico « Ambra ». La Soc. An. *Electrolux* esponeva un aspirapolvere e una lucidatrice: quest'ultima è a forma triangolare ed ha tre spazzole circolari. La ditta *A. e V. Schaechter* di Milano presentava un apparecchio elettrico « Columbus » nel quale si trovano riuniti l'aspirapolvere e la lucidatrice.

Nelle applicazioni varie per la fattoria non vi sono novità particolari da ricordare; anche in questo campo l'industria nazionale fa grandi passi, costruisce le macchine secondo le esigenze de' nostri agricoltori e secondo quelle della tecnica e spesso accoppia alla macchina il motore elettrico; ciò vuol dire che l'elettricità si diffonderà nelle lavorazioni agricole come si è diffusa nell'industria. Ricordiamo per questo la ditta *A. Gianassa* di Milano che esponeva delle macchine elettriche per estrarre il succo dagli aranci e da' limoni e una macchina per spezzettare mandorle o buccie di limone o di arancio. Nel campo delle lavorazioni agricole più importanti esponevano la ditta *Violati & Tescari* e la ditta *Ing. Camillo Sacerdoti & C.* entrambe di Milano. La prima esponeva un complesso elettrico per aratura profonda (scasso in collina) col sistema Fowler, in cui l'aratro era stato alleggerito al massimo con una opportuna scelta de' materiali per le parti più importanti, richiedendo quindi una potenza di 25 HP soltanto; la seconda esponeva una trattrice elettrica per aratura, già esposta e provata a Verona nel marzo scorso. Entrambe le ditte meritano il plauso e l'incoraggiamento per l'attività e la passione che dedicano continuamente per il perfezionamento dei mezzi coi quali si vuole utilizzare l'energia elettrica nella lavorazione agricola più importante.

f. j.

LA MODERNA TECNICA DEI LABORATORII D'IDRAULICA

(*Hydraulic Laboratory Practice.* – JOHN R. FREEMANN. An. Soc. of M. E., New-York, 1929).

Fino dall'inizio degli studi intorno al moto delle acque apparve manifesta ai maggiori cultori della nuova scienza e fu da essi ripetutamente affermata la necessità di venire in aiuto all'indagine teorica con ricerche sperimentali, non soltanto in vista di determinazioni quantitative, ma altresì dell'osservazione qualitativa dei fenomeni.

Accanto alle classiche esperienze di Dubuat prima e di Darcy e Bazin poi, sulla resistenza offerta al movimento dell'acqua dalle pareti del condotto, sui profili di rigurgito, sulle vene stramazzanti, meritano di essere ricordate le esperienze eseguite da Fargue, Reynolds, Vernon-Harcourt per il progetto delle opere di sistemazione del tronco della Garonna che attraversa Bordeaux, del canale navigabile tra Manchester e Liverpool, dell'estuario della Senna.

Non si poteva allora parlare di metodo scientifico di ricerca poichè mancavano sicure regole per la riproduzione nel modello delle caratteristiche delle opere e dei fenomeni, e per la interpretazione e l'estensione dei risultati.

Tali esperienze venivano inoltre eseguite servendosi di installazioni di carattere provvisorio, spesso frettolosamente allestite, in condizioni d'osservazione poco favorevoli e con mezzi inadeguati.

Nel 1891 sorse a Dresda, per opera di Engels, il primo laboratorio di idraulica con carattere permanente. A titolo di curiosità ricorderemo che vi era un solo canale in zinco lungo 6 m e largo m 0.40 alimentato con una portata di 3 litri al secondo.

Soltanto coi primi del '900, la costruzione del nuovo laboratorio di Dresda e di quello di Karlsruhe, rese possibile l'inizio di una seria sistemazione di ricerche con mezzi sperimentali adeguati, colla scorta di precisi criteri, che accuratamente controllati e generalizzati, dovevano costituire poi le basi dei metodi dei modelli idrodinamici.

Gli studi dapprima eseguiti presentavano per lo più carattere teorico e l'interesse che essi destavano non andava oltre i limiti dell'ambiente scientifico.

Un campo di attività ben più vasto e di interesse più generale si aprì ai laboratori di idraulica allorchè, vinta la primitiva diffidenza con cui le ricerche su modelli venivano accolte dalla maggior parte degli ingegneri che si dedicavano alla pratica delle costruzioni idrauliche, si iniziò una collaborazione tra scienza ed industria, che doveva essere feconda dei più benefici risultati.

In pochi decenni il nuovo metodo di indagine ricevette un mirabile sviluppo in virtù principalmente dell'alto valore pratico che ad esso fu riconosciuto ai fini del buon funzionamento e dell'economia delle opere che interessano i più diversi campi delle costruzioni idrauliche (utilizzazioni idroelettriche o per irrigazione, sistemazioni fluviali, opere marittime).

Così oggi, in Europa in genere e particolarmente in Germania e nei paesi che gravitano intorno al centro culturale tedesco, esistono numerosi laboratori di idraulica, largamente dotati di installazioni sperimentali e provvisti di mezzi d'indagine, studiati ed eseguiti con ogni cura.

Ben si comprende quindi l'interesse e l'ammirazione che nell'Ing. John R. Freemann, eminente tecnico e consulente di molte importanti Società americane, suscitò la visita dei laboratori di Dresda, Karlsruhe, Berlino, Brünn, durante un breve soggiorno in Europa, nel 1924.

In tale occasione l'Ing. Freemann manifestò ai direttori dei vari istituti il desiderio — riportiamo le parole dell'Ing. Mantschoss, segretario della Verein Deutscher Ingenieure — «che in Germania e in Inghilterra fosse pubblicato un resoconto atto a testimoniare quanto era stato compiuto fino allora, a dar conto agli altri studiosi delle precise relazioni matematiche che stanno a fondamento di tali ricerche e delle limitazioni del metodo di similitudine nell'idraulica sperimentale».

Così facendo Freemann nutriva fiducia di promuovere queste indagini anche altrove, ben sapendo che i laboratori di idraulica sperimentale, per l'applicazione scientifica del metodo dei piccoli modelli, avrebbero suscitato vivo interesse in altri paesi e specialmente negli Stati Uniti. Ciò avrebbe contribuito allo sviluppo dell'ingegneria idraulica in genere, con beneficio di tutte le nazioni, tra le quali fosse stata estesamente organizzata una cooperazione scientifica sulla base di un amichevole scambio di risultati.

Aderendo con simpatia e sollecitudine al voto espresso dall'Ing. Freemann i vari Istituti sperimentali prepararono delle relazioni (necessariamente riassuntive, data l'indole delle pubblicazioni) comprendenti, oltre alcuni cenni descrittivi degli impianti, note sulle principali ricerche compiute fino a quel tempo. Esse venivano raccolte per cura della Verein Deutscher Ingenieure e pubblicate nel 1926 sotto il titolo di «Laboratori d'idraulica europei» (Wasserbaulaboratorien Europas).

Tre anni più tardi, nel 1929, l'Associazione degli Ingegneri Meccanici Americani curava, sotto la guida dell'Ing. Freemann, la preparazione di una nuova edizione, contenente oltre alle relazioni sopra accennate (di cui alcune notevolmente ampliate) brevi notizie su altri laboratori europei (italiani, norvegesi) ed americani, e note esplicative sul metodo dei piccoli modelli, sotto il titolo «Tecnica dei laboratori d'idraulica» (Hydraulic laboratory Practice).

Considerando, attraverso la lettura delle interessanti relazioni, l'attività svolta dai vari laboratori ed il prezioso contributo che essa ha apportato alla soluzione di numerosi problemi, appare quanto fosse giustificata la fiducia riposta dall'Ing. Freemann nel nuovo metodo d'indagine.

Tra i laboratori di idraulica le cui ricerche interessano quasi esclusivamente opere di utilizzazioni a scopo idroelettrico o di irrigazione ed opere di sistemazione fluviale, è fatta particolare menzione di quello annesso al Politecnico di Karlsruhe.

Senza soffermarsi sulla descrizione dell'edificio e degli impianti, basterà ricordare che alla esecuzione delle esperienze sono destinate numerose sale, di cui la maggiore, a pianterreno, occupa un'area di m^2 (75 × 12); che sono installati gruppi di alimentazione (elettropompe) per portate fino a 325 l/sec; canali sperimentali fissi e mobili (in cemento armato, in ferro, in legno, con pareti in vetro) apparecchi di misura e di osservazione accuratissimi (stramazzi, venturimetri, vasche di taratura, indicatori e registratori di livello, coordinatografi per il rilievo dei modelli, macchine di presa per riproduzione cinematografica).

Il Prof. Rhebock da circa un trentennio, sin dal sorgere cioè del primo istituto (ricostruito poi nel 1921 con maggior larghezza di mezzi e col sussidio della lunga pratica acquisita) ha diretto, con ardore e competenza veramente ammirevoli, l'esecuzione di una lunga serie di esperienze riguardanti problemi di carattere sia scientifico che pratico.

In relazione ai problemi scientifici, ricordiamo le ricerche sulle vene effluenti sopra stramazzi (in parete sottile o a larga soglia), sulle correnti a moto vario (fenomeni di transizione da corrente veloce a corrente lenta), sulla formazione e sul movimento delle acque nel sottosuolo, e le lunghe esperienze di controllo sui limiti di validità e applicabilità del metodo stesso; in relazione ai problemi pratici ricordiamo le ricerche volte alla determinazione della forma idraulicamente migliore per opere di scarico di piena (soglie sfioranti, luci con paratoie, imbocchi di canali e gallerie) o di derivazione, per dispositivi destinati allo smorzamento dell'energia e alla protezione contro le erosioni al piede di canali di scarico o di dighe tracimate (bacini di calma, platee con soglia dentata); le ricerche relative ai fenomeni di erosione, trasporto e deposito di materiali dovuti a cause naturali o alla presenza di particolari opere di attraversamento o sbarramento in corsi d'acqua a fondo e sponde mobili, e alla progettazione delle necessarie opere di sistemazione (muri di rivestimento, pennelli).

Oltre che lo studio di opere particolari, le indagini ebbero talora come oggetto la determinazione delle direttive generali per sistemazioni fluviali di grande importanza, quale quella del tronco del Reno tra Sandersheim e Mannheim in cui all'erosione delle sponde si aggiungeva la formazione di depositi longitudinali dannosi alla navigazione e che richiese accurate ricerche preliminari sulla qualità di sabbia da impiegare nella preparazione del modello onde in questo fosse convenientemente riprodotto il fenomeno naturale; e per installazioni idroelettriche come ad es. per l'impianto di Ryburg-Schwörstadt sul Reno al fine di stabilire un'orientazione della traversa e della centrale e dei muri di protezione tali da assicurare quest'ultima contro eventuali danni per interrimenti o per opera di materiali fluitanti.

Accanto al laboratorio di Karlsruhe vengono ricordati quello di *Dresda* — per le numerose indagini compiute sotto la direzione del prof. Engels, su i fenomeni di scalzamento al piede delle pile, sull'efficacia di pennelli di varie forme per la protezione delle rive in fiumi o in mare aperto — quello di *Vienna* — per ricerche sulla stabilità di dighe in terra, sul movimento di correnti a superficie libera in canali a forte pendenza, sulle erosioni in alvei di fiumi, impiegando con successo un metodo fotogrammetrico di rilevamento — quello di *Charlottenburg*, per gli studi sul fenomeno di pulsazione nei corsi d'acqua — quello di *Hannover;* quello di *Gratz*, ove il Prof. Schoklitsch compì pregevoli ricerche di carattere scientifico sul funzionamento delle vasche di oscillazione e dei sifoni autolivellatori, sulla permeabilità dei materiali da costruzione ed altre di carattere pratico su diversi tipi di dissipatori di energia e di opere di protezione contro le erosioni, al piede delle dighe tracimate; quelli di *Brünnswich* e di *Brünn*, per interessanti studi su modelli di dighe in scogliera, in terra con o senza nucleo centrale di ritenuta, e sull'efficacia di pilastri sparsi (baffle-piers) per lo smorzamento dell'energia delle correnti; quelli di *Danzica*, di *Darmstadt* e di *Tolosa*; in questo il Prof. Camichel condusse accurate esperienze per controllare la validità del metodo dei piccoli modelli idrodinamici, applicando un sistema di osservazione crono-fotografico molto utile.

Tra i laboratori le cui installazioni permettono indagini più estese, anche nel campo delle macchine idrauliche o delle costruzioni marittime sono citati quello di *Monaco*, che dispone di gruppi di alimentazione per portate fino a 2.200 mc/sec con carico di m 11 o di 1.100 mc/sec con carico di m 22 (collegando le elettropompe in parallelo o in serie) per l'esecuzione di prove su turbine, ruote, pompe centrifughe e che ha compiuto, per conto della Società del Medio Isar, pregevoli studi per opere di impianti idroelettrici; quello di *Stocolma*, con notevoli ricerche sull'erosione dovuta alle onde, sulla pressione da questa esercitata su muri verticali, sulle possibili variazioni nel regime delle correnti, nel porto di Stocolma, per effetto della regolazione del lago di Macar; quello di *Leningrado*, ove fu sperimentalmente studiata l'azione delle maree negli estuari dei fiumi lungo le coste dell'Oceano Polare, e indagato in quale misura le periodiche inondazioni di Leningrado fossero imputabili a onde indotte nel mar Baltico da fenomeni ciclonici, o al rialzamento delle acque della Neva al suo sbocco; quello di *Berlino* attrezzato prevalentemente per esperienze relative a problemi di architettura navale (resistenza di scafi, effetti delle eliche sul fondo di canali navigabili) e alla progettazione di opere connesse con la navigazione (conche, moli e frangiflutti), quantunque vi siano stati eseguiti anche pregevoli studii nel campo delle utilizzazioni idroelettriche su argomenti analoghi a quelli di cui abbiamo avuto più volte occasione di parlare.

Analogo ai precedenti per il vasto campo cui può estendere le ricerche sperimentali, ma dotato di installazioni superiori per grandiosità e per perfezione, è il laboratorio di idraulica recentemente entrato in funzione a Zurigo sotto la direzione del Prof. Meyer Peter.

Per l'esecuzione di prove su macchine idrauliche (turbine, pompe) per condotte forzate e organi accessori sono particolarmente attrezzati i laboratori di *Beauvert*, della Società Hydrothechnique di Francia, di *Kristineham* in Svezia, delle *Officine Riva* in Italia, per studii su opere marittime, quello di *Wilhelmshaven* (in cui furono condotte le interessanti ricerche per la costruzione di un porto nell'isola di Heligoland) per problemi di architettura navale, quello di *Amburgo*.

Se nel precedente elenco non è fatto cenno del laboratorio di Stra e di quelli annessi alle scuole d'Ingegneria di Roma, Milano, Padova, Pisa, ciò è dovuto al fatto che l'esiguità sia delle installazioni sperimentali di cui sono dotati che dei fondi a disposizione per il funzionamento, e la mancanza di divulgazione del metodo dei modelli idrodinamici fuori di una ristretta cerchia di studiosi, hanno impedito in generale fino ad

oggi l'esecuzione di ricerche paragonabili a quelle compiute nei laboratori esteri. Soltanto in rari casi, tenaci ed appassionate iniziative individuali hanno potuto trionfare di tale stato di cose, come a Pisa, dove sono stati condotti pregevoli studi su profili di dighe tracimanti ed esperienze relative al progetto di sifoni autolivellatori e di un dissipatore di energia per un impianto dell'Evançon, nonchè ricerche sulla forma da assegnare all'imbocco e allo sbocco di un sifone attraverso una vallata presso Herin, e a Padova, con indagini su diversi tipi di sifoni autolivellatori.

Anche in America le ricerche di idraulica sperimentale hanno avuto scarso sviluppo nei laboratori di Cornell nello Stato di Ithaca, e di Worcester nel Massachusset, dotati di installazioni assai inferiori a quelle dei moderni laboratori europei.

Di utile completamento alla descrizione delle principali ricerche eseguite nei vari istituti riescono alcune note, pubblicate in appendice dai Proff. Winkel, Marzolo, Reynolds, Freemann e Chik, e concernenti i fondamenti teorici di quei princìpi di similitudine dinamica (noti sotto il nome di leggi di Froude-Reech, e di Reynolds) che costituiscono la base scientifica del nuovo metodo di indagine.

La lettura del libro fornisce una chiara sintetica visione dello sviluppo dell'idraulica sperimentale.

Alla sincera ammirazione che suscitano nel lettore italiano l'estensione e l'importanza delle applicazioni pratiche del metodo dei modelli idraulici presso gli Istituti esteri, si unisce un senso di doloroso stupore e un vivo desiderio di emulazione. Ben poco infatti è stato compiuto finora in questo campo dal nostro paese che pure alle discipline idrauliche dette un tempo i maggiori cultori, e per il quale la soluzione dei problemi connessi con l'economia delle acque presenta interesse fondamentale.

G. M.

LE PROVE DEI TRASFORMATORI

General Electric Review, febbraio 1930 – G. CAMILLI.

Nell'ultima parte del suo studio, di cui abbiamo già riassunto le prime tre (1), l'A. si occupa della prova di isolamento, della regolazione e del rendimento dei trasformatori.

Le prove di isolamento sono: 1) prova ad alta tensione per l'isolamento fra gli avvolgimenti e fra gli avvolgimenti e massa; 2) prova con tensione indotta per l'isolamento fra le spire.

1) *Prova ad alta tensione.* – Deve seguire immediatamente la prova di resistenza a caldo; per trasformatori in olio bisogna però prima prelevare un campione di olio per la prova di rigidità dielettrica. Se il trasformatore non è stato sottoposto alla prova di riscaldamento, la prova ad alta tensione non deve essere applicata ai trasformatori in olio che dopo un riposo di una o due ore per trasformatori di media grandezza a bassa tensione, e di cinque a sei ore per grandi trasformatori ad alta tensione.

La durata della prova ad alta tensione deve essere di un minuto, salvo prescrizioni speciali.

Il trasformatore va preparato per la prova riempiendolo d'olio fino al livello voluto, e collegando i morsetti dell'avvolgimento in prova fra loro e al morsetto di linea del trasformatore di prova. I conduttori devono avere un diametro esterno di almeno ¼" e dare un buon collegamento meccanico coi morsetti del trasformatore. Fra il trasformatore di prova e quello in collaudo non deve essere posta nessuna resistenza, per evitare cadute di tensione al passaggio della corrente di carica; è invece permesso usare bobine di reattanza in prossimità o direttamente ai morsetti del trasformatore di prova.

La regolazione della tensione si può fare in varî modi; p. es. per mezzo di una resistenza collegata con l'avvolgimento a bassa tensione del trasformatore di prova e tale da permettere il passaggio di una corrente pari ad almeno cinque volte la corrente d'eccitazione del trasformatore in qualsiasi condizione. Lo scopo di questa disposizione è di avere una forma d'onda regolare.

Altri metodi che possono usarsi per la regolazione della tensione sono: un regolatore a induzione nel circuito a b. t. del trasformatore di prova; o la variazione dell'intensità del campo dell'alternatore.

Per prove a tensioni oltre 125 kV, bisogna prima regolare lo spinterometro a sfere e la sua resistenza in serie in corrispondenza alla tensione di prova desiderata; quindi aumentare la tensione fino a provocare la scarica sullo spinterometro e notare la lettura del voltmetro nell'istante della scarica. La scarica va ripetuta tre volte, prendendo nota della lettura media del voltmetro. Quindi si regola lo spinterometro per una tensione di scarica del 20% maggiore e si aumenta nuovamente la tensione, finchè il voltmetro reca la stessa lettura che era stata determinata come la media nella misura precedentemente accennata; tale tensione va mantenuta per il tempo stabilito e quindi ridotta lentamente a zero.

Quando la tensione di prova sia di 125 kV o meno, oltre al sistema ora indicato si può adottare il seguente: si regola lo spinterometro con la resistenza in serie a una tensione del 20 % superiore alla desiderata; si aumenta la tensione finchè la bobina voltmetrica del trasformatore in prova indica la tensione di prova esatta. Questa tensione va mantenuta per il tempo voluto e quindi ridotta lentamente a zero.

Per scacciare l'aria dal trasformatore prima di applicare la tensione di prova, a tutti i trasformatori che vengono sottoposti a una prova di tensione di 100 kV od oltre deve venire applicata per la durata di un minuto una tensione pari all'80 % di quella di prova, tensione che va poi ridotta lentamente a zero; il trasformatore va quindi lasciato riposare per almeno due minuti prima di sottoporlo alla tensione di prova.

La tensione di prova va applicata partendo da un valore pari a un quarto o meno del valore finale e aumentata di ca. 100 kV al minuto; il tempo richiesto per aumentare la tensione non deve essere minore di mezzo minuto nè maggiore di un minuto e mezzo.

L'articolo dà anche alcune indicazioni per l'uso dello spinterometro, che deve essere posto il più vicino possibile al trasformatore in prova e deve essere munito di una resistenza non induttiva in serie di ca. un ohm per ogni volt della tensione di prova, e ciò allo scopo di prevenire oscillazioni ad alta frequenza e di limitare la corrente risultante. La forma migliore per questa resistenza è quella a tubo d'acqua.

Viene anche data una tabella con le distanze esplosive alle varie tensioni di spinterometri con sfere di diverso raggio, e un'altra tabella coi fattori di correzione delle tensioni di scarica a seconda della densità dell'aria.

2) *Prova con tensione indotta.* – La prova con tensione indotta è l'ultima da applicare ai trasformatori ed ha come si è detto lo scopo di verificare l'isolamento fra le spire e fra le bobine dell'avvolgimento e di vedere se la prova ad alta tensione precedente ha provocato qualche guasto agli avvolgimenti.

La tensione da applicare va da due a quattro volte la normale, come è indicato nella tabella seguente, e la durata d'applicazione è normalmente di un minuto.

Prova a tensione indotta.

Tipo del trasformatore	Caratteristiche del trasformatore	Tensione di prova
Monofase	kVA $\leqq$ 100 Tensioni { b. t. < 2500 V A. T. < 2500 V	4 volte la tensione normale per spira
Monofase	kVA $\leqq$ 100 Tensioni { b. t. < 2500 V 2500 < A.T. < 3300 V	3 volte la tensione normale per spira
Monofase	kVA $\leqq$ 100 Tensioni { b. t. < 2500 V 3300 < A.T. < 4000 V	2.5 volte la tensione normale per spira
Monofase	Quando la tensione è $\geqq$ 66 kV per collegamenti ⅄/⅄	3.46 volte la tensione di una colonna + 1000 V (fra linea e terra)
Monofase	Quando la tensione è $\geqq$ 66 kV per qualunque collegamento tranne ⅄/⅄	2.73 volte la tensione di una colonna + 1000 V (fra linea e terra)
Trifase	Per tensioni $\geqq$ 66 kV	3.46 volte la tensione di una colonna + 1000 V (fra fase e fase). 2.73 volte la tensione di una colonna + 1000 V (fra fase e terra).
Monofase Trifase	Qualsiasi altro caso	2 volte la tensione di esercizio per spira

(1) Vedi *L'Energia Elettrica*, aprile 1930 pag. 358.

La sorgente di energia deve dare una corrente di forma approssimativamente sinusoidale e di una frequenza tale che la corrente di eccitazione del trasformatore in prova non ecceda il 30 % ca. della corrente normale dell'avvolgimento eccitato. Quando si usi una frequenza superiore a quella corrispondente a tale limitazione della corrente, il tempo di applicazione di tale frequenza deve essere corrispondentemente ridotto.

Il valore iniziale della tensione applicata deve essere uguale o minore di un quarto del valore massimo e venire aumentato in modo continuo fino a tale valore in un tempo non minore di 15 secondi; dopo aver mantenuto la tensione al valore massimo per il tempo prescritto, la si diminuisce, in un tempo non minore di 5 secondi, a un quarto o meno del valore massimo prima di aprire il circuito.

Coi trasformatori che hanno un avvolgimento messo a terra, destinati all'esercizio su reti con neutro a terra, si devono prendere precauzioni speciali per evitare forti sollecitazioni elettrostatiche fra gli avvolgimenti e la terra, e l'articolo enumera appunto tali accorgimenti, comprendenti la formazione di una terra durante la prova sul secondo avvolgimento (e anche sul terzo se gli avvolgimenti sono tre).

L'aumento della corrente di carica in corrispondenza alla maggior frequenza della prova e la maggior tensione della prova a tensione indotta può produrre un forte aumento di tensione in seguito all'aumentata reattanza del trasformatore alla frequenza più alta; la tensione indotta nell'avvolgimento ad alta tensione può quindi essere maggiore di quella corrispondente al rapporto di trasformazione e pertanto è opportuno collegare all'avvolgimento ad A. T. uno spinterometro a sfere, come limitatore di tensione.

Quando poi il trasformatore in collaudo non resiste alla prova ad alta tensione, bisogna sottoporlo a una prova a tensione indotta prima di smontarlo. In trasformatori trifasi, dove si è avuta perforazione su una fase, la prova a tensione indotta va applicata alle altre due fasi, una alla volta, ed entrambi gli avvolgimenti delle due fasi non in prova vanno messi a terra. Con trasformatori a mantello, bisogna anche fare una prova a tensione indotta su ogni fase, con entrambe le altre fasi in corto circuito.

Caduta di tensione. – L'A. ricorda la definizione contenuta nelle Norme A. I. E. E., e accenna come la caduta di tensione si possa determinare collegando un carico al trasformatore e rilevando l'aumento nella tensione secondaria quando il carico viene staccato. Questo metodo è però poco raccomandabile, sia perchè la spesa per la prova non è indifferente, sia per la piccola differenza fra le tensioni secondarie a vuoto e a pieno carico.

È molto meglio calcolare la caduta di tensione in base alla misura della tensione di impedenza e alle relative perdite, e a questo proposito l'A. ricorda la nota formula:

$$\text{Caduta di tensione percentuale} = \cos\varphi \times \% IR + \text{sen}\,\varphi \times \% IX + \frac{(\cos\varphi \times \% IX - \text{sen}\,\varphi \times \% IR)^2}{200}$$

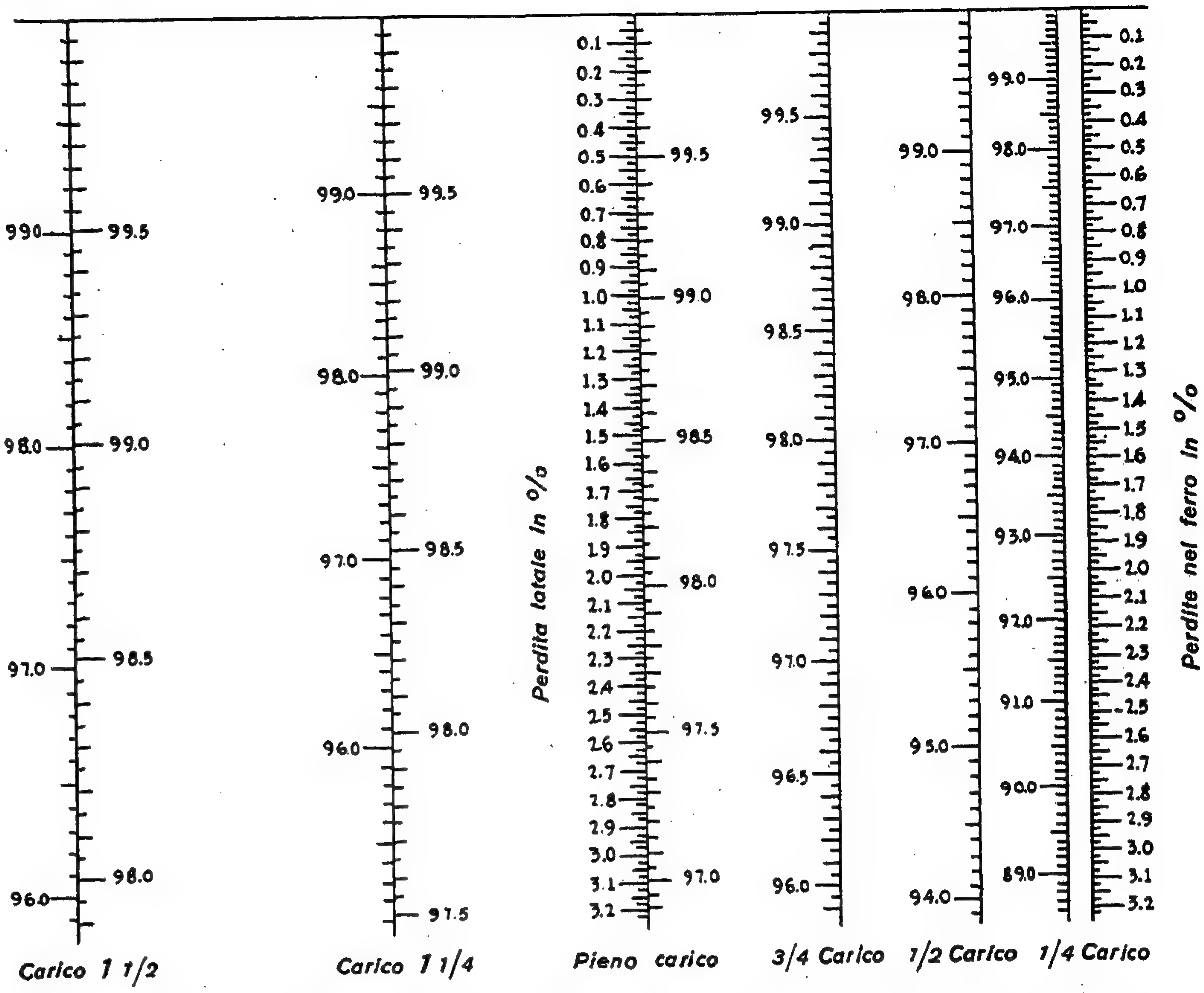


Fig. 1. - Nomogrammi per il calcolo dei rendimenti ai vari carichi (la lettura dei rendimenti ai carichi 1½ e 1¼ sulle scale a sinistra si fa raddoppiando sulle scale i valori percentuali delle perdite nel ferro e totali).

Rendimento. – Vengon ricordate nello studio le prescrizioni dell'A. I. E. E. per la determinazione del rendimento ai diversi carichi e con diversi fattori di potenza. Nella fig. 1 è rappresentato un nomogramma per il calcolo rapido dei rendimenti: con fattore di potenza uguale all'unità si legge direttamente il rendimento sul nomcgramma: si collegano cioè con una retta i punti che sulle apposite scale indicano la perdita totale e la perdita nel ferro; dove questa retta incontra le scale dei rendimenti relativi ai varî carichi, si legge senz'altro il rendimento corrispondente.

Per servirsi del nomogramma per qualsiasi fattore di potenza, bisogna esprimere le perdite come percentuale della potenza ricavata, ciò che si ottiene dividendo la perdita percentuale con fattore di potenza uno per il fattore di potenza di cui si tratta.

m. a.

Necrologio

L'ING. GAETANO BONOMI

Uno dei veterani dell'industria elettrica si è spento il 12 giugno nella sua villa di Lecco: l'ing. Gaetano Bonomi.

Nato a Lodi nel 1866 si laureò nel Politecnico di Milano nel 1889. Dal 1889 al 1898 progettò e diresse i lavori dell'Impianto Idroelettrico del Cotonificio Sutermeister di Intra, contemporaneo all'impianto di Tivoli.

Nel 1898, dalla « Società Gas » di Lecco di allora, trasformatasi poi in « Società Gas ed Elettricità », fu incaricato dei progetti e della direzione dei lavori per una Centrale Termica e per gli impianti idroelettrici nella Valle Taleggio e sul Brembo.

In seguito studiò l'utilizzazione idraulica dell'Alta Valle del Brembo e dei Laghi Gemelli e promosse la costituzione della Società Forze Idrauliche Alto Brembo.

Nel 1906 costituitasi la Società Orobia, l'ing. Bonomi assunse la carica di Consigliere delegato, carica che mantenne sino alla fine accompagnando la Società nel suo fiorente sviluppo.

La sua lunga esperienza, il suo equilibrio e la sua attività lo facevano consigliere apprezzato di molte società e imprese elettriche.

La sua scomparsa ha lasciato nei colleghi, nei collaboratori suoi e in quanti lo conobbero il più vivo compianto.

L'Energia Elettrica — alla quale l'Estinto quale Sindaco della SERIE dedicò sempre il più vivo interessamento — invia alla Sua memoria un memore, riconoscente saluto.

Atti Ufficiali

dell' Unione Nazionale Fascista Industrie Elettriche (UNFIEL)

VERBALE DELL'ASSEMBLEA GENERALE ORDINARIA DEL 31 MAGGIO 1930-VIII

La riunione ha luogo a Roma nella Sala della Confederazione dell'Industria in Piazza Venezia, 11 alle ore 15.

Risultano presenti o rappresentate le Associate di cui all'elenco seguente che complessivamente dispongono di 2117 voti su 2790:

Società Generale Elettrica dell'Adamello - Milano
Società Adriatica di Elettricità - Venezia
Società Idroelettrica dell'Allione - Milano
Società Elettricità Alta Italia - Torino
Società Elettrica Alto Cremonese - Milano
Società Elettrica Alto Milanese - Busto Arsizio
Impresa di Elettricità Cav. Nunzio Antonecchia - Casalcipriano
Società Forze Idrauliche dell'Appennino Centrale - Pistoia
Società Banfi per Distribuzione di Energia Elettrica - Milano
Società Idroelettrica del Barbellino - Milano
Società Bellunese per l'Industria Elettrica - Belluno
Società Bolognese di Elettricità - Bologna
Società Elettrica Bresciana - Brescia
Società Brioschi per Imprese Elettriche - Milano
Società Elettrica Bruzia - Cosenza
Società Elettrica delle Calabrie - Napoli
Società Elettrica della Campania - Napoli
Società An. Canturina - Cantù
Società Imprese Elettriche della Capitanata - Foggia
Società per l'illuminazione Elettrica di Chiavenna - Chiavenna
Società An. Nazionale Cogne - Torino
Società Idroelettrica Comacina - Como
Compagnia Imprese Elettriche Liguri « Cieli » - Genova
Imprese Elettriche Consoli - Militello
Società Elettrica Cuggionese - Milano
Società Elettrica di Campodolcino - Milano
Impresa Elettrica di Candela Del Pesce & C. - Candela
Impresa Elettrica De Petris Nicola - Vico Garganico
Società Dinamo - Milano
Società Gen. Italiana Edison di Elettricità - Milano
Società Elettricità e Gas di Roma - Roma
Soc. Elettro Agricola Toscana - Livorno
Società Emiliana Esercizi Elettrici - Parma
S. A. Gas ed Elettricità di Erba Incino - Incino
Società Euganea di Elettricità - Este
Forza e Luce - Bari
Società per l'Utilizzazione delle Forze Idrauliche del Veneto - Venezia
Società per Impianti ed Esercizi Elettrici - Napoli
Impresa Pubblici Servizi - Riva
Società Industriale Trentina - Trento
Società Elettrica Interprovinciale - Verona
Società Elettrica Interregionale Cisalpina - Milano
Società Idroelettrica dell'Isarco - Milano
Società Elettrica Istriana - Pola
Società Elettrica Italia Centrale - Firenze
Società per l'Illuminazione e Distribuzione di Energia Elettrica - Mazzara del Vallo
Società Laziale di Elettricità - Roma
Impresa Elettrica Fratelli Leone e Conte - Carloforte
Società Idroelettrica Ligure - Spezia
Società Elettrica Ligure Piemontese - Genova
Società Ligure Toscana di Elettricità - Livorno
S. A. Litoranea di Elettricità - Venezia
Società Lombarda per Distrib. di energia elettrica - Milano
Società Lucana per Imprese Idroelettriche - Potenza
Società Elettrica Maremmana - Livorno
Società Idroelettrica Monviso - Verzuolo
Società Mediterranea di Elettricità - Roma
Società Meridionale di Elettricità - Napoli
Società Elettrica Mesagnese - Mesagne
Società Elettrica Milani - Verona
Società Forze Idrauliche del Moncenisio - Torino
Società Generale Elettrica Napoletana - Napoli
Società Nazionale Sviluppo Imprese Elettriche - Milano
Società Elettrica Aldo Netti - Orvieto
Officine Elettriche Genovesi - Genova
Officine di Energia Elettrica di Novara - Novara
Officine Elettriche dell'Isonzo - Trieste
Società An. Orobia - Lecco
Società Idroelettrica dell'Ozola - Milano
Società Elettrica Padana - Ferrara
Società Pavese di Elettricità A. Volta - Pavia
Società Piemonte Centrale di Elettricità - Torino
Società Piemonte Orientale di Elettricità - Milano
Società Pugliese di Elettricità - Bari
Società Elettrica Radio - Sperone
Società Elettrica Romagnola - Ravenna
Società Distribuzione Energia Elettrica Riviera di Ponente Imperia
Soc. Elettrica del Sannio - Napoli
Società Elettrica Sarda - Cagliari
Forze Idrauliche della Sila - Napoli
Società Idroelettrica Piemonte - Torino
Imprese Elettriche Scrivia - Genova
Società Elettrica Suburbana - Milano
Lanificio Fratelli Tavani - Chieti
S. A. di Elettricità del Ticino - Milano
Società Trentina di Elettricità - Milano
Società Forze Idrauliche di Trezzo sull'Adda - Milano
Società Gen. Elettrica Tridentina - Milano
Unione Esercizi Elettrici - Milano
Società Elettrica Valdarno - Firenze
S. A. Valguarnerese Ind. Elettriche - Valguarnera
Società Varesina per Imprese Elettriche - Varese
Società Elettrica del Veneto Centrale - Padova
Società Forze Idrauliche della Venezia Giulia - Trieste
Società Idroelettrica Vizze - Milano
Società Volsinia di Elettricità - Roma

Sono fra i presenti il Presidente della Sezione Tecnologica Ing. Taccani e numerosi Membri del Comitato e del Consiglio. Alle ore 15 il Presidente On. Motta assume la Presidenza e, constatato che il numero dei voti presenti è valido a tutti gli effetti statutari, dichiara aperta la seduta.

Dopo un saluto ai presenti l'On. Motta inizia l'esposizione delle

COMUNICAZIONI DELLA PRESIDENZA E DEL CONSIGLIO.

1° Rapporti coi poteri centrali.

Il Presidente ricorda che lo Statuto della UNFIEL all'art. 4 assegna alla Associazione lo scopo di promuovere in Italia, nell'interesse dell'economia nazionale, lo sviluppo della produzione e distribuzione di energia elettrica. Per il raggiungimento

di tale scopo la Associazione dovrà procedere nei due modi statutari di cui il Presidente dà lettura.

Mentre sul secondo punto la UNFIEL ha corrisposto pienamente al suo scopo, per ciò che riguarda invece il primo si è fatto ogni sforzo per realizzare la collaborazione, ma purtroppo non sempre essa ha potuto essere attuata in pieno. Secondo l'On. Motta la collaborazione, per essere effettivamente tale, dovrebbe essere basata su un piede di perfetta parità, vale a dire i nostri rappresentanti dovrebbero essere ammessi a discutere e decidere nel seno stesso delle Commissioni e dei Consigli cui è devoluto di occuparsi comunque della nostra industria. Invece per solito o non siamo interpellati oppure siamo invitati a presentare le nostre ragioni, sulle quali poi in nostra assenza vengono emessi giudizi e prese decisioni che l'esperienza ha mostrato spesso necessitare di ulteriori discussioni.

2º Testo Unico.

Il Presidente, dopo ricordati i notissimi precedenti della questione, informa che ultimamente parrebbe fosse stato ristretto l'oggetto della legge alle sole norme riguardanti le acque lasciando in sospeso quelle concernenti l'elettricità (linee sopratutto).

Il Presidente ricorda anche che in un primo tempo pareva che, fra altro, nel Testo Unico dovesse essere sancito il principio dell'intervento dello Stato nella determinazione dei prezzi e delle tariffe della energia elettrica.

Ma mercè l'intervento diretto del Capo del Governo in accordo col compianto Ministro Bianchi è stato possibile ottenere un risultato tangibile: quello di eliminare dal disciplinare per il Flumendosa la clausola basata sull'art. 30 della legge 9 ottobre 1919, n. 2161 secondo la quale era riservato al Governo di dettare norme riguardanti le tariffe dei consumi.

Il Presidente, ad onta delle difficoltà residue, è ottimista circa l'accoglimento della nostra tesi, anche perchè in tutte le trattative relative al Testo Unico l'opera della UNFIEL è sempre stata approvata ed appoggiata dalla Confederazione dell'Industria.

3º Rapporti con l'Azienda della Strada.

Il Presidente precisa che le osservazioni fatte da noi al R. Decreto Legge 2 dicembre 1928, osservazioni che i soci già conoscono avendo l'argomento formato anche oggetto di pubblicazioni negli atti ufficiali della UNFIEL nella Rivista *L'Energia Elettrica*, si raggruppano intorno a due concetti principali.

Da una parte egli ha dimostrato, anche con un discorso pronunciato espressamente alla Camera, che il diritto di concessione dato a tutti i comuni per l'esecuzione delle linee elettriche, mentre contradice alla legislazione precedente, creerebbe in pratica un marasma inevitabile e determinerebbe l'impossibilità di costruire le linee. D'altro canto le norme tecniche ed i canoni che si vorrebbero imporre per l'esecuzione degli attraversamenti causano oneri inutilmente gravi. Sul primo punto ebbimo il più pieno consenso dei relatori tanto alla Camera (On. Bertacchi) quanto al Senato (Sen. De Vito) e quindi S. E. Crollalanza ammise che su tale punto la legge deve essere riveduta per eliminare il gran inconveniente. Sul secondo punto siamo intervenuti con Memoriali e non ci resta che sperare nel favorevole giudizio degli organi governativi dappoichè la nostra richiesta di collaborazione nel senso prima esposto non è stata accolta.

4º Riserve ferroviarie.

Altro argomento importante del quale la UNFIEL ha dovuto occuparsi negli ultimi tempi è quello delle riserve di energia: le Ferrovie dello Stato hanno chiesto che la riserva prevista a loro favore dall'art. 38 del R. D. L. 9 ottobre 1919 n. 2161 venga estesa a tutta la durata della concessione. Non abbiamo mancato di fare presente al Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici (III Sezione) la gravità dell'onere rappresentato da questa richiesta, la quale aggiungendosi alle altre riserve eleva nientemeno che al 50 % l'energia della quale il concessionario non può disporre che aleatoriamente. Il Relatore incaricato dell'esame della questione ha però opinato che la richiesta non costituisce un onere per il concessionario, il quale secondo lui non deve preoccuparsi della riserva, potendo egli, quando l'opzione venisse esercitata, provvedere con nuovi impianti alla sostituzione dell'energia ritirata dalle Ferrovie. Il Presidente mette in rilievo l'erroneità e l'assurdità di questa conclusione, la quale cozza contro due ostacoli: il primo rappresentato dalla limitazione delle disponibilità di forze idrauliche;

il secondo dall'impossibilità pratica di imporre nuovi investimenti ad una azienda qualsiasi. Siamo in attesa di decisioni; ma non possiamo essere ottimisti anche e sopratutto perchè noi non possiamo far sentire le nostre ragioni in seno agli organi che dovranno, sia pure consultivamente, deliberare. Noi abbiamo infatti chiesto di esser ammessi a far parte del Consiglio Superiore dei LL. PP. o in seno alla III Sezione oppure nella sezione speciale di cui è cenno all'art. 7 del R. Decreto legge 16 dicembre 1926, ma anche tale richiesta fu respinta.

5º Comitato interconnessioni.

Il Presidente ricorda gli scopi per i quali due anni or sono venne creato questo Comitato consultivo, e quelli che gli vennero successivamente aggiunti. Recentemente è stato deciso che esso si occupi anche dei prezzi e condizioni della distribuzione per uso agricolo e furono chiamati nel Comitato nuovi Membri in rappresentanza degli agricoltori. In vista di ciò abbiamo chiesto che ci vengano assegnati nuovi posti. Il Ministro dei LL. PP. ha consentito alla nostra richiesta, autorizzandoci, non appena il provvedimento relativo sarà definitivo, a designare altri due nostri rappresentanti.

6º Riforma daziaria.

Il Presidente ricorda i voti emessi a proposito della tassazione sull'energia elettrica dal nostro Congresso di Trento e da quello di Pescara della A. E. I. Purtroppo tali voti non sono stati accolti dal Governo che anzi nella recente riforma daziaria la tassazione sulla energia elettrica è stata nuovamente inasprita, il che non potrà che ripercuotersi sul consumo e sulla diffusione delle varie applicazioni. La UNFIEL è immediatamente intervenuta presso il Ministro delle Finanze facendo anche presente la sperequazione sempre più grave venuta a crearsi fra la tassazione della luce elettrica e quella della luce ottenuta col gas. Il Ministro ha risposto che pur apprezzando gli argomenti esposti non era possibile tenerne conto.

6º Attività della Sezione Tecnologica.

Il Presidente espone brevemente quale è stato durante l'anno l'attività della Sezione Tecnologica.

I rapporti con l'Associazione Elettrotecnica Italiana, sensibilmente migliorati, ad opera specialmente del nuovo Presidente Prof. Ing. Bordoni, hanno consentito di procedere di comune accordo alla nomina dei sottocomitati del C. E. I.

La designazione dei Membri dei seguenti Sottocomitati è stata fatta in modo paritetico:

Sottocomitato Tensioni normali (Presidente Ing. A. Del Buono);
» Norme impianti (Presidente Ing. P. Ferrerio);
» Regolamentazione linee (Presidente Ing. G. L. Fano);
» Cavi e Conduttori Isolati (Presidente Ing. C. Palestrino);
» Olii (Presidente Ing. O. Ghetti);
» Interruttori (Presidente Ing. G. Cenzato);
» Macchine (Presidente Ing. Morelli);
» Strumenti di Misura (Presidente Prof. Barbagelata);
» Motori Primi Idraulici (Presidente Prof. Rebora);
» Motori Primi Termici (Presidente Ing. Anastasi).

Dei primi sei Sottocomitati anche il nome del Presidente è stato designato dalla UNFIEL.

Negli altri Sottocomitati (Nomenclatura, Simboli, Alluminio, Radiotrasmissioni, Norme di bordo, Materiale trazione) la UNFIEL ha un solo rappresentante.

Il Presidente accenna anche alla creazione in seno alla Sezione Tecnologica delle Commissioni permanenti di studio a cui partecipano rappresentanti di tutti gli aggruppamenti associati.

L'ordinamento generale di queste commissioni verrà fra breve riveduto allo scopo di eliminare alcune interferenze che in un primo tempo sono state inevitabili.

Il Presidente coglie l'occasione per raccomandare a tutte le Associate di seguire con la massima diligenza i lavori della Sezione Tecnologica e di corrispondere sempre con precisione e larghezza alle richieste che vengono loro rivolte.

La Sezione Tecnologica ha pure partecipato e prenderà parte nel prossimo mese alla Conferenza Mondiale dell'Energia con l'intervento dell'Ing. Taccani che è Membro della Delegazione ufficiale e di numerosi soci tecnologici.

Il Presidente dà anche notizia della ricostituzione dell'Ufficio di Propaganda per l'illuminazione razionale « Ansi », il quale è stato costituito per un altro triennio sotto forma di ufficio autonomo, al cui funzionamento concorrono da una parte i fabbricanti di lampadine e dall'altra le imprese elettriche iscritte alla UNFIEL. Non è stato invece possibile costituire un analogo ufficio, per le applicazioni domestiche, in causa della mancata adesione della maggior parte delle case costruttrici di apparecchi. La Sezione Tecnologica sta però provvedendo sia pure con mezzi più modesti, a qualche iniziativa in questo campo. All'uopo è stato anche assunto un apposito personale.

Il Presidente ricorda anche l'opera svolta dalla Associazione per persuadere le Associate ad acquistare contatori italiani, onde poter mettere in grado le fabbriche italiane di resistere al dumping che viene esercitato a loro danno.

***

La Relazione del Presidente è alla fine vivamente applaudita da tutti i presenti.

***

Approvazione del bilancio consuntivo al 31 Dicembre 1929.

All'inizio della seduta sono stati distribuiti ai presenti: la relazione del Tesoriere economo, la relazione dei revisori dei conti e il bilancio consuntivo al 31 dicembre 1929.

I tre documenti vengono approvati all'unanimità.

***

Nomina dei revisori per il 1930

Il Presidente ricorda che a norma dell'art. 21 dello Statuto devono essere nominati i due revisori dei conti per l'esercizio relativo al 1° semestre 1930. Vengono rieletti per acclamazione i revisori uscenti Comm. Ing. Augusto Biagini e Comm. Adolfo Rossi

***

Elezione di un terzo dei Membri del Consiglio

Il Presidente informa che l'Assemblea generale a sezioni unite (economica e tecnologica) deve ora procedere al rinnovo di un terzo dei componenti del Consiglio. Per compiuto triennio scadono:

Per la Sezione Economica: Bocciardo, Chiesa, Coltri, Fano e Rossi Antonio;

Per la Sezione Tecnologica: Broggi, Guastalla e Taccani.

Essendo tutti rieleggibili il Presidente propone che essi vengano rieletti per acclamazione. La proposta è approvata alla unanimità.

***

Non essendovi altri argomenti da discutere, e nessuno dei presenti avendo chiesto la parola, il Presidente dichiara chiusa l'assemblea e toglie la seduta alle ore 17.

NORME

per la fornitura dei cavi in carta impregnata (1)

(Testo predisposto e rielaborato dal Comitato Elettrotecnico Italiano)

SOMMARIO

CAPITOLO I.

Generalità.

101. Le presenti Norme riguardano i cavi impiegati nella trasmissione e nella distribuzione di energia elettrica isolati con carta impregnata di adatta miscela e rivestiti con tubo di piombo, a sua volta protetto o non con adatta armatura metallica.

Scopo di queste Norme è di fornire gli elementi per la richiesta e per il collaudo di tali cavi.

102. Le Norme si limitano per i cavi ad 1 solo conduttore, fino alla tensione di 60 kV tra fase e fase, oppure 35 kV tra fase e la terra, e per i cavi a più conduttori fino alla tensione di 30 kV tra le fasi.

103. *Indicazioni da accompagnarsi alle richieste dei cavi.* (Le indicazioni segnate con * sono sempre necessarie):

a) indicazioni riguardanti l'esercizio;

*1) corrente continua o alternata;

2) frequenza;

*3) tensione normale di esercizio (tra le fasi, se per corrente alternata);

4) intensità della corrente a carico normale, eventuali sovraccarichi e loro durata;

b) *indicazioni riguardanti il tipo di cavo;*

*1) numero dei conduttori;

2) forma della sezione dei conduttori (rotondi o settorali);

*3) sezione nominale dei conduttori (v. N° 202);

*4) rivestimento di piombo nudo o di piombo protetto con tessili catramati o con armatura di nastri di ferro o di fili di ferro;

c) *indicazioni riguardanti i quantitativi;*

*1) lunghezza complessiva del cavo;

2) lunghezza desiderabile per le singole pezzature (in mancanza di questa indicazione le lunghezze delle singole pezzature saranno fissate dal fabbricante);

(1) Nel pubblicare le **Norme per la fornitura dei cavi in carta impregnata** e quelle **per l'ordinazione ed il collaudo di motori primi idraulici**, preghiamo i Colleghi della Sezione Tecnonologica, di farci avere entro tre mesi da questa pubblicazione le eventuali osservazioni alle suddette Norme, che saranno riunite e coordinate dalla Unfiel e quindi esaminate dalle competenti sottocommissioni del C. E. I.

d) *indicazioni riguardanti la posa;*

1) posa diretta nel terreno, o in condotti, o in aria, o in acqua;

2) posa di più cavi nella stessa trincea o nello stesso condotto.

CAPITOLO II.

Specificazione costruttiva. Verifiche e tolleranze relative.

201. *Conduttore*. Il conduttore è formato con fili o corde di rame. Conduttori di alluminio non sono contemplati dalle presenti Norme.

Il rame impiegato deve essere ricotto o possedere una resistività non superiore a 1,755 microohm-centimetro alla temperatura di 20° C. La conducibilità del rame deve risultare pertanto non inferiore al 98% di quella del rame campione internazionale (1).

Per riportare a 20° C. il valore della resistenza elettrica misurato a t°C si impiegherà il coefficiente di temperatura

$$a = \frac{1}{234{,}5 + t}$$

Come valore della densità a 20° C. si assumerà il valore 8,89.

202. Le *sezioni normali* raccomandate sono quelle segnate nella Tabella N.° 1 e sono da indicarsi col valore della sezione nominale espresso in mm².

TABELLA N. 1.

Sezioni normali e formazione delle corde.

Sezione nominale mm²	Numero dei fili della corda e loro diametro in mm	Sezione effettiva mm²
5	1 × 2,5	5,31
8	1 × 3,2	8,04
10	1 × 3,5	9,62
16	7 × 1,7	15,89
20	7 × 1,9	19,85
25	7 × 2,15	25,41
35	7 × 2,5	34,36
50	19 × 1,8	48,35
75	19 × 2,25	75,55
100	19 × 2,6	100,87
120	37 × 2,0	116,24
150	37 × 2,25	147,12
180	37 × 2,5	181,62
200	37 × 2,6	196,44
240	61 × 2,25	242,54
325	61 × 2,6	323,87
400	61 × 2,9	402,92
500	61 × 3,2	490,59
600	91 × 2,9	601,07
750	91 × 3,2	731,87
1000	127 × 3,2	1021,39

Il diametro dei fili elementari delle corde non è impegnativo per il fabbricante.

La sezione effettiva è definitiva come la somma delle sezioni dei singoli fili componenti la corda. Nel cavo essa sarà verificata sommando le sezioni dei singoli fili, calcolate dal peso a mezzo del valore sopracitato della densità. La sezione così risultante non dovrà essere inferiore di oltre il 3% alla sezione effettiva data dalla Tabella N° 1.

La resistenza elettrica per chilometro a 20° C non dovrà essere superiore di oltre il 3% per i fili e di oltre il 4% per le corde al valore $\frac{17{,}58}{S}$ Ω, dove S è la sezione effettiva espressa in mm².

Per le sezioni non corrispondenti a quelle della Tabella N° 1 il fabbricante comunicherà all'acquirente il valore della sezione effettiva; e varranno ancora le norme e le tolleranze sopra riportate per quanto riguarda la determinazione della sezione e la resistenza elettrica.

203. *Isolante*. L'isolante sarà costituito da nastri di carta avvolti ad elica sui conduttori in modo da formare uno strato di spessore uniforme, che sarà impregnato di miscela isolante.

Lo spessore dell'isolante sarà fissato dal fabbricante e da questi comunicato all'acquirente nella conferma dell'ordine.

Nei cavi a più conduttori, i conduttori stessi saranno isolati separatamente e saranno riuniti ad elica con inserzione di riempitivi di carta o di tessili, per evitare spazi vuoti e dare forma circolare al complesso; indi verrà applicata una fasciatura di nastri di carta avvolti ad elica in modo da assicurare tra conduttore e piombo lo stesso spessore isolante, come tra conduttore e conduttore.

Il controllo degli spessori si farà su campioni prelevati dal cavo alle estremità di una pezzatura.

Per i cavi ad 1 conduttore lo spessore medio risulterà dalla differenza fra il diametro esterno medio dell'isolante ed il diametro medio del cerchio circoscritto alla corda di rame, essendo questi diametri medii dedotti dallo sviluppo delle relative circonferenze.

Per i cavi a più conduttori si misureranno successivamente lo spessore medio della fasciatura isolante applicata sul complesso delle anime e lo spessore medio dell'isolante applicato su ogni conduttore, deducendo i diametri medii dallo sviluppo delle relative circonferenze.

Sugli spessori è ammessa una tolleranza del 10 per cento.

204. *Tubo di piombo*. Il tubo di piombo deve essere di spessore praticamente uniforme.

La superficie del piombo deve essere perfettamente liscia ed esente da imperfezioni, da giunti e da saldature. Non sono considerate tali le riprese della pressa a piombo fatte a caldo a regola d'arte.

Lo spessore medio del piombo in mm deve corrispondere alla formula:

$$S = 0{,}8 + 0{,}032\, D$$

ove D è il diametro interno del tubo di piombo in mm e verrà assunto uguale a mm 1,1 nel caso che dalla formula stessa risulti in valore inferiore.

Il controllo dello spessore medio sarà fatto a mezzo del peso, coll'assumere per la densità del piombo il valore 11,34: su detto spessore è ammessa una tolleranza di meno del 5%.

205. *Cavi con rivestimento di tessili*. I cavi di questo tipo saranno protetti come segue.

Sul tubo di piombo sarà applicata una spalmatura di miscela a base di catrami o di asfalti e su questa due nastri di carta imbevuti di sostanze catramose avvolti a spirale, indi uno strato di tessili pure catramati.

Lo spessore complessivo del rivestimento è dato dalla tabella N° 2.

TABELLA N. 2.

Cavi con rivestimento di tessili.

Diametro esterno del piombo mm	Spessore del rivestimento di carta e tessili catramati mm
fino a 34,9	2,5
da 35 a 54,9	3,0
da 55 in più	3,5

Il valore indicato dello spessore è soltanto approssimativo. Il suo controllo sarà fatto a mezzo della determinazione della circonferenza.

206. *Cavi con armature di nastri di ferro*. I cavi di questo tipo saranno protetti come segue. Sul tubo di piombo sarà applicata una spalmatura di miscela a base di catrami o di asfalti e su questa due nastri di carta imbevuti di sostanze catramose avvolti a spirale, indi uno strato di tessili pure catramati.

Su tale rivestimento saranno successivamente avvolti due nastri di ferro catramati, a spirale aperta e per modo che il secondo ricopra gli intervalli fra le spire del primo. Infine, sarà applicato un rivestimento esterno di tessili catramati.

Gli spessori del nastro di ferro e dei rivestimenti sono dati dalla Tabella N° 3.

(1) Vedi l'*Elettrotecnica*, vol. 1, pag. 348, 1914.

TABELLA N. 3.

Cavi con armatura di nastri di ferro.

Diametro esterno del piombo mm	Spessore di carta e tessili catramati sul piombo mm	Spessore nastro di ferro mm	Spessore tessili catramati esterni mm
da 12 a 34,9	2,5	0,5	2,0
» 35 » 54,9	2,5	0,8	2,5
» 55 in più	3,0	1,0	2,5

Il valore degli spessori dei rivestimenti catramati è soltanto approssimativo. Il suo controllo sarà fatto a mezzo della determinazione delle circonferenze.

Sullo spessore del ferro è ammessa una tolleranza del 10%.

207. *Cavi con armature di fili di ferro.* I cavi di questo tipo saranno protetti come segue. Sul tubo di piombo sarà applicata una spalmatura di miscela a base di catrami o di asfalti e su questa due nastri di carta imbevuti di sostanze catramose avvolti a spirale, indi uno strato di tessili pure catramati. Su tale rivestimento sarà avvolta a spirale di passo lungo una corona di fili di ferro zincati e catramati. Infine sarà applicato un rivestimento esterno di tessili catramati.

Il diametro dei fili di ferro e gli spessori dei rivestimenti sono dati dalla Tabella N° 4.

TABELLA N. 4.

Cavi con armatura di fili di ferro.

Diametro esterno del piombo mm	Spessore di carta e tessili catramati sul piombo mm	Diametro fili di ferro mm	Spessore dei tessili catramati esterni mm
fino a 12	2,5	1,5	2,0
da 12,1 a 34	2,5	2,0	2,0
» 34,1 » 44	3,0	2,5	2,0
» 44,1 » 55	3,0	3,0	2,5
» 55,1 in più	3,5	3,5	2,5

Il valore degli spessori dei rivestimenti catramati è soltanto approssimativo. Il suo controllo sarà fatto a mezzo della determinazione delle circonferenze.

I fili di ferro avranno un carico di rottura non inferiore a 40 kg/mm². Sul loro diametro è ammessa una tolleranza del 10%.

CAPITOLO III.

Prove di collaudo.

301. Si eseguiranno su ogni partita di cavi due serie di prove:

A) Prove sulle pezzature.

B) Prove su spezzoni.

302. *Le prove da farsi sulle pezzature sono ;*

1) prova di tensione;
2) prova di jonizzazione;
3) misura della resistenza dei conduttori;
4) misura della resistenza d'isolamento;
5) misura della capacità.

La prova 2) si fa solo su cavi per tensioni d'esercizio maggiori di 25 kV.

La prova 3) potrà esser limitata ad un certo numero di pezzature a giudizio dell'acquirente.

Le prove 4) e 5) hanno solo carattere informativo e non formano oggetto di speciali prescrizioni salvo accordi tra fabbricante e acquirente.

303. *Prova di tensione.* Tutte le pezzature devono resistere alla prova di tensione indicata nelle Tabelle N° 5 e 6.

La prova si eseguirà in fabbrica, alla temperatura ambiente, con corrente alternata sinusoidale alle frequenze industriali.

La tensione sarà aumentata gradatamente in modo continuo fino a raggiungere nel periodo di circa 1 minuto il valore indicato nelle Tabelle N° 5 e 6.

TABELLA N. 5.

Prova delle pezzature per i cavi ad un conduttore.

Tensione d'esercizio tra le fasi in sistema trifase kV	Tensione di prova per 15 minuti kV
1	2
3	5
6	10
10	17
15	26
20	34
30	49
45	67
60	83

TABELLA N. 6.

Prova delle pezzature per i cavi a più conduttori.

Tensione di esercizio kV	Tensione di prova	
	in monofase per 10 minuti ogni volta kV	in trifase per 15 minuti kV
1	2,5	3
3	7	9
6	14	18
10	23	30
15	33	42
20	44	54
30	60	75

Per i cavi ad 1 conduttore la prova si fa in un sol tempo.

Per i cavi a più conduttori la prova si fa in più tempi, applicando la tensione ciclicamente fra un conduttore e gli altri collegati al piombo. Per i cavi trifasi la prova può anche esser fatta in trifase, ponendo a terra il piombo del cavo ed il punto neutro del sistema di alimentazione.

Per i cavi per tensioni di esercizio inferiori ad 1 kV la tensione di prova sarà sempre uguale a 2 kV in monofase e a 3 kV in trifase.

Per cavi per tensioni d'esercizio intermedie fra quelle delle Tabelle, i valori delle tensioni di prova saranno interpolati linearmente.

304. *Prova di jonizzazione.* Questa prova si fa determinando la differenza del fattore di potenza della corrente di capacità del cavo per due determinati valori della tensione applicata.

Le misure saranno eseguite alla temperatura ambiente, applicando al cavo prima una tensione corrispondente al gradiente medio di 800 volt per mm e quindi una tensione corrispondente al gradiente medio di 4000 volt per mm. La differenza fra i due valori del fattore di potenza così determinati non deve superare 0,02 per i cavi a più conduttori e 0,01 per i cavi ad 1 solo conduttore.

Nei cavi a più conduttori la tensione verrà applicata tra un conduttore qualunque e gli altri collegati al piombo; il gradiente sarà calcolato in base allo spessore isolante esistente fra due conduttori.

305. *Resistenza dei conduttori.* La determinazione sarà eseguita alla temperatura ambiente e riportata a 20° C secondo le norme dei N. 202 e 203.

Il valore della resistenza non deve essere superiore a quello indicato al N. 202.

306. *Resistenza di isolamento.* Sarà determinata alla temperatura ambiente col metodo di paragone. Per i cavi ad un conduttore essa sarà misurata fra il conduttore e il piombo. Per i cavi a più conduttori essa sarà misurata ciclicamente fra un conduttore e gli altri collegati al piombo. I valori saranno espressi sempre in megaohm per km di cavo e ridotti a 15° C secondo tabelle presentate dal fabbricante.

307. *Capacità.* Sarà determinata alla temperatura ambiente col metodo balistico. Per i cavi ad 1 conduttore essa sarà misurata fra il conduttore e il piombo. Per i cavi a più conduttori essa sarà misurata ciclicamente fra un conduttore e gli altri collegati al piombo. I valori saranno espressi sempre in microfarad per km di cavo, senza correzione di temperatura.

308. *Le prove da farsi sugli spezzoni* sono:

1) prova di perforazione;
2) prova di piegatura;
3) prova di durata.

La prova 1) vien fatta per ogni quantitativo di 2000 metri. Le prove 2) e 3) vengono fatte per ogni quantitativo di almeno 4000 metri.

309. *Scelta degli spezzoni per le prove.* Gli spezzoni per le prove verranno scelti dall'acquirente.

Gli spezzoni per le prove di perforazione e di piegatura avranno la lunghezza di circa 3 metri; quelli per la prova di durata avranno la lunghezza di circa 10 metri.

310. *Prova di perforazione.* Tanto per i cavi ad 1 conduttore quanto per i cavi a più conduttori si impiegherà tensione monofase, in quest'ultimo caso applicandola fra un conduttore qualunque e gli altri collegati al piombo.

La tensione sarà aumentata gradatamente in modo continuo fino a raggiungere il valore della tensione di prova indicato nelle Tabelle N° 7 e N° 8 nel periodo di circa 1 minuto. Lo spezzone dovrà resistere a tale tensione per 1 minuto. Poi si eleverà gradatamente ancora la tensione fino a raggiungere la perforazione.

TABELLA N. 7.

Prova degli spezzoni per i cavi ad un conduttore.

Tensione d'esercizio kV	Tensione di prova per 1 minuto kV
1	5
3	15
6	30
10	50
15	70
20	85
30	115
45	160
60	200

TABELLA N. 8.

Prova degli spezzoni per i cavi a più conduttori.

Tensione d'esercizio kV	Tensione di prova per 1 minuto kV
1	9
3	28
6	50
10	75
15	105
20	130
30	180

311. *Prova di piegatura.* Lo spezzone scelto, colle estremità aperte, verrà piegato di 180° a temperatura ambiente (in ogni caso non inferiore a 10° C.), avvolgendolo sopra un cilindro avente un diagramma uguale a 12 volte il diametro esterno del cavo; lo spezzone sarà successivamente raddrizzato.

Si eseguirà quindi una seconda piegatura in senso contrario alla prima. Tale ciclo di due piegature sarà ripetuto una seconda volta.

Lo spezzone sarà quindi sottoposto alla prova di perforazione con le modalità stabilite al N. 310.

La tensione di prova però dovrà essere ridotta all'80% del valore dato dalle Tabelle N. 7 e 8.

312. *Prova di durata.* Lo spezzone scelto, alla temperatura ambiente, verrà gradatamente portato ad una tensione eguale ad una volta e mezzo quella fissata per la prova delle pezzature e dovrà resistere a tale tensione applicata ininterrottamente per la durata di due ore

313. *Prova di tensione dopo la posa.* Una prova di tensione potrà anche esser fatta sul cavo posato e giuntato. Tale prova sarà fatta con tensione alternata o con tensione raddrizzata; in quest'ultimo caso il rapporto tra il valore della tensione raddrizzata e il valore efficace della tensione alternata sarà uguale a 2,5.

Per i cavi ad 1 conduttore la prova sarà fatta in un solo tempo.

Per i cavi a più conduttori la prova sarà fatta in più tempi, applicando la tensione ciclicamente fra un conduttore e gli altri collegati al piombo.

La tensione di prova sarà uguale all'80 % di quella indicata dalle Tabelle N° 5 e 6 e la durata sarà quella stessa indicata da dette Tabelle.

CAPITOLO IV.

Cavi speciali.

401. *Cavi settorali.* I cavi di questo tipo hanno i conduttori, due o più, costituiti da corde sagomate a settore di cerchio e isolati come quelli dei cavi di tipo normale; i conduttori sono poi riuniti ad elica con o senza riempitivi.

La sezione dei conduttori non deve presentare spigoli vivi o rientranze, nè fili sporgenti.

L'angolo formato dagli assi di simmetria di due conduttori adiacenti non deve differire di oltre 20° dal valore normale.

Per le corde costituenti i conduttori di questi cavi le sezioni normali raccomandate sono quelle stesse indicate nella Tabella N° 1; però la sezione effettiva sarà coincidente colla sezione nominale. Per tali corde non valgono le formazioni indicate nella Tabella N° 1, ma è riservato al fabbricante di scegliere la formazione più conveniente.

Per tutte le altre condizioni valgono le norme relative ai cavi rotondi.

402. *Cavi con schermo metallico.* I cavi di questo tipo, sia ad uno che a più conduttori, hanno sopra l'isolante di ogni conduttore un avvolgimento di carta metallizzata o di lamina metallica collegata alla terra.

Per quanto riguarda i limiti delle tensioni d'esercizio (cfr. N° 102) come per quanto riguarda le prove di collaudo, i cavi a più conduttori con schermo metallico sono da considerarsi come formati da tanti cavi ad 1 conduttore, ciascuno dei quali è composto da conduttore, isolante e schermo metallico collegato alla terra. Le prove di tensione dovranno quindi corrispondere a quelle dei cavi ad 1 conduttore. Per i cavi trifasi si potrà tuttavia usare tensione trifase, tenendo presente che la tensione tra ciascuna fase e la terra deve corrispondere alla tensione fra un conduttore e lo schermo, e ponendo a terra il piombo del cavo ed il punto neutro del sistema di alimentazione.

403. *Cavi composti da più cavi ad 1 conduttore cordati insieme.* I cavi di questo tipo sono costituiti da più cavi ad 1 conduttore rivestiti separatamente da un tubo di piombo e quindi cordati assieme in modo da formare un unico cavo.

Lo spessore del tubo di piombo sarà ancora calcolato con la formula indicata al N° 204.

Sul tubo di piombo dei singoli cavi ad 1 conduttore, prima dell'operazione di cordatura, viene applicata una spalmatura di una miscela a base di catrami e di asfalti, indi una fasciatura costituita da due nastri di tela o di carta imbevuti di analoga miscela catramosa.

La cordatura viene eseguita con interposizione di adatti riempitivi di carta o di tessili, imbevuti di sostanze catramose, e sul complesso dei conduttori così cordati si avvolge un nastro di tela catramata.

Il cavo riceve quindi, a seconda delle condizioni di posa, una delle protezioni esterne previste per i cavi di tipo normale ai N. 205, 206, 207, tenendo conto che nelle Tabelle relative, in luogo del diametro esterno del piombo, deve assumersi il diametro sopra la tela che avvolge i conduttori cordati.

Per quanto riguarda i limiti delle tensioni d'esercizio (cfr. N. 102), come per quanto riguarda le prove di collaudo, questi cavi sono da considerarsi come cavi ad 1 conduttore analogamente ai cavi con schermo metallico.

CAPITOLO V.

Condizioni d'esercizio.

501 *Temperature ammissibili.* La massima temperatura ammissibile nei conduttori dei cavi è la seguente:

70° C. per cavi fino ad una tensione d'esercizio di 10 kV.
60° C. » » da 10,1 a 30 kV.
55° C. » » oltre 30 kV.

502. *Intensità di corrente ammissibile nei cavi normali.*

TABELLA N. 9.

Portata in Ampère dei cavi ad un conduttore armati (corrente continua).

Sezione del conduttore mm²	Per tensioni d'esercizio fino a 3 kV	
	Cavi interrati	Cavi in aria libera
5	60	50
8	75	66
10	85	75
16	115	100
20	130	115
25	150	135
35	180	165
50	225	205
75	290	265
100	345	320
120	385	350
150	440	410
180	490	460
200	520	490
240	580	550
325	700	670
400	780	760
500	890	880
600	990	1000
750	1100	1130
1000	1330	1380

I cavi armati ad un conduttore non possono essere usati per corrente alternata, salvo casi speciali, per i quali dovrà interpellarsi il fabbricante, e anche per cavi non armati sarà bene interpellare il fabbricante, poichè la portata è influenzata dalle condizioni di posa in conseguenza delle correnti che si generano nel tubo di piombo.

TABELLA N. 10.

Portata in Ampère dei cavi trifasi armati.

Sezione del conduttore mm²	Per tensioni d'esercizio fino a							
	3 kV		10 kV		20 kV		30 kV	
	cavi interrati	cavi in aria libera	cavi interrati	cavi in aria libera	cavi interrati	cavi in aria libera	cavi interrati	cavi in aria libera
5	40	35	—	—	—	—	—	—
8	50	45	50	45	—	—	—	—
10	60	55	60	55	—	—	—	—
16	75	70	75	70	75	70	—	—
20	85	85	80	80	85	80	—	—
25	100	95	100	95	95	95	95	95
35	120	115	120	115	115	115	115	115
50	150	145	145	145	140	140	140	140
75	185	185	180	185	175	180	170	180
100	220	220	205	220	200	215	195	215
120	240	250	230	245	220	245	215	245
150	270	285	260	275	250	275	245	275
180	295	320	285	310	275	310	270	310
200	315	340	300	325	290	325	285	325
240	345	380	330	365	320	365	—	—
325	400	455	380	430	—	—	—	—
400	440	510	—	—	—	—	—	—

La Tabella Nº 10 è stata calcolata tenendo conto delle perdite per skin-effect, delle perdite nel piombo, ecc. alla frequenza di 50 periodi. La tabella però può ritenersi praticamente esatta in tutto il campo delle frequenze industriali.

Per i *cavi interrati* le tabelle si riferiscono a cavi posati ad una profondità di 70 cm in un terreno di resistività termica media.

Per due cavi nella stessa trincea la portata si riduce a 0,90 di quella indicata nelle tabelle; per tre o più cavi a 0,85.

La portata dei *cavi in aria* non è ridotta per la vicinanza di altri cavi.

Per i *cavi in piombo nudo* in aria libera si applicherà alle portate dei cavi armati in aria libera il coefficiente 0,85.

Per *cavi posati entro condotti* si potrà assumere la portata dei cavi in aria moltiplicata per il coefficiente 0,90 quando trattasi di un solo cavo, e per il coefficiente 0,85 quando trattasi di più cavi vicini. Però su questo punto sarà sempre bene interpellare il fabbricante

Per *cavi posati sott'acqua* le portate possono essere aumentate rispetto alle portate dei cavi interrati. Però anche su questo punto sarà bene caso per caso interpellare il fabbricante.

Per i *cavi a 2 o 4 conduttori* si assumeranno le portate dei cavi trifasi moltiplicate rispettivamente per il coefficiente 1,10 o 0,90.

Per i *cavi speciali* di cui al Cap. IV, le portate verranno fissate caso per caso d'accordo col fabbricante.

Per tutti questi casi, che non siano quelli delle Tabelle N. 9 e 10, si consiglia di tener presente le temperature massime ammissibili indicate al N. 501.

APPENDICE.

Suggerimenti circa le consegne e le garanzie per forniture d'una certa importanza.

a) La consegna sarà fatta su bobine di costruzione robusta aventi per l'asse un foro di diametro non inferiore a 80 mm. Il diametro del cilindro, su cui si avvolge il cavo, non sarà inferiore a 15 volte il diametro esterno del cavo.

Ogni bobina porterà in modo indelebile indicazioni del nome del fabbricante, del tipo e della sezione del cavo, del numero d'ordine e della lunghezza della pezzatura, e freccie che indichino il senso dell'avvolgimento del cavo, e cioè il senso in cui la bobina dovrà essere rotolata.

b) La lunghezza totale del cavo non dovrà essere inferiore a quella richiesta; sarà però ammessa una eccedenza del 3% se la lunghezza richiesta non supera i 200 metri, del 2% se non supera i 1000 metri, dell'1% se la lunghezza richiesta è maggiore di 1000 metri.

c) Gli spezzoni impiegati per le prove saranno a carico dell'acquirente. Tutte le spese per le prove in fabbrica saranno a carico del fabbricante. Per le prove dopo la posa i mezzi, in caso di corrente raddrizzata, saranno forniti dal fabbricante, e in caso di corrente alternata, dall'acquirente.

d) Il periodo di garanzia è di due anni a partire dalla data d'inizio dell'esercizio dei cavi, data che dovrà essere debitamente notificata dall'acquirente al fabbricante.

Qualora alla data di sei mesi dalla consegna, il cavo non fosse ancora messo in esercizio, da tale data dovrà contarsi il periodo di garanzia.

Per garanzia s'intende l'impegno, da parte del fabbricante, di fornire gratuitamente le lunghezze di cavo necessarie alle riparazioni di tratti di linea che, in condizioni normali di funzionamento, avessero rivelato difetti evidentemente imputabili alla qualità dei materiali o alla lavorazione.

Il fabbricante risponderà pure di guasti imputabili a posa difettosa, quando la posa sia stata fatta a sua cura.

Egli non risponderà invece di guasti che siano prodotti da qualsiasi causa esterna, come ad esempio urti, strappi, colpi di piccone, spostamenti di terreno, fulmini, elettrolisi, corrosioni chimiche, sovraccarichi, sovratensioni, ecc.

NORME

per l'ordinazione ed il collaudo di motori primi idraulici (1)

(Compilate dal Sottocomitato Motori Primi Idraulici del C. E. I.)

SOMMARIO

CAPITOLO I.

UNITA' E NOTAZIONI.

1101.

Grandezza	Unità	Abbreviazione	Osservazioni
Lunghezza	Metro	m	
Massa	Kilogrammo (massa)	kg	
Forza	Kilogrammo	kg	
Tempo Giorno	Secondo Minuto Ora Giorno Mese Anno	s min h	
Velocità	Metri al secondo	m/s	
Portata	Metri cubi al secondo	m^3/s	
Pressione	Kilogrammi per cm^2 Metri d'acqua	kg/cm^2	
Velocità di rotazione	Giri al minuto		
Lavoro Energia	Kilogrammetro Kilowatt-ora	kgm kWh	
Potenza	Kilogrammetro p. sec. Kilowatt	kgm/s kW	1 kW = 102 kgm/s

Nelle misure relative agli Impianti Idraulici il peso specifico dell'acqua sarà ritenuto uguale a 1000 kg/m^3, quando non si abbiano indicazioni contrarie.

L'accelerazione della gravità sarà presa $g = 9{,}81$ m/sec (Quando la potenza sia espressa in Cavalli (HP) si riterrà 1 HP = 75 kgm/sec = 0,736 kW; 1 kW = 1,36 HP).

CAPITOLO II.

PARTI ESSENZIALI DI UN IMPIANTO IDRAULICO.

2101. *Utilizzazione idraulica* è il complesso delle opere destinate a deviare l'acqua di un fiume o torrente, in un certo punto del suo corso naturale, per restituirla in altro punto, a quota più bassa, dello stesso fiume o di altro corso d'acqua.

2102. Una utilizzazione idraulica per produzione di energia meccanica od elettrica è generalmente costituita dalle seguenti parti essenziali:

1) *Opere di sbarramento sul corso d'acqua.*
2) *Opere di presa e regolazione sul corso d'acqua.*
3) *Canale di derivazione a pelo libero* oppure *galleria in pressione.*
4) *Camera o bacino di carico* al termine del canale di derivazione oppure *tubo o pozzo piezometrico* al termine della galleria in pressione.
5) *Tubazione o condotta forzata* dal bacino di carico o dal tubo piezometrico alle turbine.
6) *Edificio motori.*
7) *Canale di scarico o di restituzione.*

CAPITOLO III.

DEFINIZIONI.

1. — Deflusso e portata di un corso d'acqua.

3101. *Deflusso* di un corso d'acqua naturale od artificiale, in una determinata sezione, è il volume d'acqua in m^3 che attraversa quella sezione in un dato tempo.

***3102.** *Portata* Q di un corso d'acqua, in una determinata sezione ad un dato istante, è il deflusso istantaneo misurato in m^3/s.

3103. *Portata media giornaliera, mensile, annua* s'intende il rapporto fra il deflusso nel giorno, mese od anno considerato, e la durata in secondi di tale periodo.

2. – Salto o caduta di un impianto.

***3201.** Dicesi *salto naturale* H_n il dislivello, espresso in metri, fra il livello dell'acqua nella sezione del corso d'acqua dove arriva il rigurgito dovuto alle opere di presa ed il livello dell'acqua nella sezione ove si effettua la restituzione.

***3202.** Dicesi *salto disponibile* H_d la differenza, tra il livello dell'acqua nella camera di carico e il livello dell'acqua nel canale di scarico, immediatamente a valle del motore.

***3203.** Dicesi *salto motore* H la frazione di salto disponibile che viene effettivamente utilizzata nei motori.

(1) Vedi nota a pag. 557.
I paragrafi segnati con * sono conformi alle Norme della Commissione Elettrotecnica Internazionale.

***3204.** *Altezza idraulica totale* in un punto qualunque di un sistema idraulico, è la somma delle seguenti quantità:

1) altezza piezometrica, corrispondente alla pressione, in m;
2) altezza cinetica, corrispondente alla velocità, in m;
3) altezza del punto considerato sopra un piano orizzontale di riferimento, in m.

***3205.** *L'altezza piezometrica* è la pressione sull'unità di superficie, divisa per il peso dell'unità di volume.

L'altezza piezometrica in metri d'acqua, misurabile mediante manometro o piezometro, corrisponde quindi alla pressione in kg sopra una superficie di 1 m divisa per il peso, in kg, di 1 m³ d'acqua.

Se la pressione p è espressa in kg/cm², l'altezza piezometrica in m d'acqua (supposto il peso di 1 m³ d'acqua = 1000 kg) sarà:

$$\frac{p\ 10000}{1000} = 10\,p.$$

Tutte le pressioni devono essere misurate assumendo come zero la pressione atmosferica.

***3206.** *L'altezza cinetica*, in m, è uguale a $v^2/2g$, essendo v la velocità media dell'acqua in m/s nella sezione considerata e $g = 9{,}81$ m/s².

3207. *La perdita di carico*, in un canale od in una condotta forzata, è la differenza fra i valori dell'altezza idraulica totale all'inizio ed al termine del canale o della condotta forzata.

3. – Energia e potenza

***3301.** *L'energia annua idraulica disponibile* di un impianto è l'energia che si ottiene moltiplicando il deflusso medio annuo per il salto medio disponibile.

(Esprimendo il deflusso in m³, il salto in m e ritenendo = 1000 kg il peso di un m³ d'acqua, l'energia risulta espressa in kgm: dividendo tale prodotto per 102×3600 = 367200, si ha l'energia in kWh).

***3302.** *La potenza idraulica disponibile* in un certo istante è data dal prodotto della portata in quell'istante per il salto disponibile.

(Se la portata Q è espressa in m³/s ed il salto H in m, la potenza risulta espressa da 1000 $Q\,H$ kgm = 9,81 $Q\,H$ kW).

3303. *La potenza meccanica* di un impianto è quella che si misura sull'albero dei motori idraulici.

***3304.** *La potenza elettrica* di un impianto è quella che si misura ai morsetti dei generatori elettrici.

4. – Motori idraulici.

***3401.** *Salto motore H.* È la differenza fra i valori dell'altezza totale (3204) all'entrata nella turbina ed all'inizio del canale di scarico.

Agli effetti di questa definizione, le paratoie, le griglie, le valvole di chiusura di qualsiasi specie non fanno parte della turbina. A seconda del tipo di turbina, il salto motore viene misurato come segue:

***3402.** *Nelle turbine a camera libera.* Si determina la differenza di livello h fra il pelo dell'acqua nella camera della turbina, a valle della griglia, ed il pelo dell'acqua nel canale di scarico, immediatamente a valle della turbina, si aggiunge l'altezza $V_c^2/2g$ corrispondente alla velocità media V_c dell'acqua nella sezione di canale di arrivo immediatamente a monte della camera della turbina e si sottrae l'altezza $V_s^2/2g$, corrispondente alla velocità media dell'acqua nella sezione di canale di scarico immediatamente a valle dello sbocco del tubo aspirante (v. figura 1):

$$H = h + \frac{V_c^2 - V_s^2}{2\,g}$$

Nella misura dei peli d'acqua si dovrà tener conto di eventuali irregolarità dovute a cause locali: il pelo d'acqua nel canale di scarico da considerare sarà il più alto che si verifica nelle vicinanze del tubo aspirante.

Quando parecchie turbine scaricano in un bacino comune, la velocità V_s sarà calcolata assumendo come canale di scarico quella porzione di bacino che può essere ragionevolmente assegnata alla turbina in prova.

Nella maggior parte dei casi, essendo V_c e V_s all'incirca uguali ed essendo di solito molto piccole le cadute corrispondenti, il termine $\frac{V_c^2 - V_s^2}{2\,g}$ può essere trascurato e si può, con sufficiente approssimazione, ritenere semplicemente

$$H = h$$

***3403.** *Nelle turbine a reazione alimentate da condotta forzata* si misura la pressione p, in altezza di colonna d'acqua, nella sezione di condotta forzata immediatamente a monte dell'imbocco della turbina, si aggiunge la distanza verticale h_a fra il centro del manometro ed il pelo dell'acqua nel canale di scarico, si aggiunge l'altezza $V_c^2/2g$ corrispondente alla velocità media dell'acqua nella sezione di tubo ove il manometro è applicato e si sottrae l'altezza $V_s^2/2g$ corrispondente alla velocità V dell'acqua nel canale di scarico (v. fig. 2):

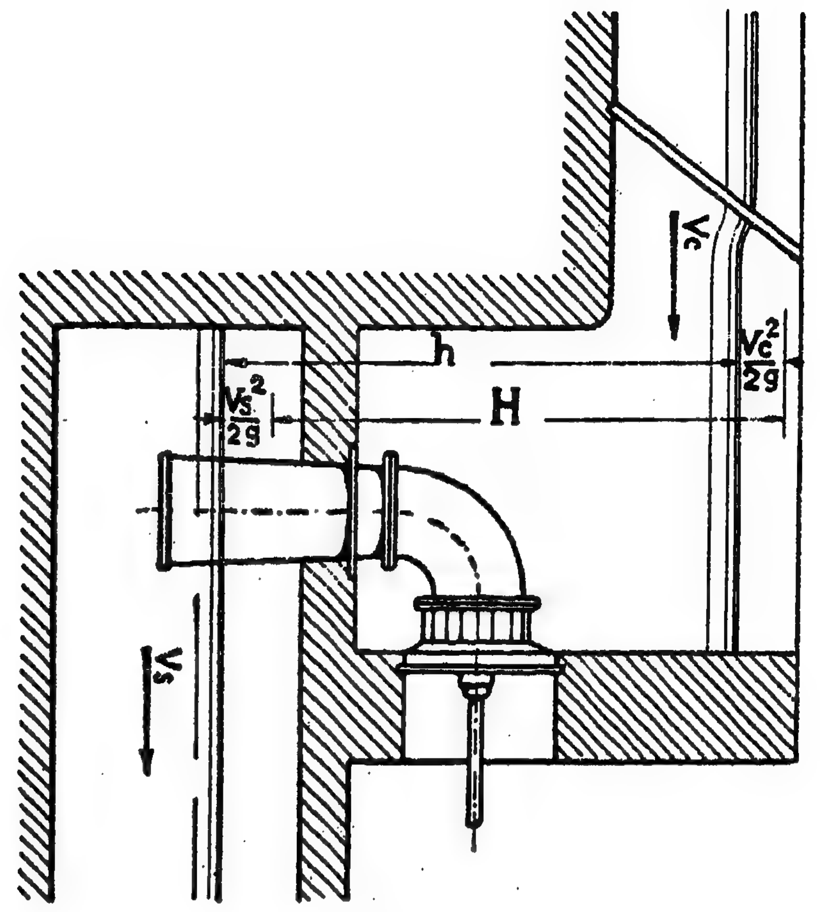


Fig. 1.

$$H = p + h_a + \frac{V_c^2 - V_s^2}{2\,g}$$

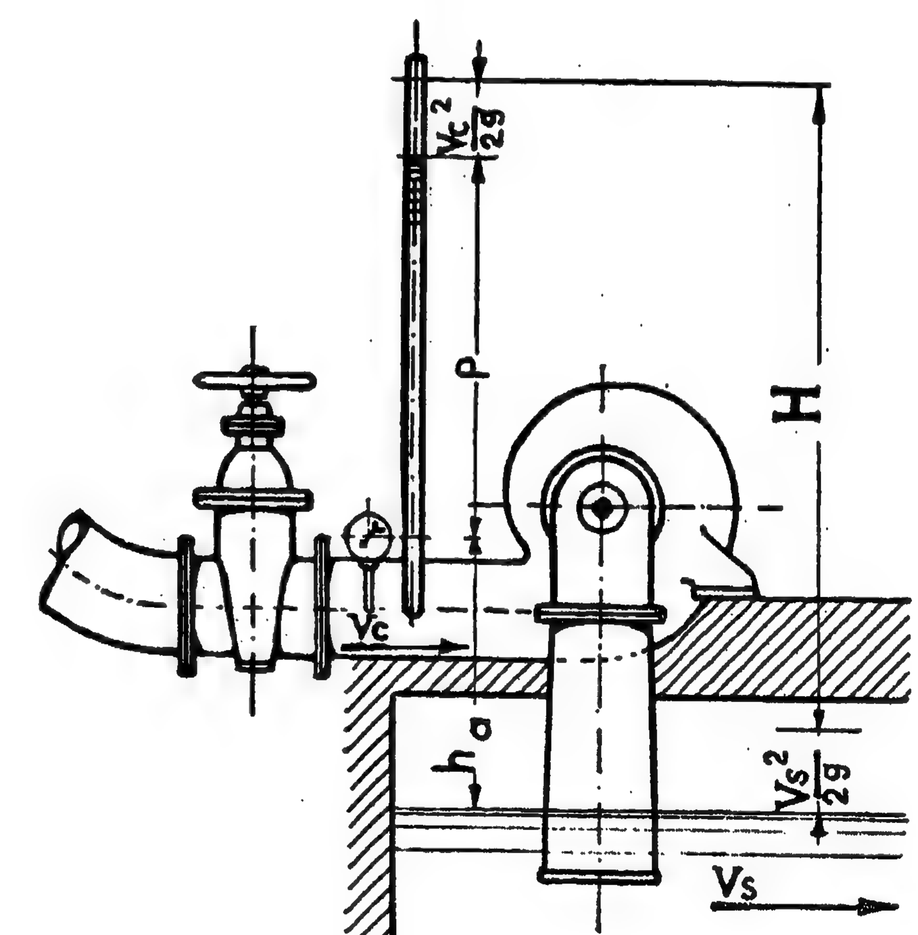


Fig. 2.

Per la determinazione di V_s valgono le stesse norme indicate per le turbine a camera libera.

***3404.** *Turbine ad azione tipo Pelton.* Si misura la pressione p, in altezza di colonna d'acqua, in una sezione conveniente del tubo introduttore, si aggiunge l'altezza $V_c^2/2g$ corrispondente alla velocità media dell'acqua V_c nella stessa sezione e si aggiunge la distanza a fra il centro del manometro ed il piano orizzontale tangente al circolo divisore delle pale nel suo punto più basso (v. fig. 3):

$$H = p + a + \frac{V_c^2}{2\,g}$$

La velocità V_c, da considerare nei §§ 3403) e 3404) è, in m³ al secondo, quella che si ottiene dividendo la portata in metri

secondo per l'area della sezione del tubo, espressa in m^2, nella sezione di applicazione del manometro.

Nei casi nei quali le turbine si debbano adattare ad impianti esistenti, non modificabili a volontà del Costruttore, e che, per

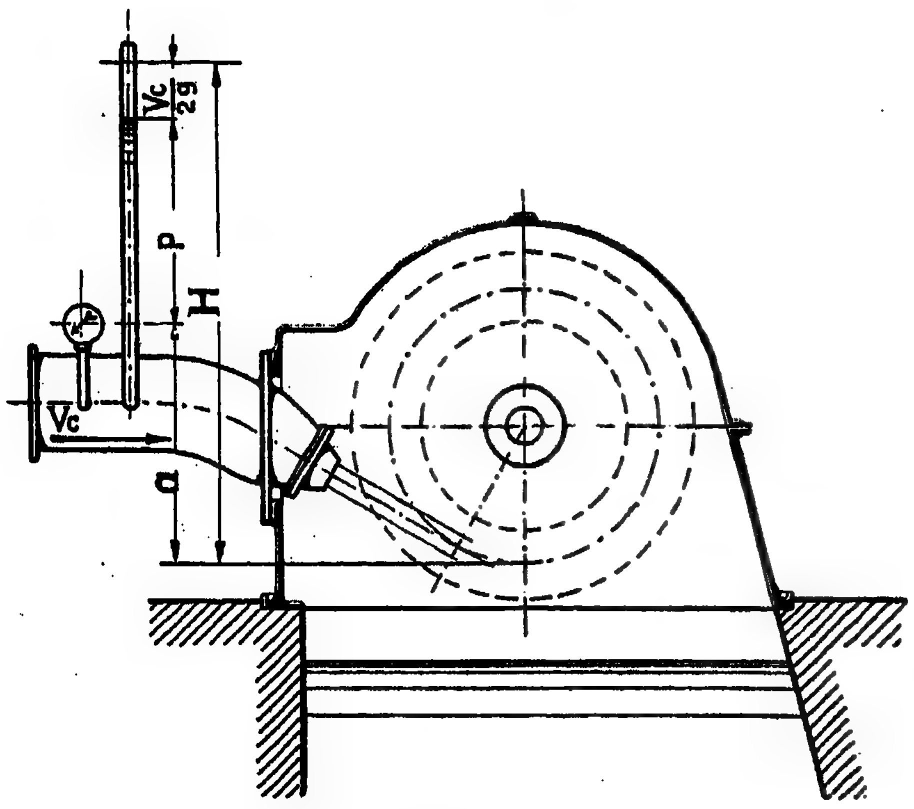


Fig. 3.

tale ragione, siano inevitabili perdite di carico superiori alle normali, la caduta netta utilizzata dalla turbina sarà stabilita mediante speciale accordo, prima delle prove.

***3405.** *Portata Q.* È il volume d'acqua che la turbina smaltisce in un minuto secondo, con una determinata caduta utile H, con una determinata apertura del distributore ed un determinato numero di giri.

La portata di una turbina comprende anche l'acqua eventualmente occorrente per il raffreddamento dei suoi supporti. L'acqua destinata a qualunque altro uso non è compresa nella portata della turbina.

3406. *Potenza idraulica* è espressa in kW dal prodotto 9,81 $Q\,H$ (Q in m^3/s, H in metri), ritenuto 1000 kg/m^3 il peso specifico dell'acqua.

***3407.** *Potenza meccanica o potenza effettiva.* È la potenza disponibile sull'asse della turbina, in determinate condizioni di caduta e di apertura del distributore ad un determinato numero di giri. La potenza così definita s'intende misurata sull'albero del motore in un punto situato al di là dell'ultimo supporto fornito dal Costruttore della turbina. L'energia assorbita dai supporti portanti, di spinta e di guida della turbina sarà considerata a carico di quest'ultima, come pure si deve ritenere a carico della turbina l'energia assorbita dalle pompe di circolazione dei supporti stessi.

Sarà invece computata a favore della turbina e cioè considerata come potenza utile sviluppata, l'energia assorbita dal Regolatore o comunque impiegata per servizi ausiliari, quella assorbita dai volanti, ingranaggi, trasmissioni a cinghia ecc. La potenza assorbita per il comando del regolatore dovrà essere indicata dal Costruttore.

3408. *Potenza massima* di una turbina è quella che si può ottenere sul suo asse, quando, in determinate condizioni di caduta netta, gli organi distributori sono completamente aperti.

Per le turbine idrauliche non è ammissibile il concetto di sopraccarico.

***3409.** *Rendimento* η di una turbina idraulica, ad un dato carico, è il rapporto fra la potenza meccanica e la potenza idraulica in corrispondenza del carico considerato.

3410. *Rendimento medio.* Quando i rendimenti siano garantiti per una serie di valori della potenza, questi si riferiranno normalmente alle frazioni di carico 100%, 80%, 60%, 40%.

Il rendimento medio sarà quello che si ottiene determinando planimetricamente l'ordinata media della curva di rendimento fra i due limiti corrispondenti al carico minimo e massimo contemplati nelle garanzie'

***3411.** *Rendimento ponderale.* Quando si attribuisca diversa importanza ai rendimenti corrispondenti a ciascuno dei valori del carico, le media ponderale del rendimento sarà calcolata nel modo seguente:

100%	della	potenza	$\eta_1 \times c_1 = b_1$
80%	»	»	$\eta_2 \times c_2 = b_2$
60%	»	»	$\eta_3 \times c_3 = b_3$
40%	»	»	$\eta_4 \times c_4 = b_4$

rendimento medio ponderale

$$\eta_0 = \frac{b_1 + b_2 + b_3 + b_4}{a_1 + a_2 + a_3 + a_4}$$

Il valore dei fattori $a_1\, a_2\, a_3\, a_4$ deve essere stabilito contrattualmente o fissato da preventivo accordo.

In casi speciali sono ammessi frazionamenti di carico diversi da quelli sopra indicati.

5. – Regolazione della velocità e della pressione.

***3501.** Dicesi *variazione percentuale permanente di velocità* di una turbina (staticità), il rapporto fra la differenza delle velocità a vuoto ed a pieno carico e la velocità normale della turbina, moltiplicato tale rapporto per 100.

***3502.** *Variazione percentuale momentanea di velocità*, è il rapporto fra lo scarto massimo che si verifica a partire dalla velocità precedente la variazione di carico, e la velocità normale della turbina, moltiplicato per 100.

Le garanzie di regolazione devono sempre essere riferite al valore ($P\,D^2$) del momento d'inerzia delle masse rotanti: così pure dovrà sempre essere indicato per quale variazione permanente di velocità il regolatore sarà registrato durante le prove.

***3503.** *Le variazioni di pressione* per una turbina alimentata da condotta forzata, in corrispondenza delle variazioni di carico, sono:

nel caso di distacco di carico: la differenza fra la massima pressione che si verifica durante la regolazione e la pressione finale di regime

nel caso di attacco di carico: la differenza fra la pressione di regime finale e la pressione minima che si verifica durante la regolazione.

Se tali variazioni devono essere espresse in percentuali, esse saranno riferite alla pressione statica a vuoto, quale denominatore.

CAPITOLO IV.

NORME PER I COLLAUDI.

4101. *Il collaudo* di un impianto di turbine richiede un certo numero di misure di carattere speciale e deve quindi essere affidato a persone di riconosciuta competenza.

***4102.** Le determinazioni essenziali per il collaudo di una turbina idraulica sono:

a) misura del salto motore o caduta utile netta H;
b) misura della portata Q;
c) misura della velocità di rotazione n;
d) misura della potenza meccanica sull'albero N_e;
e) determinazione delle variazioni di velocità;
f) determinazione delle variazioni di pressione.

4103. Le prove di collaudo devono essere fatte entro il periodo di garanzia e dopo almeno tre giorni di regolare funzionamento.

4104. Il Fornitore ha il diritto di eseguire per proprio conto tutte le prove preliminari da lui ritenute necessarie e di procedere ad un controllo del macchinario e delle opere murarie che interessano il funzionamento idraulico della turbina.

***4105.** Prima del collaudo dovrà essere fatta una accurata ispezione alle parti interne della turbina, per accertarsi che tutti i canali e passaggi d'acqua sono perfettamente sgombri da materiali estranei e che tutte le parti sono in condizioni di regolare funzionamento. Analoga ispezione sarà ripetuta a prove ultimate.

***4106.** Le prove di collaudo devono essere fatte colla caduta, il carico e la velocità contrattuali.

Se la caduta, durante le prove, è diversa da quella contrattuale, con un distacco maggiore di $\pm$ 3%, i risultati devono essere corretti mediante il confronto coi risultati ottenuti su una turbina omologa, quando siano disponibili: oppure le misure devono essere eseguite ad una velocità corrispondente alla caduta di prova.

Quando la differenza di caduta sia contenuta nei limiti $\pm$ 10% di quella contrattuale e la velocità sia variata nel rapporto delle radici quadrate delle cadute, le potenze sviluppate staranno nel rapporto delle potenze 3/2 delle cadute ed il rendimento si potrà ritenere inalterato.

***4107.** Durante ogni singola prova, il carico non deve variare oltre i limiti $\pm$ 3%; la caduta deve mantenersi nei limiti

± 2% della caduta media e la velocità nei limiti ± 1% della media.

Quando non sia possibile soddisfare a queste condizioni col carico sulla rete di distribuzione, si dovrà provvedere un carico artificiale mediante reostato.

***4108.** I dispositivi predisposti per le misure devono esser tali da non modificare le condizioni di funzionamento dello impianto. Se questo non è possibile, l'influenza di questi dispositivi dovrà essere determinata provando con e senza i medesimi, in modo da poterne tenere il debito conto.

4109. *Tolleranze.* Le misure inerenti ad un collaudo di motori idraulici sono soggette ad inevitabili errori ed il grado di esattezza dipende dalle circostanze locali e dai metodi di misura imposti da tali circostanze.

Quando la tolleranza non sia prefissata contrattualmente, sarà in facoltà del Collaudatore di stabilire il grado probabile di approssimazione delle misure eseguite: in ogni caso tale tolleranza non sarà inferiore al 2%.

CAPITOLO V.

METODI ED ISTRUMENTI.

1. – Misura del salto motore.

5101. La misura del salto si effettua con riferimento a punti fissi dei quali si sia determinato il dislivello geodetico mediante livellazione.

5102. *La misura dei livelli d'acqua* dovrà essere fatta in pozzetti di calma per mezzo di appropriati idrometri (a punta, ad uncino, a galleggiante od a tubo di vetro). Per misure di precisione sono da escludere gli idrometri graduati immersi direttamente nel canale.

5103. *La misura della pressione* si fa mediante tubo piezometrico ad acqua od a mercurio oppure mediante manometro a quadrante.

Gli apparecchi per la misura della pressione devono essere applicati su un tratto di condotto rettilineo, a sezione costante: il foro di comunicazione sarà praticato normalmente alla superficie del tubo, avrà un diametro di circa 5 mm e terminerà, senza sbavature, perfettamente a filo colla superficie interna.

I manometri a quadrante saranno tarati prima e dopo le prove: la media delle due tarature servirà per i calcoli. È ammessa la taratura mediante confronto colla pressione statica, quando quest'ultima risulti esattamente determinata da una livellazione, ritenendosi costante l'errore nel campo di variazione dovuto alle normali perdite di carico.

2. – Misura della portata.

***5201.** La misura della portata presenta di solito le maggiori difficoltà e richiede le maggiori cautele per conseguire un grado sufficiente di esattezza. È consigliabile l'uso di due o più metodi di misura nello stesso collaudo.

Si dovrà particolarmente curare che, fra la turbina ed il punto in cui viene effettuata la misura, non avvengano immissioni o fughe d'acqua.

***5202.** I metodi ammessi per la misura delle portate sono:

il metodo volumetrico o del serbatoio tarato;

lo stramazzo o la luce tarata;

il metodo dello schermo mobile;

il metodo dell'onda salata;

il metodo delle soluzioni saline (metodi chimici e chimici elettrici)

il metodo di Gibson (variazioni di pressione);

il metodo piezometrico (Venturimetro);

il molinello;

il tubo di Pitot.

5203. *Il metodo volumetrico* è suscettibile di grande esattezza, ma è applicabile solo per misurare portate piccolissime od in quei casi in cui l'impianto sia provvisto di un bacino di capacità sufficiente ed esattamente determinata.

5204. *Lo stramazzo,* opportunamente applicato, costituisce un metodo di misura comodo ed esatto. È applicabile alle piccole e medie portate quando si disponga di un tratto di canale adatto allo scopo.

È preferibile la sua applicazione nel canale di scarico dell'impianto, sempreché il rigurgito da esso prodotto non sia tale da influire troppo sensibilmente sulle condizioni di funzionamento.

Per misure di collaudo si useranno esclusivamente stramazzi a vena libera nei quali cioè sia assicurata la pressione atmosferica sotto la lama stramazzante: la soglia dovrà quindi essere più alta del pelo d'acqua a valle e si dovrà eventualmente provvedere un'abbondante ventilazione artificiale.

Stramazzi senza contrazione laterale (stramazzo Bazin) sono generalmente preferiti — fra gli stramazzi con contrazione laterale è specialmente raccomandabile lo stramazzo Cipolletti — Lo stramazzo deve essere installato in un tratto di canale perfettamente rettilineo, con fondo orizzontale e pareti verticali parallele su una lunghezza di almeno 5 volte la massima altezza della lama stramazzante e non minore di 1,5 volte la larghezza dello stramazzo.

La parete a monte dello stramazzo deve essere piana e verticale, disposta normalmente e simmetricamente all'asse del canale. La cresta, tagliata a spigolo vivo (fig. 4), dovrà essere perfettamente orizzontale e rettilinea ed il suo spessore in cresta il *minore* possibile. In ogni caso dell'ordine di 2 ÷ 5 mm.

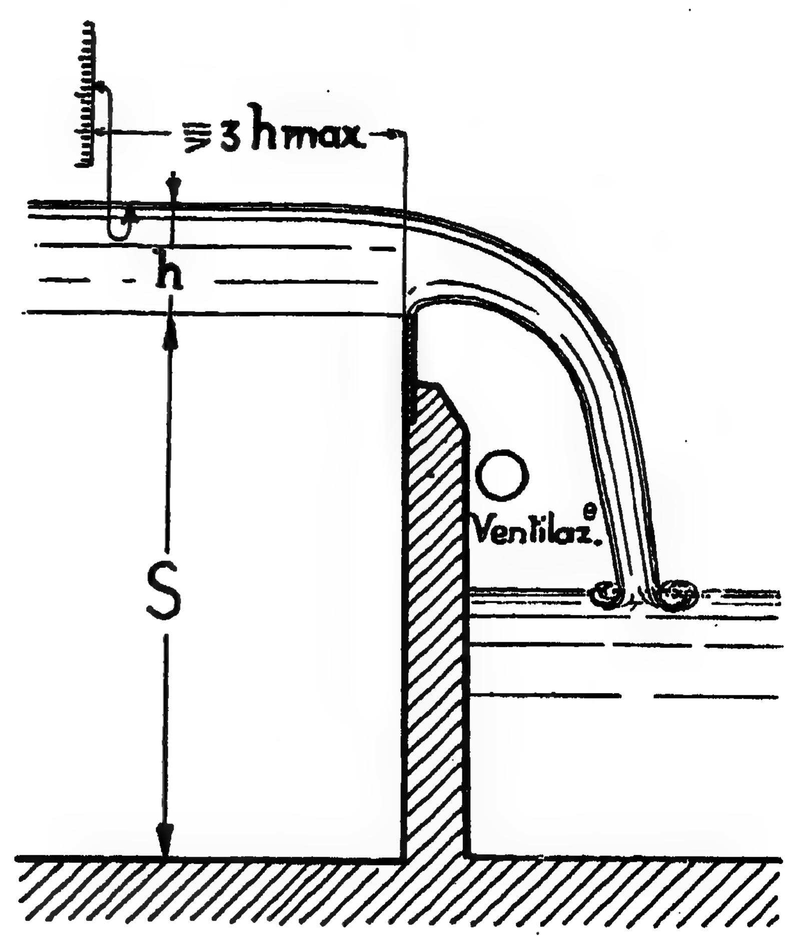


Fig. 4.

La massima cura si dovrà usare nel predisporre gli idrometri per la misura dell'altezza h della lama stramazzante — l'idrometro dovrà essere situato a monte della soglia ad una distanza non minore di 3 volte la massima altezza della lama stramazzante. Nel caso di stramazzi molto larghi, l'altezza h dovrà essere misurata in diversi punti, uniformemente ripartiti lungo la cresta. Speciali provvedimenti sono quasi sempre necessari per stabilizzare il pelo dell'acqua nel canale di arrivo: sono particolarmente efficaci, a questo scopo, uno o più diaframmi di mattoni forati.

La portata di uno stramazzo rettangolare si calcola colla formula

$$Q = \frac{2}{3} \mu l h \sqrt{2gh}$$

nella quale l è la lunghezza e μ il coefficiente dello stramazzo Per il calcolo del coefficiente μ, relativo agli stramazzi senza contrazione laterale, si usano le formule seguenti:

Formula di Bazin:

$$\mu = \left(0{,}6075 + \frac{0{,}0045}{h}\right)\left[1 + 0{,}55\left(\frac{h}{h+S}\right)^2\right] \text{ (misure in m)}$$

la formula vale per $h = 0{,}08$ fino a $h = 0{,}5$ m.

Formula di Rehbock:

$$\mu = 0{,}605 + \frac{1}{1050\,h - 3} + 0{,}08\,\frac{h}{S} \text{ (misure in m)}$$

Formula S. I. A. (1):

$$\mu = 0{,}615\left(1 + \frac{1}{h + 1{,}6}\right)\left[1 + 0{,}5\left(\frac{h}{h+S}\right)^2\right] \text{ (} h \text{ ed } S \text{ in mm)}$$

valida per $S \gtreqqless 300$ mm, $h = 25$ fino a 800 mm, $\frac{h}{S} \leqq 1$.

Lo stramazzo Cipolletti a contrazione completa ha gli spigoli laterali inclinati del 25% (fig. 5) rispetto alla verticale. Il

suo coefficiente di contrazione è costante: la portata si calcola colla formula

$$Q = 1{,}86\, l\, h^{\frac{3}{2}}.$$

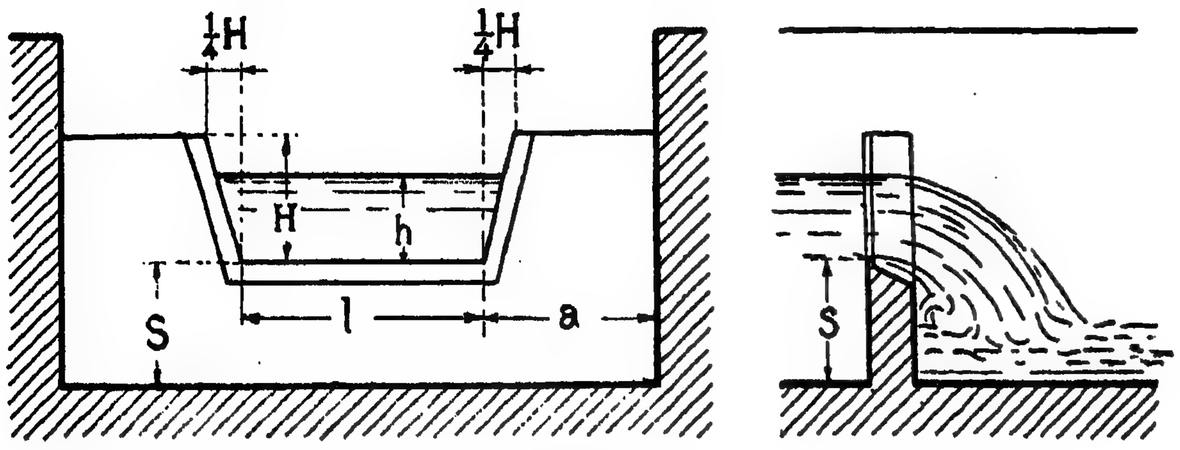


Fig. 5.

È specialmente raccomandabile se costruito secondo le norme dettate dal Cipolletti (V. Cipolletti: *Canale Villoresi*. U. Hoepli - Milano, anno 1886). E precisamente, le proporzioni consigliate sono le seguenti:

Altezza lama h compresa tra 0,08 e 0,60 m ed eguale a circa $(1/3 \div 1/4)\ l$;

Distanza della soglia dello stramazzo dal fondo $S \geq 3\ h$.

Distanza delle pareti laterali dello stramazzo $a \geq 2\ h$.

La tabella seguente, a titolo di orientamento, indica la larghezza l conveniente per ciascuna portata:

Larghezza dello stramazzo in m	Portata in litri/sec
0,50	20 ÷ 50
1,00	40 ÷ 300
1,50	60 ÷ 800
2,00	80 + 1700

5205. *I diversi metodi delle soluzioni saline e metodo di Gibson*, normalmente usati in America, non sono di uso frequente in Europa. L'esattezza con essi raggiungibile si può ritenere eguale a quella di qualunque altro metodo ed in molti casi potrebbero essere applicati con vantaggio.

Richiedono tuttavia un'apparecchiatura speciale ed una perizia ben sicura nell'operatore.

5206. *Molinello*. È suscettibile di grande esattezza, specialmente se usato in un tratto di canale molto regolare.

Solo molinelli a segnalazione elettrica possono essere usati per misure di precisione: essi devono essere opportunamente tarati, preferibilmente prima e dopo le prove: per i calcoli si userà la media delle due tarature.

Prima della misura si farà un rilievo esatto della sezione del canale e si disporrà un idrometro per rilevare le eventuali oscillazioni del pelo d'acqua durante le prove.

I tempi saranno contati mediante cronografo oppure mediante apparecchio registratore.

L'uso contemporaneo di tanti molinelli quanti sono i punti di una orizzontale o di una verticale, col sussidio di un apparecchio registratore, è il sistema più moderno per la misura delle grandi portate.

Qualora, in alcuni punti della sezione di misura, si riscontrino velocità negative, la misura non si potrà ritenere attendibile. La velocità dovrà essere misurata in ogni punto per un tempo sufficientemente lungo per compensare eventuali variazioni dovute al moto pulsante dell'acqua e rendere minimi gli errori di apprezzamento dei tempi.

Le velocità dovranno essere misurate possibilmente su almeno 4 orizzontali e 4 verticali: i punti estremi dovranno distare al massimo 200 mm dal fondo, dalle pareti e dalla superficie libera dell'acqua.

Il numero dei punti di misura può essere stabilito secondo la formula

$$N = (14 \div 25) \sqrt{F}$$

nella quale F è l'area della sezione di misura in m^2.

Le misure mediante molinello sono ammesse in condotte forzate quando il diametro sia maggiore di 1 metro.

Le velocità saranno rilevate lungo almeno due diametri fra loro ortogonali.

5207. *Tubo di Pitot*. L'uso di questo strumento è analogo a quello del molinello e, per il suo uso, valgono le stesse norme.

5208. *Venturimetro*. Quando l'impianto sia provvisto di un misuratore Venturi, applicato con tutte le opportune cautele, le sue indicazioni possono dare una misura sufficientemente esatta della portata. Esso viene però generalmente usato come apparecchio di controllo per seguire le variazioni della portata durante l'esercizio.

5209. *Misura della velocità di rotazione*. Viene eseguita mediante contagiri o, più frequentemente, mediante tachimetri fissi od a mano. I tachimetri devono essere tarati prima del loro uso. Negli impianti idroelettrici la velocità può anche essere misurata per mezzo dei frequenziometri. Nelle prove dei regolatori si useranno tacografi coi quali sia possibile rilevare il diagramma delle variazioni di velocità durante il periodo di regolazione. Tali diagrammi sono specialmente utili se l'apparecchio consente la registrazione contemporanea della pressione e della apertura del distributore.

5210. *Misura della potenza*. Può essere fatta direttamente per mezzo di un freno dinamometrico oppure indirettamente, misurando la potenza elettrica sviluppata dai generatori comandati dalle turbine.

5211. *Il freno dinamometrico* di Prony può essere usato per piccole potenze fino a 200 ÷ 300 kW: potenze maggiori possono essere misurate mediante freni a resistenza idraulica. La prova al freno deve essere fatta direttamente sull'albero della turbina, previo smontaggio di ogni organo accessorio come volanti. puleggie, ingranaggi, ecc.

Se il freno viene applicato su un albero verticale, esso deve essere opportunamente sospeso, se applicato su albero orizzontale, si dovrà tener conto degli attriti nei supporti della turbina, dovuti al peso del freno ed agli sforzi da esso generati.

5212. *La misura indiretta per mezzo dei generatori elettrici* presuppone l'esatta conoscenza del rendimento effettivo di questi generatori. Tale rendimento deve essere scrupolosamente determinato coi metodi riconosciuti della Elettrotecnica. Il costruttore delle turbine ha il diritto di controllare le misure eseguite a tale scopo. La misura della potenza elettrica deve essere fatta con istrumenti di precisione, tarati prima e dopo le prove: la media delle due tarature sarà usata nei calcoli. Le indicazioni degli strumenti del quadro non sono ritenute utilizzabili nelle prove di collaudo.

5213. *Misura delle variazioni di velocità*. Come detto al § 5209, si useranno tachimetri registratori con svolgimento sufficientemente rapido del nastro.

Variazioni brusche del carico sono quelle che si ottengono aprendo o chiudendo gli interruttori: queste prove risultano di molto facilitate se si dispone di reostato a resistenza liquida.

5214. *Variazioni di pressione*. Saranno pure misurate mediante manometro registratore. Per lo studio dell'andamento del colpo d'ariete, è necessario che, sul diagramma della pressione, si registri contemporaneamente l'apertura del distributore.

Quando le turbine siano munite di valvole sincrone a richiusura automatica oppure (nel caso di turbine Pelton) di deviatori automatici, le garanzie di regolazione della pressione riflettono solamente i distacchi di carico.

5215. Nel caso che, durante le prove di regolazione, si riscontrassero oscillazioni pendolari di velocità o di pressione dovute ad impreviste particolarità della tubazione o ad insufficienza del pozzo piezometrico, tale irregolare funzionamento non potrà essere attribuito a difetto degli organi di regolazione.

5216. Quando non sia diversamente stabilito, le prove di regolazione si effettueranno variando il carico di una sola turbina funzionante in modo completamente indipendente da qualunque altro motore esistente nello stesso impianto.

RASSEGNA TECNICA

Per mancanza di spazio, essendo buona parte della Rivista occupata dal resoconto del Congresso di Roma, rimandiamo al prossimo numero la pubblicazione della rubrica Sommarî *e di una parte della* Rassegna Tecnica.

a)

INTERRUTTORI AD ESPANSIONE

Elektrotechnische Zeitschrift, 3 aprile 1930. – KESSELRING.

1°) GENERALITA' SUGLI INTERRUTTORI CONTENUTI IN LIQUIDI.

L'arco di apertura si spegne quando nell'istante che la corrente va a zero si verifica la condizione

$$-\frac{\delta T}{dt} - k\frac{\delta u}{dt} > 0 \qquad (1)$$

dove T = temp. assoluta del vapore che arde nell'arco
u = il valore istantaneo della tensione
k = coefficiente dipendente dal liquido.

Quando avviene la formazione dell'arco, la corrente è sfasata di circa 90° rispetto alla f.e.m. e. Orbene la (1) dice che nell'istante che la corrente si annulla, affinchè l'arco si spenga necessita che, mentre la temp. T decresce (vedi fig. 1), l'incremento della tensione in quell'istante sia tale da soddisfare la (1). O viceversa, essendo dato l'incremento della tensione, bisognerà fare diminuire opportunamente T nell'intervallo dt, di una quantità sufficiente dT affinchè la (1) sia soddisfatta. Questo si può ottenere ad esempio raffreddando il gas mediante una espansione adiabatica e su tale principio si fondano per l'appunto gli interruttori ad espansione.

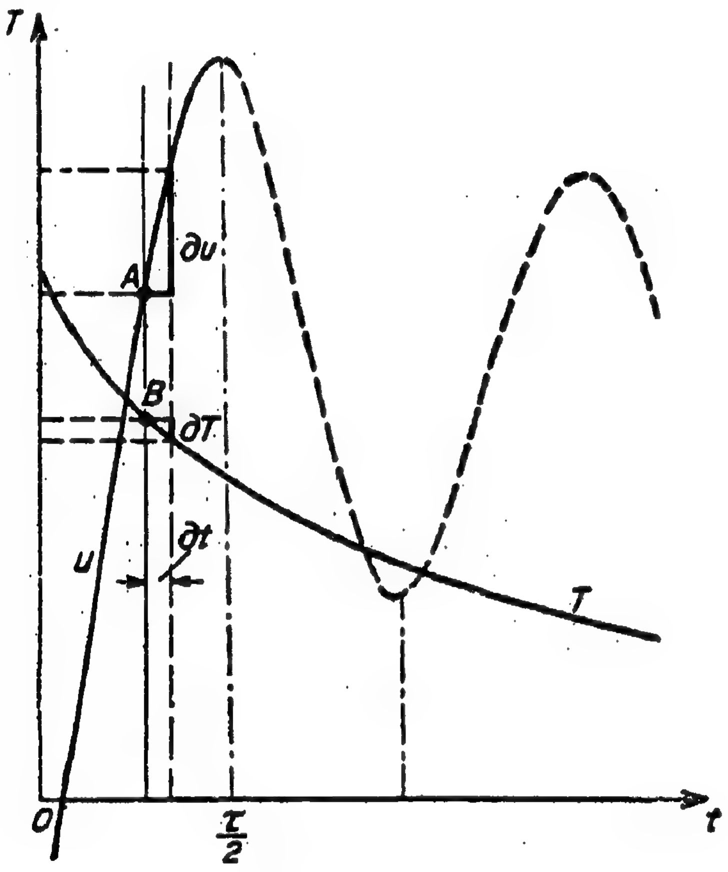


Fig. 1.

2°) ALCUNE FORME CARATTERISTICHE DEGLI INTERRUTTORI AD ESPANSIONE.

La fig. 2 mostra alcuni schemi di interruttori nei quali il gas prodotto dall'arco, espandendosi adiabaticamente, fà sì che esso possa raffreddarsi e spegnere l'arco al primo passaggio a zero della corrente.

3°) COMPORTAMENTO TERMODINAMICO DURANTE LA INTERRUZIONE.

Considerando i risultati sperimentali ottenuti coi tipi indicati schematicamente nella fig. 2 si è notato che la curva delle pressioni nell'interno dell'apparecchio decresce assai rapidamente e presenta un punto di flesso laddove il vapore da surriscaldato che era, diventa saturo. Si può dimostrare in base ad alcuni principî elementari di termodinamica, che il raffreddamento del gas avviene tanto più rapidamente, quanto maggiore è la velocità di espansione del gas e la grandezza del pistone (fig. 2 *a*) o dei fori di scappamento (fig. 2 *b* e *c*). Inoltre considerando il diagramma entropico si può notare altresì come per raggiungere un rapido raffreddamento dei gas, convenga far avvenire le espansioni nel campo compreso fra 50 atm. e zero.

4°) PROCESSO DI SPEGNIMENTO DELL'ARCO.

Dal punto di vista elettrofisico, durante la formazione dell'arco c'è una forte emissione di ioni dagli elettrodi. Questi però, in virtù di un fenomeno messo in luce da Wilson nel 1903, quando si trovano in presenza di vapore saturo, lo condensano attorno a se stessi, in modo che l'elettrone aumenta notevolmente di massa. Allora, il campo che si forma tra gli elettrodi,

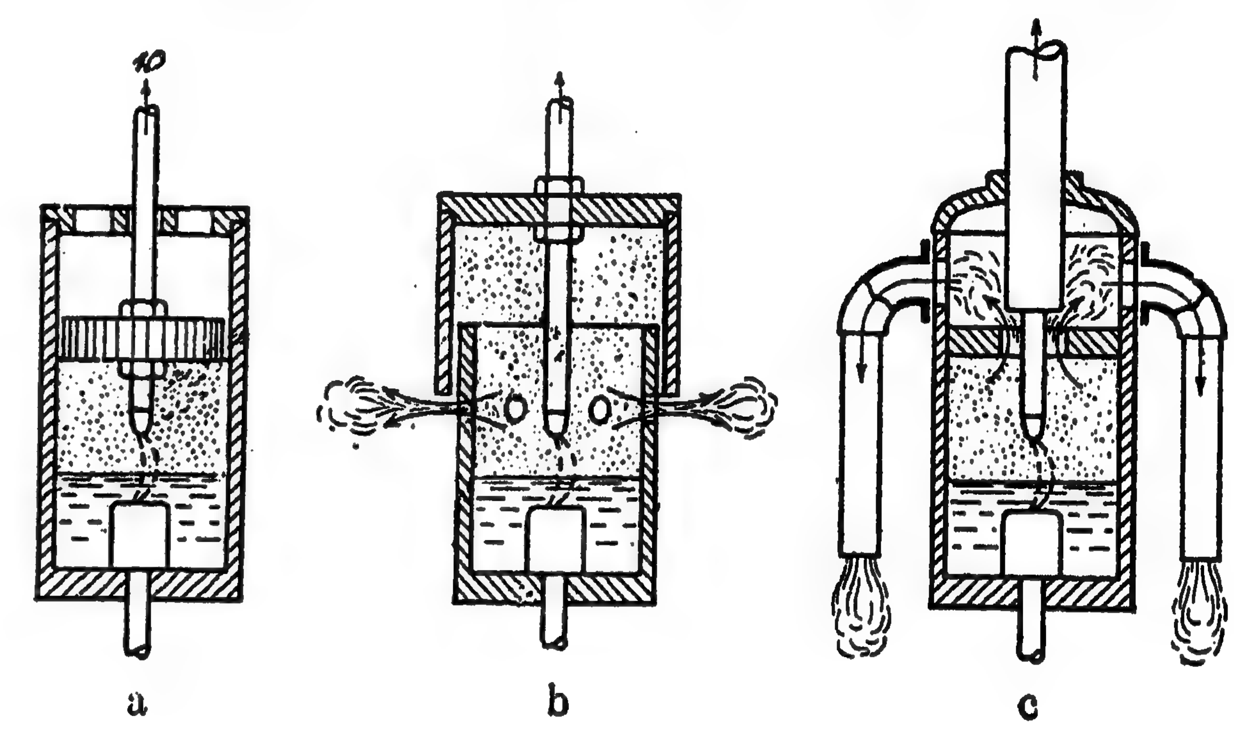


Fig. 2.

per effetto della tensione sfasata, nel momento che la corrente è nulla, tende a muovere detti aggruppamenti di atomi ed elettroni. Questi aggruppamenti poi risponderanno alle forze che agiscono su di essi con una velocità tanto più piccola, quanto maggiore sarà la massa dell'aggruppamento. Se essa sarà piccola la velocità risulterà notevole e dall'urto contro le molecole nasceranno nuovi elettroni (ionizzazione per urto). Quando

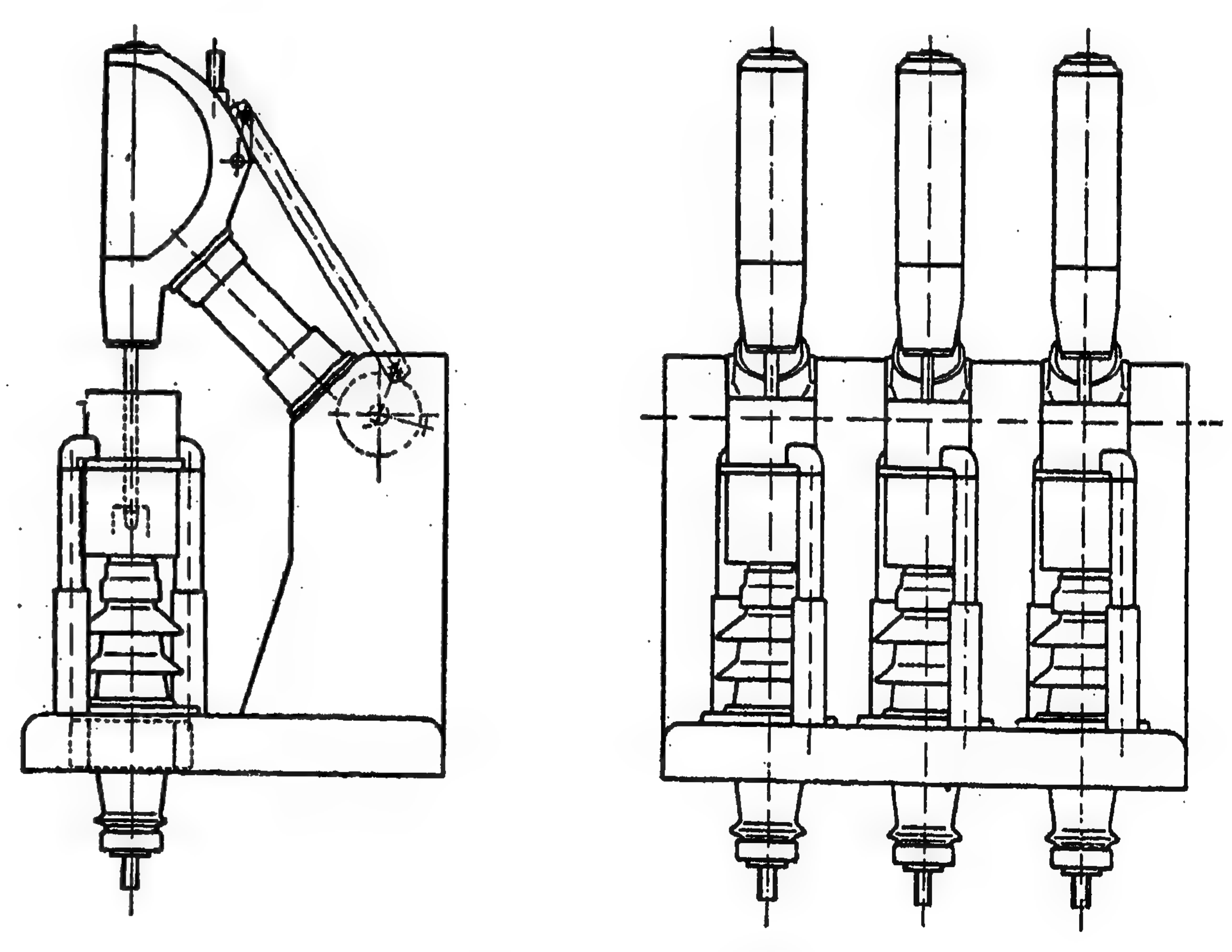


Fig. 3.

prevale quest'ultimo fenomeno l'arco si riaccende, e si spegne invece quando predomina la presenza di aggruppamenti a forte massa.

5°) DESCRIZIONE DELLA PARTE COSTRUTTIVA DEGLI INTERRUTTORI A ESPANSIONE.

La fig. 3 dà lo schema di un interruttore di 10 kV 600 A provato 400 MVA. Le camere di espansione corrispondono a quelle della fig. 2 *c*. Altri due tipi sono quelli della fig. 4. Il secondo di questi (a destra) ha i contatti principali fuori della camera

di espansione, mentre entro la camera stessa, ha quelli secondari ove avviene la rottura del circuito. La fig. 5 indica invece un tipo studiato per linee da 100 kV avente l'equipaggio mobile comandato da olio in pressione.

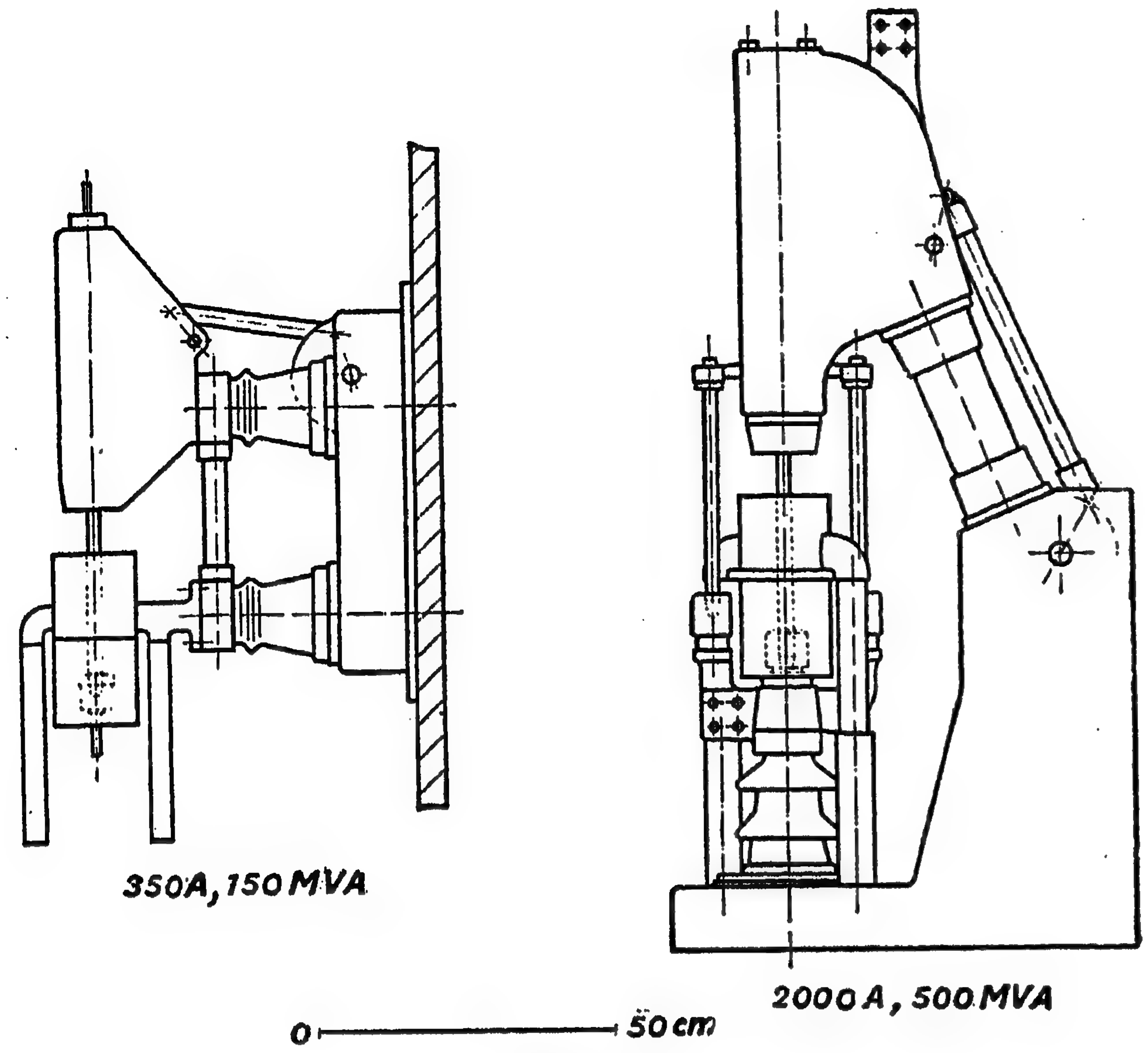


Fig. 4.

Si noti che questi tipi di interruttori presentano la massima sicurezza per quanto può concernere la incolumità del personale, non essendo possibile che essi esplodano. Richiedono inoltre minor ingombro nel montaggio rispetto agli ordinari interruttori in olio.

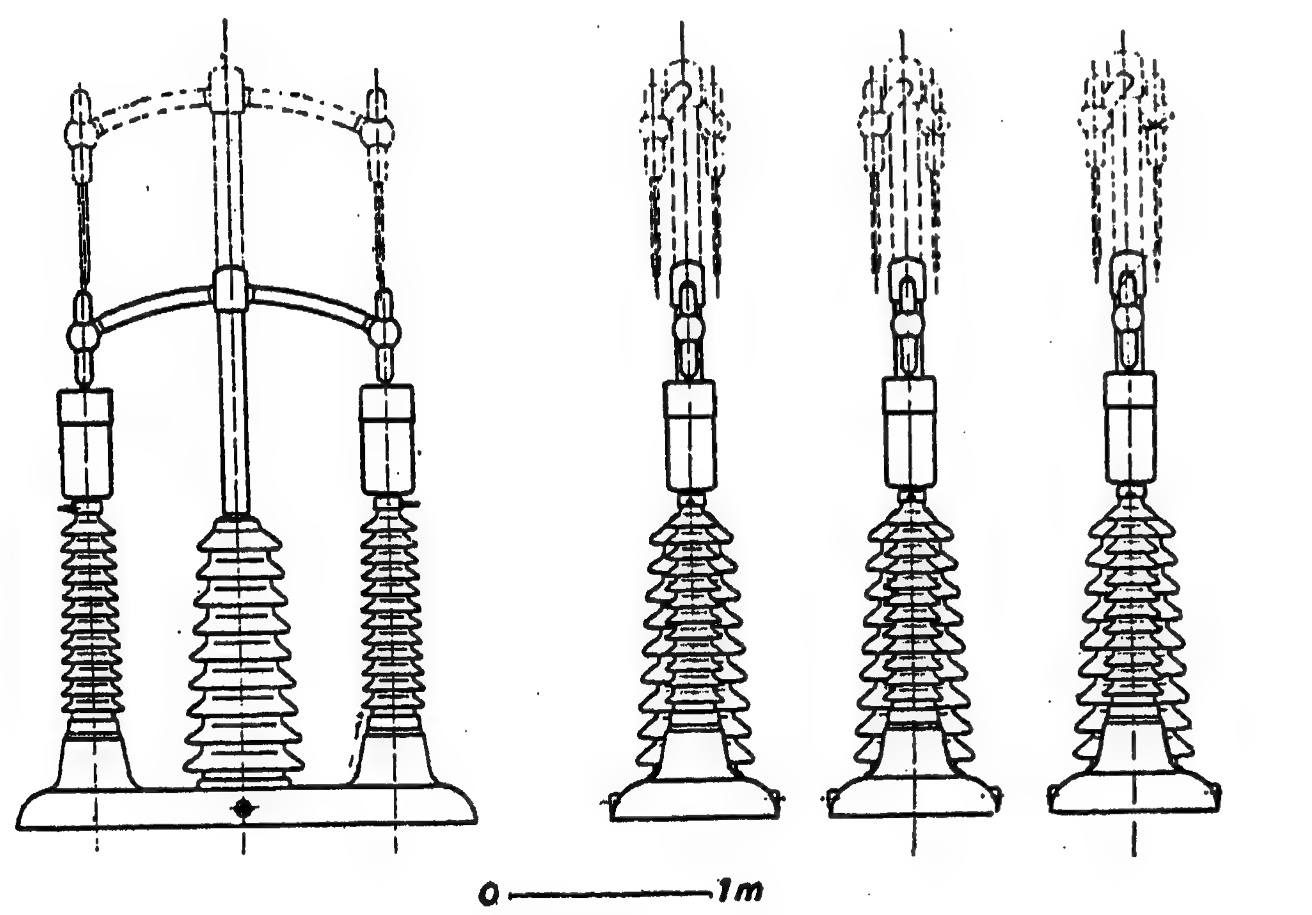


Fig. 5.

6°) Confronti tra curve di spegnimento dell'arco nel caso di interruttori a gas in pressione e di interruttori ad espansione.

Studiando il comportamento degli interruttori ad espansione rispetto a quelli a gas in pressione, si vede che mentre nei primi è abbastanza semplice la costruzione di un interruttore per forti intensità, non lo è del pari per alte tensioni. Invece nel secondo tipo avviene precisamente il contrario.

7°) Estensione del principio dell'espansione dei gas agli interruttori normali in olio.

Studiando gli oscillogrammi di un comune interruttore in olio, si constata che in esso la tensione dell'arco di apertura può crescere con legge lineare o esponenziale a seconda dei casi e della struttura dell'interruttore stesso. Analizzando nel contempo l'andamento della pressione della bolla gassosa formatasi e della corrispondente temperatura, si constata che lo spegnimento dell'arco avviene quando le condizioni della (1) sono soddisfatte. Pertanto, può nuocere ad un pronto funzionamento dell'interruttore, sia la mancanza di una camera adatta ove possa formarsi una certa pressione di gas, quanto la forma di tale camera che permetta a questi ultimi di sfuggire troppo rapidamente o troppo lentamente senza provocare in loro quella espansione adiabatica che, sottraendo il calore alla massa, soddisfi alla condizione della (1).

G.R.M.

INTERRUTTORI DI GRANDE POTENZA SENZA OLIO (b

Elektrotechnische Zeitschrift, 27 febbraio 1930 – J. Biermanns.

1°) Generalità.

Da molto tempo si è cercato di bandire l'olio dagli interruttori per i molti inconvenienti che porta con sè, non ultimo dei quali la sua infiammabilità. Tuttavia la sua sostituzione con tetracloruro di carbonio si dimostrò inefficace per le alterazioni che subisce quest'ultimo sotto l'azione dell'arco di apertura. Oggi i costruttori sono indirizzati verso i tipi a vuoto spinto e a corna con speciali sistemi soffianti per lo spegnimento dell'arco e verso il tipo a gas in pressione. Si tratta ad ogni modo di un problema arduo per le molteplici difficoltà che si devono superare.

2°) Interruttori a gas in pressione.

La fig. 1 mostra un interruttore di serie di 10 kV, 30000 A, provato anche a 75000 A; quella N. 2 invece mostra un interruttore a poli separati di 100 kV, 1.500.000 kVA di rottura e

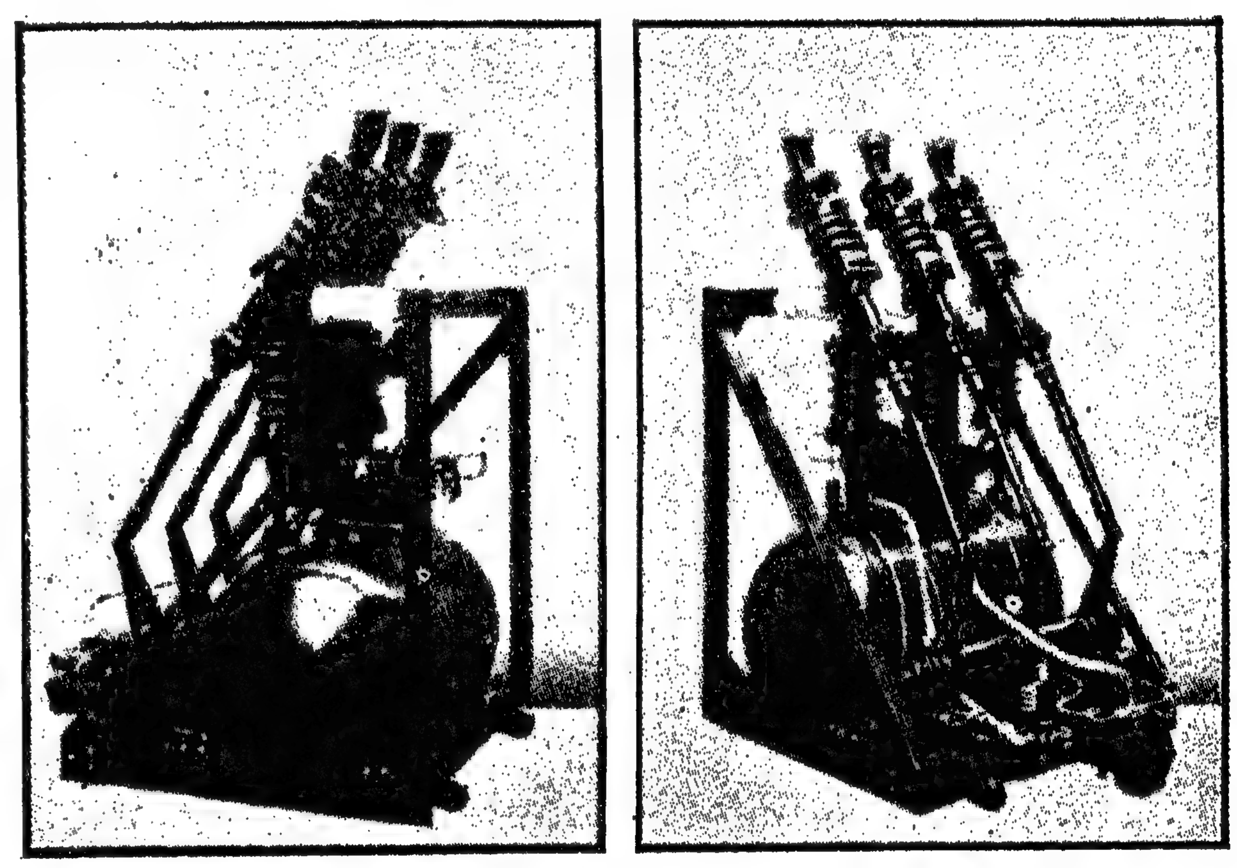


Fig. 1.

a due punti di interruzione per ogni polo. I contatti in quest'ultimo tipo, sono situati entro i due isolatori terminali, nella parte superiore e il gas compresso, quando avviene l'apertura, viene immesso violentemente dal serbatoio inferiore attraverso gli isolatori tubolari. Esso circonda le aste di comando e sfugge superiormente ai due isolatori terminali. Ivi possono essere applicati, volendo, dei silenziatori che attutiscano il colpo.

Un vantaggio notevole si è ottenuto in questi apparecchi sostituendo all'aria in pressione, l'anidride carbonica. Ad una pressione di 15 atm. per la prima basta quella di 5 del secondo gas e ciò, probabilmente, perchè il Co^2 alla temperatura dell'arco si scompone in carbonio e ossigeno assorbendo calore. Inoltre a tale scomposizione fa seguito la formazione di un composto, fra il carbonio e i contatti di Wolframio, che ha una piccolissima emissione di elettroni. Sono però da evitarsi in simili interruttori i contatti ausiliari. Per questo tipo di interruttore, si preconizza il suo impiego sopratutto per le alte ed altissime tensioni e, nel mentre si mette in rilievo il vantaggio che esso presenta su quelli ordinari ad olio per quanto riguarda l'ingombro, si fa osservare la sua assoluta superiorità in caso di incidenti gravi. Infatti nel mentre gli interruttori a gas compresso possono tutt'al più portare alla fusione di un organo intercambiabile, quelli ad olio possono generare esplosioni con relativi incendi e con guasti che solitamente richiedono uno smontaggio completo dell'apparecchio e magari la sua totale sostituzione.

Per quanto riguarda il costo, l'interruttore a gas compresso porta ad un vantaggio economico rispetto all'ordinario tipo in olio per le alte e altissime tensioni, mentre costa qualche cosa di più per le basse tensioni. Tenendo conto però del complesso dell'istallazione e dell'ingombro, c'è un vantaggio anche in quest'ultimo caso.

3°) Interruttori in acqua.

Si sono studiati pure gli interruttori con riempimento di acqua e si è visto che, tenuto conto della differente costante dielettrica dell'acqua rispetto all'olio, il loro comportamento è buono. Rimane però il pericolo della formazione di miscela to-

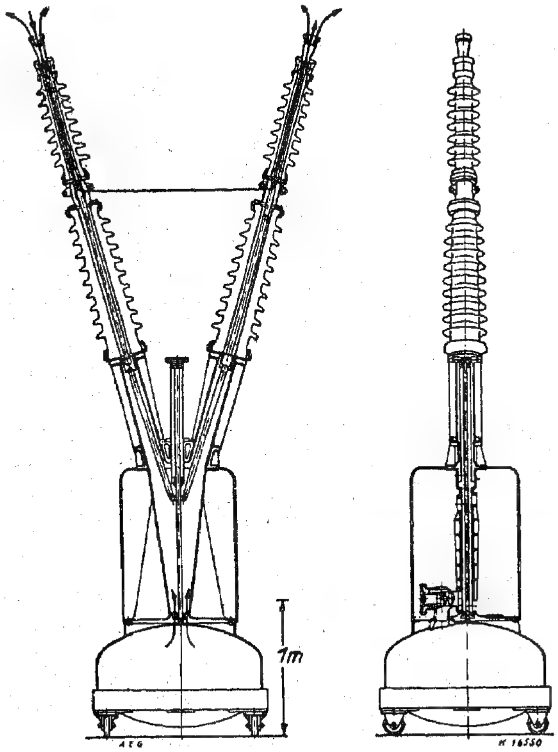


Fig. 2.

nante. La fig. 3 dà lo schema di tale apparecchio, munito di uno scarico per i gas formatisi e di una camera (quella inferiore) atta a condensare in parte i vapori e a tranquillizzare il liquido dopo lo spegnimento dell'arco. Questo tipo tuttavia non è ancora uscito dal campo sperimentale.

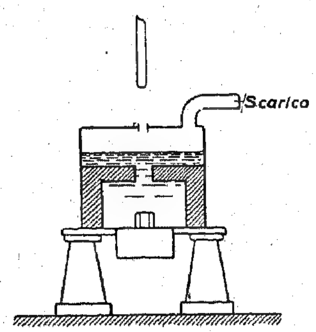


Fig. 3.

Come conclusione, sembra di poter asserire che a tutto oggi, nel mentre si vede un reale vantaggio nel caso degli interruttori a gas compresso su quelli ad olio per aver potuto eliminare in essi il pericolo di esplosione nonchè per aver raggiunto un complesso meccanico meno ingombrante, più maneggevole e anche più conveniente per quanto riguarda la manutenzione e la pulizia, non si può ancora asserire lo stesso per gli interruttori in acqua. *G.R.M.*

---

c) **PROVE SU TUBI AL NEON**

Electrical World, 11 gennaio 1930. – J. K. McNeely e R. P. Ballou.

In questa breve nota sono raccolti i risultati delle prove eseguite dagli AA. nella Engineering Experiment Station del Collegio dello Stato di Jowa, su tubi a catodo freddo resi luminosi con corrente alternata, con corrente continua e con corrente ad alta frequenza.

Prove con corrente alternata, 60 periodi.

La tensione necessaria per mettere in funzione i tubi al neon è molto più alta di quella che è poi necessaria per mantenerli in esercizio: detta tensione è chiamata *tensione di scarica* e varia colla lunghezza del tubo (fig. 1) o colle lunghezze de' tubi

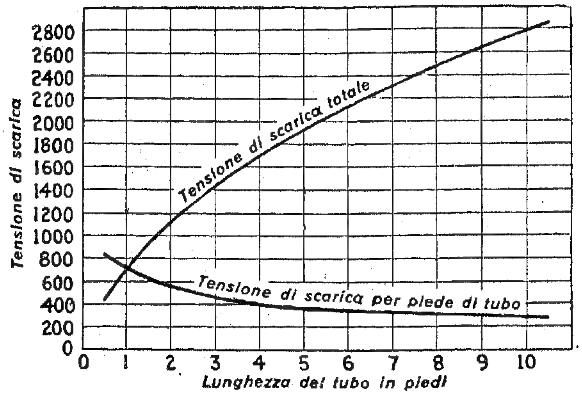


Fig. 1. - Tensioni di scarica totale e specifica, con corrente alternata a 60 periodi.

e col loro numero, per tubi disposti in serie. Dalle prove eseguite è risultato che la tensione necessaria per mettere in funzione due o più tubi posti in serie, non è la somma delle tensioni analoghe necessarie per i singoli tubi, nè la tensione necessaria per un tubo di lunghezza uguale alla somma delle lunghezze de' tubi in serie, ma è compresa tra queste due tensioni. Così mentre per un tubo lungo mm 3048 si ha una tensione di scarica uguale a 2780 V e la somma delle tensioni di scarica per tre tubi lunghi rispettivamente 457, 1067 e 1524 mm è di 4520 V, la tensione di scarica per una combinazione in serie degli ultimi tre tubi è di 3620 V. Riportiamo la tabella che raccoglie alcuni valori delle tensioni necessarie per mettere in funzione tubi di determinate lunghezze o combinazioni varie di detti tubi; ciò perchè, come avvertono gli sperimentatori, non è stato possibile dedurre una legge definita fra le caratteristiche fisiche de' tubi, le loro dimensioni e le tensioni di scarica.

Tensioni di scarica per tubi e combinazioni di tubi di varia lunghezza.

Combinazioni	Tensione di scarica	Somma tensioni di scarica dei singoli tubi	Minore tensione richiesta dalla combinazione in serie dei tubi
a	930	—	—
b	1630	—	—
c	1960	—	—
d	2780	—	—
a–b	2300	2560	260
a–c	2420	2890	470
a–d	3450	3710	260
b–c	2950	3590	640
b–d	3950	4410	460
c–d	4500	4740	240
a–b–c	3620	4520	900
a–b–d	4440	5340	900
b–c–d	4910	6370	1460
a–c–d	4880	5670	790
a–b–c–d	5430	7300	1870

(Lunghezze de' tubi: a = mm 457, b = mm 1067, c = mm 1524, d = mm 3048).

Dai risultati delle prove eseguite risultano però queste leggi generali, che le massime economie si hanno con tubi lunghi (fig. 1) in piccolo numero e con lunghezze poco diverse dall'uno all'altro. Questo vale evidentemente per tubi messi in serie. Altra considerazione generale è che la tensione di scarica di una serie di tubi è sempre compresa fra il minimo dell'analoga tensione per un tubo solo, lungo quanto i tubi insieme, e la somma delle tensioni di scarica dei singoli tubi: quando la differenza tra queste due tensioni limiti è piccola, si può ammettere, senza incorrere in grave errore, che la tensione di scarica per i tubi in serie sia la media aritmetica delle tensioni limiti.

Le variazioni della tensione in funzione delle correnti e per diverse lunghezze de' tubi sono rappresentate nella fig. 2; si tratta di variazioni piccolissime che, escluso il tratto delle correnti inferiori a 30 mA, possono ritenersi lineari e tendenti a far diminuire leggermente la tensione col crescere della corrente. Generalmente i tubi funzionano con 20 mA e in caso di segnalazioni con 50 mA, e le variazioni di tensione per valori della corrente inferiori a 10 mA non interessano.

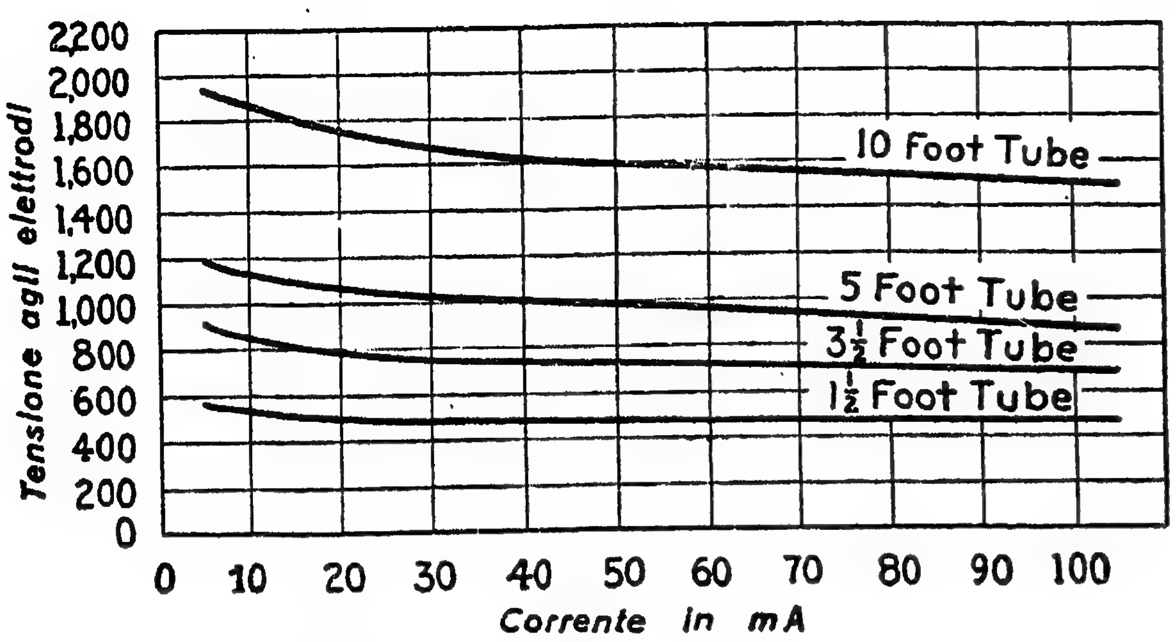


Fig. 2. - Variazione della tensione colla corrente, per corr. altern. a 60 periodi.

Per un funzionamento regolare il trasformatore deve abbassarsi colla tensione più rapidamente del tubo, ogni volta che si ha un aumento della corrente.

Le cause esterne influenzano poco il funzionamento del tubo, ma alterano molto la tensione di scarica. Coll'uso le proprietà elettriche ed ottiche del tubo si alterano; anche le condizioni climatiche possono avere la loro influenza, cambiando leggermente il colore della luce, sopratutto se il tubo non è costruito bene o se nel gas si hanno delle impurità. Nessun effetto ha la messa a terra della lastra metallica su cui è montato il tubo, anche se il centro dell'alta tensione è a terra.

Prove con corrente continua.

Colla corrente continua la tensione di scarica non è definita: con un tubo lungo 457 mm essa è variata in diverse prove da 1600 a 1900 V; in una prova il tubo non si è messo in funzione neanche con 2000 V e si è messo in funzione invece con una piccola onda transitoria dovuta alla chiusura od all'apertura dell'interruttore del voltmetro.

Le tensioni che necessitano per mantenere un tubo in funzione sono le stesse di quelle richieste con corrente alternata. L'effetto di cause esterne è molto marcato.

Nella fig. 3 si vedono le variazioni della tensione per variazioni successive della corrente in un tubo: in un primo tempo, per 30 minuti, il tubo è stato attraversato da una corrente di

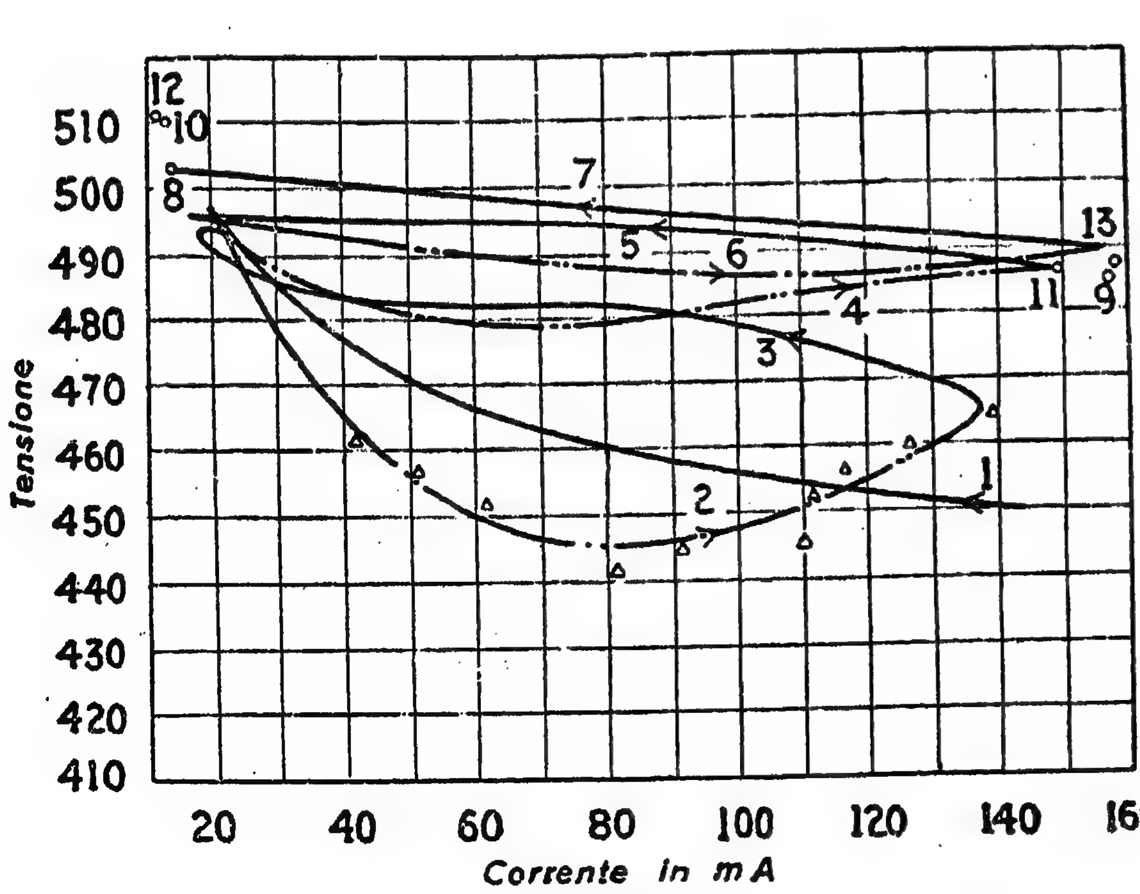


Fig. 3. - Variazione della tensione colla corrente in successive applicazioni di corrente continua.

50 mA, quindi si è elevata la corrente fino a 119 mA e successivamente la si è poi abbassata ed elevata tra i limiti di 20 e 150 mA. I cicli 1, 2 e 3 sono stati ripetuti tredici volte; i punti della curva 2 sono quelli che si scostano maggiormente dagli altri. Dopo il ciclo 7 la tensione si è elevata rapidamente, è diminuita poi e si è elevata ancora stabilendo successivamente i punti 9, 10, 11, 12, 13.

Queste singolari variazioni della corrente e della tensione che si hanno ricorrendo alla corrente continua si ritiene che siano dovute a speciali condizioni di temperatura e di pressione nell'interno del tubo. Cambiando la polarità si incontra una certa difficoltà a mettere il tubo di nuovo in funzione, difficoltà che permane anche dopo averlo messo in funzione un paio di volte e che diminuisce però dopo che è stato avviato molte volte colla stessa polarità.

Sono stati osservati, sopratutto con correnti elevate, due spazi oscuri in prossimità del catodo, il primo che si estende per 2 cm a partire dall'elettrodo, il secondo che si estende per 1 cm e si distanzia dal primo di circa ½ cm. Verso l'anodo la luce è più debole e talvolta oscilla. La temperatura del tubo difficilmente supera quella dell'ambiente, anche con correnti elevate impiegate per molto tempo: ciò denota che al catodo si ha una grande caduta di potenziale ed una grande dissipazione di energia.

Gli AA. hanno sperimentato anche con correnti ad alta frequenza, ma questi risultati non interessano. Possono interessare invece il diagramma della fig. 4 che dà in funzione della

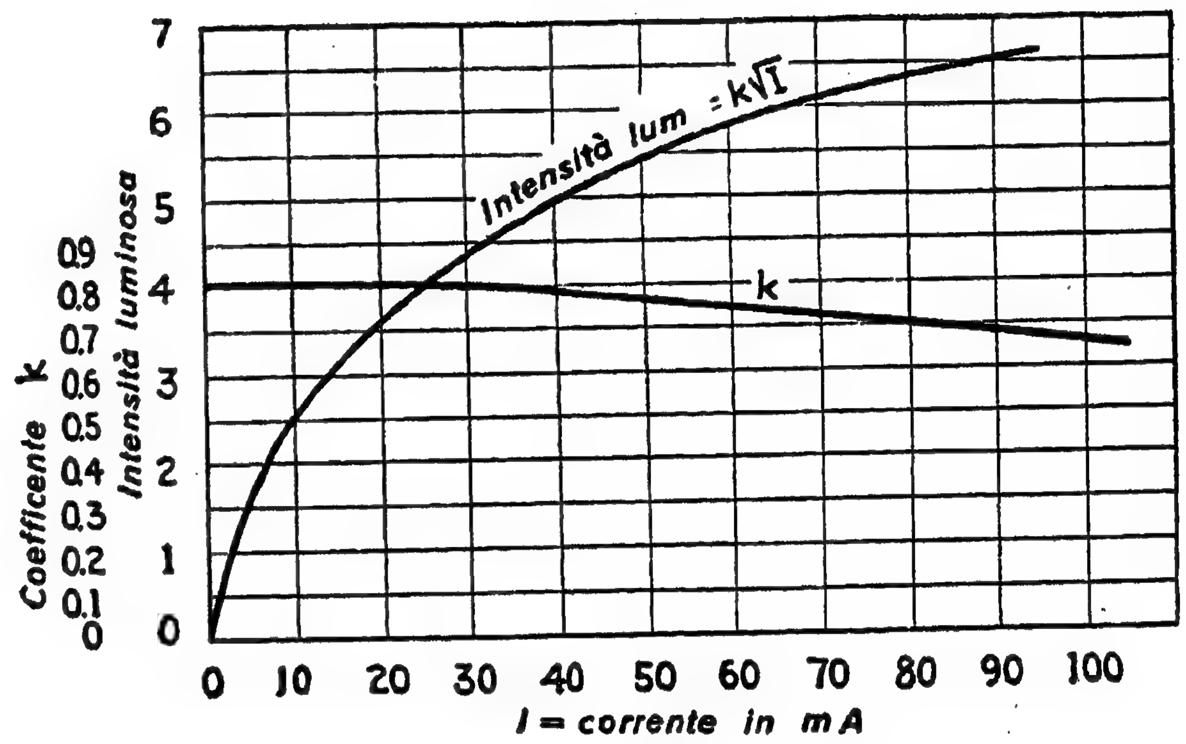


Fig. 4. - Variazioni dell'intensità luminosa e del coefficiente k col variare della corrente, con corr. altern. a 60 pariodi.

corrente (corrente alternata a 60 periodi) la intensità della luce emessa dal tubo e quello che dà i valori di k. La intensità della luce varia proporzionalmente alla radice quadrata della corrente, per valori inferiori a 50 mA; per valori superiori l'intensità della luce cresce un po' meno che proporzionalmente alla radice quadrata della corrente. Il diagramma dell'intensità luminosa della fig. 4 è stato determinato in base a prove eseguite con una cella di selenio, per la indicazione della intensità della luce.

f. j.

INDAGINE SULL'ENERGIA REATTIVA PRODOTTA DALLE CENTRALI SVIZZERE E SUI METODI IN USO PER FATTURARLA

Bulletin S. E. V. nº 6, marzo 1930. – O. Ganguillet.

Oltre alla solita raccolta mensile di dati sulla potenza e sull'energia prodotta dalle Centrali, nel novembre dell'anno scorso la Segreteria dell'U. C. S. ha richiesto anche i diagrammi della potenza reattiva e della potenza attiva e le quantità di energia reattiva ed attiva prodotte nel giorno 13.

Molte Centrali hanno risposto all'inchiesta e nella fig. 1 sono appunto segnati il diagramma totale giornaliero della potenza attiva A e quello della potenza reattiva B relativi alle dette Centrali. Il diagramma C dà le variazioni della potenza attiva totale riferita a tutte le Centrali che dispongono di più di 1000 kW, le quali dànno circa il 97 % della produzione totale (1). La piccola differenza tra i diagrammi A e C permette di generalizzare i risultati dell'inchiesta; questi possono riassumersi così:

a) le variazioni del fattore di potenza per l'energia totale fornita da una centrale sono maggiori in quella centrale il cui carico è prevalentemente industriale;

b) la massima variazione del fattore di potenza, esclusi alcuni casi eccezionali di nessuna importanza, è per una centrale tra 0,86 e 0,57;

c) la variazione del fattore di potenza per centrali che riuniscono la loro produzione è tra 0,83 e 0,74;

(1) Sono escluse le ferrovie e le industrie con impianti autonomi.

d) il valore medio del cos φ calcolato in base ai dati comunicati dalle centrali, Σ kVAh cos φ e Σ kVAh sen φ, è circa 0,785.

Si ritiene di giustificare il valore piuttosto elevato del fattore di potenza colla diffusione delle applicazioni termiche.

Delle 36 Società che hanno risposto all'inchiesta non vi è nessuna che controlli e tenga conto della energia reattiva per i *piccoli utenti;* alcune, e son poche, si sono riservate nel contratto la possibilità di controllare e di tenere conto della energia reattiva, ma solo in *casi eccezionalissimi* applicano la detta clausola.

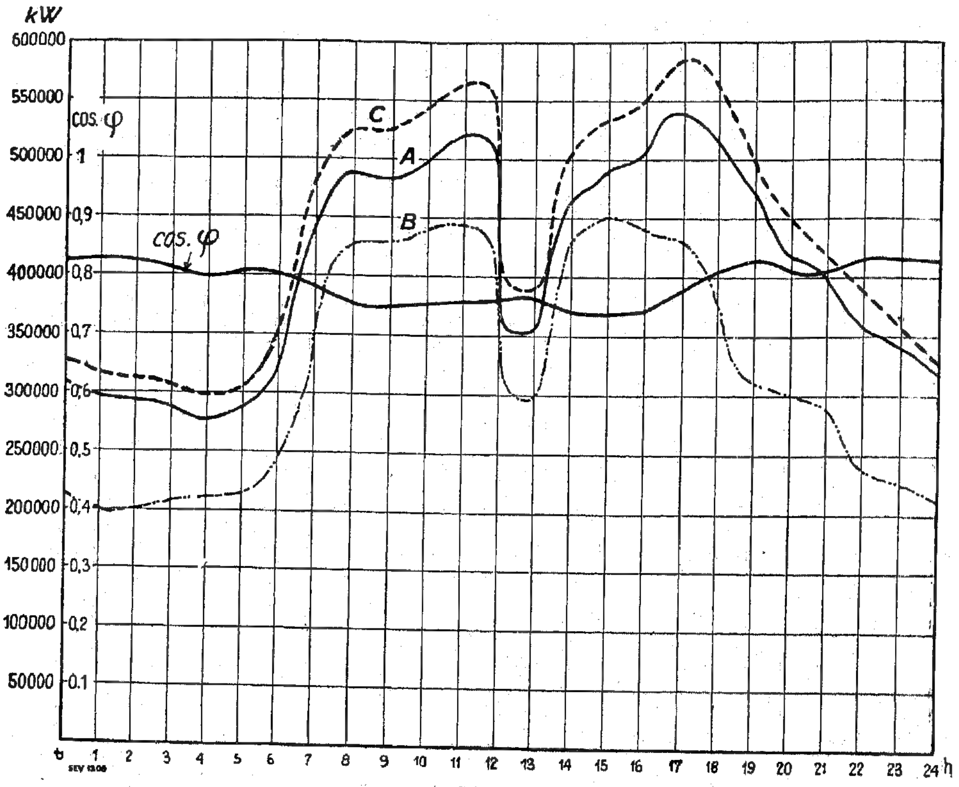


Fig. 1.

Dal diagramma del cos φ (fig. 1) risulta pure che il valore medio del fattore di potenza non è più piccolo durante la notte ma durante il giorno, quando il carico è dovuto prevalentemente ai motori dell'industria.

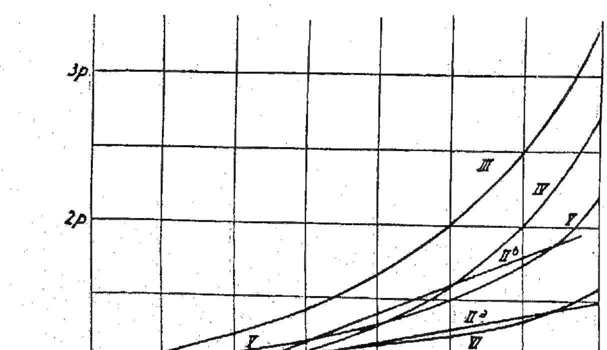


Fig. 2. - Curve degli aumenti applicati alle tariffe dalle Soc. Elettriche Svizzere per tener conto dell'energia reattiva
p = prezzo del cos φ contrattuale.

Curva I - Nessuna applicazione del cos φ.
» IIa - Aumento dato dall'espressione cos φ_0 − cos φ (cos φ_0 = fattore di potenza contrattuale, cos φ quello medio rilevato).
» IIb - Aumento in base all'espressione 2 (cos φ_0 − cos φ).
» III - Fatturazione kVAh.
» IV - Aumento in base al rapporto $\frac{0.8}{\cos\varphi}$.
» V - Fatturazione di $\frac{1}{2}$ Σ kVAh cos φ + $\frac{1}{2}$ Σ kVAh.
» VI - Fatturazione eccesso prelievo di energ a reattiva al 25 % della tariffa per kWh.

Così la *Elektrizitätswerke* della città di *St. Gallen* applica gli aumenti del 2%, 3%, 4%, e 5% rispettivamente per i casi in cui il cos φ scende al disotto di 0,707, di 0,69, di 0,68 e di 0,67; e dà uno sconto del (3÷5) % quando il cos φ sale oltre 0,9. Un metodo analogo è seguito dalla *Elektrizitätswerk* di Berna, mentre la città di *Zurigo* calcola 1,8 Rp (6 cent.) per kVAh sen φ sull'energia reattiva prelevata oltre il 75 % dell'energia reale.

È invece più frequente il controllo e la fatturazione dell'energia reattiva per i *grandi utenti.*

Alcune Società prescrivono per i loro utenti importanti che il cos φ non si abbassi al disotto di 0,85, 0,8, 0,75, e 0,7 e che per questo essi devono provvedere per proprio conto a non scendere al disotto del fattore di potenza stabilito.

Una Società domanda 1,2 Rp (cent. 4,4) per kVAh sen φ quando il valore dell'energia reattiva supera quello dell'energia reale, cioè quando si ha cos φ < 0,707.

I rivenditori tengono conto della stessa eccedenza di prelievo di energia reattiva, fatturandola a (0,7 - 0,8 - 0,9 - 1,0 - 1,1 - 1,2) Rp (cioè (2,5 - 2.9 - 3,3 - 3,7 - 4,0 - 4,4) cent.) per kVAh sen φ, per cos φ variabile rispettivamente tra 0,7 e 0,707, tra 0,68 e 0,69, tra 0,67 e 0,68, tra 0,66 e 0,67 e al disotto di 0,66; gli stessi rivenditori dànno poi uno sconto di 0,5 Rp/kWh (cent. 1,8/kWh) quando il cos φ si mantiene sempre al disopra di 0,8.

La *E. W.* della città di *Genf* e quella di Bellinzona aumentano la tariffa dell'1% per ogni centesimo mancante al cos φ medio mensile per raggiungere il valore 0,7; e l'abbassano del 0,5% per ogni centesimo in più del cos φ medio mensile rispetto al valore 0,75.

La *Cie. Vaudoise* (Losanna) segue lo stesso metodo delle precedenti, ma si accontenta di un aumento percentuale minore. E la *E. W.* della città di *Lucerna* aumenta la tariffa dell'1% e la diminuisce pure dell'1% quando il cos φ è inferiore o superiore a 0,8, per ogni centesimo mancante o eccedente.

Altre Società tengono conto del cos φ fatturando l'energia reattiva prelevata in più di quella che all'utente spetta in base al fattore di potenza contrattuale. Così la *E. W.* del cantone di *Aargau* applica 1 Rp/kVAh sen φ sul maggior prelievo di energia reattiva essendo 0,75 il cos φ del contratto. La *N. O. K.* applica al maggior prelievo di energia reattiva, calcolato in base ad un fattore di potenza base di 0,8, una tariffa del 25 % della tariffa del kWh, ed al minor prelievo, sempre riferito a cos φ = 0,8 uno sconto per kVAh sen φ uguale al 13,5% del prezzo del kWh.

La *Bernese* considera come fattore di potenza limite per il giorno 0,8, per la notte 0,7 ed applica al maggiore prelievo di energia reattiva ($0,8 \div 2$) Rp/kVAh sen φ, cioè in media il 25 % del prezzo del kWh; in alcuni casi il prezzo del kWh viene aumentato secondo il rapporto $\frac{0,8}{\cos \varphi}$ o $\frac{0,7}{\cos \varphi}$.

La *E. W. Chur* considerando come base $\cos \varphi = 0,8$, applica al maggior prelievo di energia reattiva il 20% del prezzo del kWh; e la *Schweiz. Kraftübertragung* riferendosi in alcuni casi a tutta l'energia reattiva prelevata, applica un prezzo variabile tra $\frac{1}{16}$ e $\frac{1}{5}$ di quello dell'energia reale. La *E. W. Olten-Aarburg* stabilisce che il cos φ non debba scendere al disotto di 0,75; al disotto di questo valore limite si applica la tariffa all'espressione $0,75 \; \Sigma$ kVAh invece che a Σ kWh. Anche la *Société Romande* segue lo stesso metodo, ma stabilisce 0,8 come valore limite del cos φ.

Il relatore ritiene che il metodo applicato dalle ultime due Società sia il più semplice.

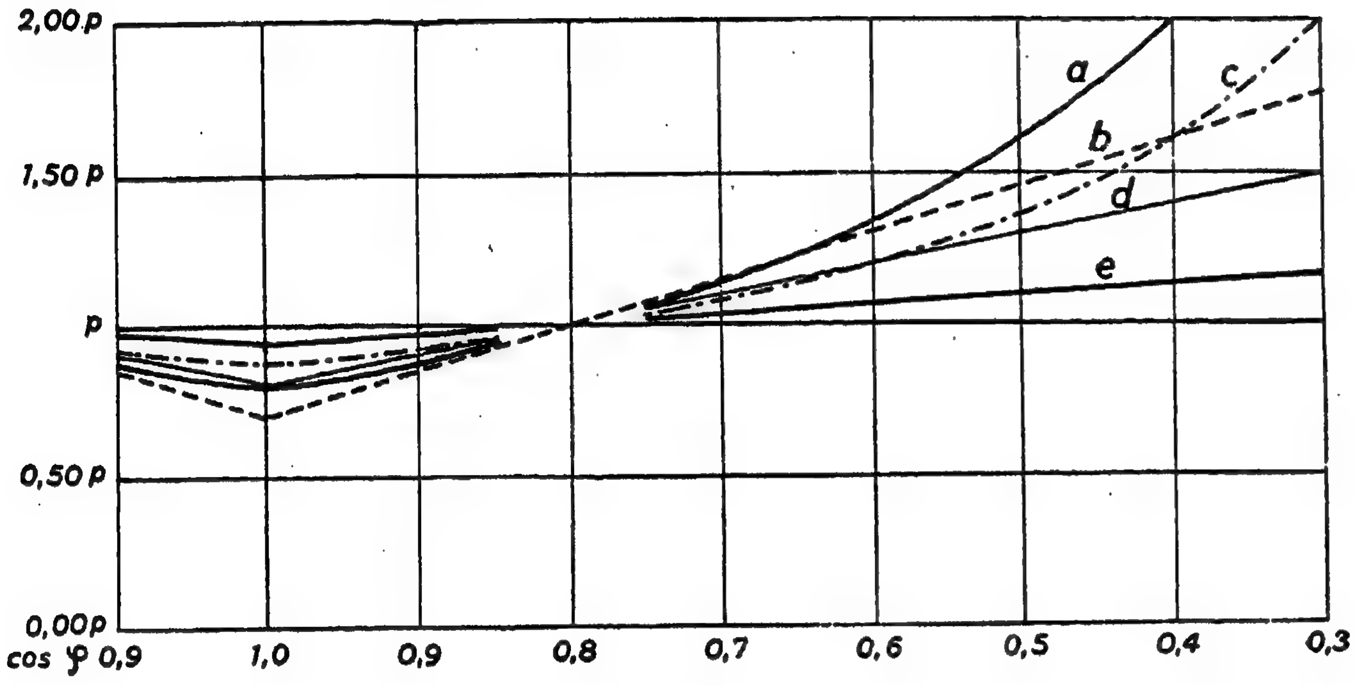


Fig. 3.

Termina la relazione con una rappresentazione grafica delle tariffazioni applicate dalle diverse Società svizzere (fig. 2).

Abbiamo fatto seguire la fig. 3 con i diagrammi delle principali tariffazioni in uso nell'Italia, facendo osservare che anche le nostre Società non tengono conto in generale dell'energia reattiva per le piccole utenze. Se ne tiene conto parzialmente per le grandi utenze con tariffazioni diverse, variabili di poco però nei limiti della loro applicazione. Dai diagrammi rileviamo che le nostre curve limiti sono spostate rispetto a quelle svizzere e limitano un campo dove si hanno minori aumenti delle tariffe. Delle curve limiti la superiore (curva *a*) corrisponde all'aumento in base al rapporto $\frac{\cos \varphi_0}{\cos \varphi}$ ($\cos \varphi_0$ = fattore di potenza contrattuale e $\cos \varphi$ = fattore medio rilevato) e coincide con la IV della fig. 2; la inferiore (curva *b*) corrisponde all'aumento $\frac{1}{3}$ ($\cos \varphi_0 - \cos \varphi$). Abbiamo segnato pure la curva corrispondente all'aumento $\cos \varphi_0 - \cos \varphi$ (curva *d*, formola approvata dall'*Aniel* nel 1926), e coincidente colla II^a della fig. 2, e quella relativa all'aumento $0,6 \frac{\cos \varphi_0 - \cos \varphi}{\cos \varphi}$ (curva *c*); queste due curve nell'intervallo $0,5 \div 0,3$ si discostano un po' l'una dall'altra, ma nell'intervallo che più interessa nella tariffazione, tra 0,8 e 0,5, sono abbastanza vicine ed entrambe stabiliscono una caratura giusta e corrispondente alle condizioni di impianto del nostro Paese; queste due tariffazioni sono applicate dalla maggioranza delle Società distributrici italiane.

f. j.

Pubblicazioni

DI TUTTE LE PUBBLICAZIONI INVIATE ALLA RIVISTA IN DOPPIO ESEMPLARE VERRÀ FATTO UN CENNO BIBLIOGRAFICO.

CONSORZIO BRENTELLA-MONTEBELLUNA. *Il canale della Brentella e le nuove opere di presa e di derivazione, nel quinto secolo dagli inizi. - Cronistoria, descrizione tecnica, ordinamento.* - A. SERENA, G. DALL'ARMI, S. MAZZAROLO. (Un vol. di pagg. 324, Treviso, Arti Grafiche Longo & Zoppelli, 1929).

Questo Consorzio, le origini della cui attività rimontano al secolo XV, in occasione del compimento delle nuove opere per la derivazione dal fiume Piave a Fener e per la sistemazione, concatenata con l'utilizzazione idroelettrica, del proprio canale principale, ha pubblicato in un bellissimo volume la propria cronistoria, la descrizione tecnica dei lavori, le norme del proprio ordinamento.

La parte storica, esposta con squisito senso d'arte dal Prof. Augusto Serena, costituisce una documentazione ammirevole, e che non può essere riassunta, dell'attività semimillenaria, per la quale — non meno che per la grande estensione della zona irrigata e per l'importanza e modernità delle nuove opere — questa *Brentella* con la propria organizzazione costituisce uno degli esempi più notevoli, fra i pur tanto numerosi offerti dal nostro Paese nell'utilizzazione e disciplina delle acque.

Dopo il periodo della guerra, di cui anche per la Brentella si registrano particolari ricordi, il Consorzio ottenne nel 1923 di poter incrementare la propria disponibilità d'acqua fino ad un massimo estivo di 32 mc/1", e inoltre di poter derivare e utilizzare per forza motrice (con obbligo di restituzione) anche le acque di competenza del sottostante Consorzio per il Canale della Vittoria e della Piavesella di Nervesa.

L'antica derivazione dal fiume Piave a Pederobba, pure migliorata nel 1919 ma sempre richiedente il sussidio di opere instabili, venne quindi ora sostituita, su progetto dell'Ing. Comm. Guido Dall'Armi direttore tecnico del Consorzio, con opere di presa stabili a Fener, per derivare complessivamente la portata massima di 46 mc/1".

La maggior quota dipendente da questa trasposizione della presa consentì di inserire a Pederobba (Molinetto) una prima centrale idroelettrica, col salto di m 8,50 circa, la quale scarica nel preesistente canale opportunamente ampliato.

Più a valle, a circa 9440 m dalla derivazione di Fener, un manufatto ripartitore, detto di Croce del Gallo, serve per derivare dal canale consorziale una portata costante di 14 mc/1", che viene utilizzata col salto di m 23 in una seconda centrale.

Le nuove opere di presa a Fener per 46 mc/1" presentavano particolari difficoltà, dovendosi attuare con una ritenuta assai limitata. Esse comprendono principalmente:

a) Una diga sommergibile della lunghezza di m 326, col ciglio a circa un metro sopra il livello medio delle ghiaie, costituendo una soglia fissa tendente a stabilizzare l'altezza variabilissima dei ghiaieti ed avvivare il corso del fiume specialmente verso la riva destra, ove si trovano due paratoie mobili, di cui appresso. La costruzione è fondata sopra cassoni per la maggior parte ad aria compressa.

b) Uno scaricatore o sghiaiatore, con la soglia a m 3,15 sotto il ciglio della diga, e con due grandi luci della larghezza di m 22,50 ciascuna, con paratoie automatiche a settore.

La manovra di queste paratoie è regolata da contrappesi contenuti entro pozzi laterali, in cui l'acqua è immessa da un serbatoio rifornito da elettropompe. Due valvole di scarico dei pozzi, comandate da galleggianti che comunicano le sopraelevazioni del livello a monte, determinano una prevalenza dell'azione dei contrappesi e quindi, con un opportuno dispositivo di asservimento, l'apertura delle paratoie.

Abbassandosi invece il livello a monte, i galleggianti stessi determinano l'apertura delle valvole di rifornimento dei pozzi e quindi l'ascesa dei contrappesi e la chiusura delle grandi paratoie.

c) Un manufatto di presa lungo m 35, a sette luci con paratoie piane, ciascuna divisa in due parti per meglio impedire l'accesso delle ghiaie. Un susseguente bacino di calma, della superficie di circa 2000 mq, determina una sufficiente decantazione delle acque che si derivano.

Il canale è diviso in vari tronchi, in relazione ai diversi criteri esecutivi, alle condizioni topografiche e alla natura dei terreni attraversati. Esso comprende vari manufatti, fra cui i principali sono la batteria di sifoni autolivellatori e le bocche di scarico al termine del 1° tronco, prima dell'imbocco della « galleria della Monfenera » costituente il 2° tronco (fino presso la centrale di Pederobba); il ponte canale sul torrente Curogna fra il 3° e il 4° tronco, preesistente ed opportunamente adattato per la maggiore portata, con l'aggiunta di uno scaricatore a tre luci; e parecchi ponti stradali.

Il partitore di Croce del Gallo è costituito da un ampio bacino rettangolare, in fregio al quale trovansi quattro paratoie per l'erogazione dei 14 mc/1" continui destinati all'impianto idroelettrico omonimo.

All'estremità del detto bacino è opportunamente realizzato uno stramazzo tipo Bazin, della lunghezza di m 25, con annesso idrometrografo, per la registrazione delle portate rimanenti al canale consorziale a valle. Questo prosegue fino a Crocetta Trevigiana, ove un partitore tipo Tadini determina la suddivisione delle acque fra le due principali diramazioni distributrici del Consorzio (Canali di Caerano e del Bosco), dalle

quali si verificano le numerose erogazioni (ora in corso di revisione e sistemazione, anche in considerazione delle accresciute portate).

Il costo complessivo delle nuove opere del Consorzio Brentella si aggira intorno a L. 18.500.000, non comprese le due centrali idroelettriche del Molinetto (Pederobba) e di Croce del Gallo, le quali in base ad appositi accordi vennero assunte dall'Idroelettrica Veneta.

La prima di queste è preceduta da un bacino, con sfioratore a paratoia automatica ed altre paratoie per scarico e per l'ammissione delle acque nella camera della turbina.

La centrale di Croce del Gallo è invece alimentata con una tubazione in calcestruzzo armato lunga m 740, del diametro di m 3, con pozzo piezometrico sfiorante al limite della portata di 14 mc/1'' e con sfioro di lunghezza tale da non propagare alcun apprezzabile rigurgito nel bacino ripartitore.

Ciascuna delle due centrali contiene un unico gruppo generatore ad asse verticale, con sospensione tipo Michell; la turbina dell'impianto di Pederobba è di tipo elicoidale.

L'energia prodotta viene trasformata parte a 10.000 Volt, parte a 50.000, per essere convogliata nella rete elettrica regionale.

Dopo la descrizione tecnica, esposta dallo stesso Direttore Ing. Dall'Armi e qui brevemente riassunta, l'ultima parte dell'interessante volume, dovuta al Cav. Stefano Mazzarolo, riguarda specialmente l'attuale ordinamento amministrativo del Consorzio.

Più che un consorzio di utenti, si ha qui un consorzio di Comuni, ciascuno dei quali, derivata dai canali consorziali l'acqua di propria competenza, provvede per proprio conto alla sub-distribuzione.

Per provvedere sempre meglio ai bisogni irrigui di tutti i Comuni consorziati, il Consorzio provvederà, mediante la maggior derivazione estiva ora effettuata, ad una congrua perequazione dell'acqua per uso irriguo e alle opportune sistemazioni delle varie bocche di presa e dei numerosi manufatti secondari di ripartizione.

F. M.

***

J. WALTJEN: *Entwurf und Bau von Schaltanlagen für Drehstromkraftwerke* - (Julius Springer, Berlin 1929).

Non v'è forse ramo della elettrotecnica pratica che negli ultimi anni abbia preso maggiori proporzioni di quello dedicato alla costruzione e all'impianto dei quadri e dell'apparecchiatura. Le cognizioni teoriche e pratiche ch'oggi si richiedono a questo riguardo non solo dall'ingegnere specialista, ma anche dall'ingegnere d'esercizio sono molte estese, dato l'enorme e continuo sviluppo e la varietà di tipi e criteri di costruzione.

L'A. ha tentato di raccogliere in un libro tutto quanto può interessare chi si occupa dell'impianto di quadri e apparecchi. Nella prima parte tratta dei diversi criteri che devono seguire di guida nella scelta dello schema generale; segue una esposizione e breve descrizione dei differenti apparecchi necessari per i diversi circuiti, delle loro caratteristiche e dei requisiti che essi devono avere. L'ultima parte del libro è dedicata al progetto, alla costruzione e sistemazione dei quadri e dell'apparecchiatura.

Il lavoro, data la vastità del tema da trattare, si limita necessariamente ad una rassegna più completa che sia possibile di criteri e di descrizioni di caratteristiche funzionali e costruttive di apparecchi e di disposizioni di apparecchiature.

Esso può servire egregiamente di guida allo studioso e all'ingegnere che cerchino di orientarsi in questo campo della tecnica.

Il libro è illustrato da una serie di diagrammi, schemi, disposizioni e fotografie eseguite e riprodotte in maniera assai nitida e chiara, che ne accrescono notevolmente il pregio.

NOTIZIARIO

a) CELEBRAZIONE DEL CENTENARIO DI FARADAY

Nel 1831 Michele Faraday, seguendo gli studi di Volta, Oersted ed Ampere e riprendendo nel laboratorio della Royal Institution i loro esperimenti, scoprì delle leggi importanti sui fenomeni di induzione elettromagnetica.

In Inghilterra si ritiene che il 29 agosto 1931 (la scoperta avvenne il 29 agosto 1831) debba considerarsi il centenario di un grande evento nella storia del mondo e in particolare dell'elettrotecnica. Perciò il 5 febbraio 1929 la Royal Institution riunì le principali Associazioni scientifiche ed altrettanto fece il 17 aprile successivo per le rimanenti Associazioni la Institution of Electrical Engineers, e si nominò un comitato per l'organizzazione delle cerimonie. È stato già pubblicato un programma provvisorio nel quale si stabilisce che l'inizio della commemorazione si avrà il 21 settembre 1931 e le Riunioni, le Conferenze e i ricevimenti per i giorni, successivi che si prevedono molti.

b) ISTITUZIONE DI UN PREMIO AUGUSTO RIGHI

L'Associazione Elettrotecnica Italiana per onorare degnamente la memoria dell'illustre scienziato Augusto Righi, in occasione del decennale della sua morte, d'accordo col Comitato Fisico del Consiglio Nazionale delle Ricerche e con la Società Italiana di Fisica, ha deliberato di istituire un premio intestato al nome del grande fisico, nell'intento di favorire lo sviluppo degli studi di elettrofisica in Italia. Il premio consisterà in una medaglia d'oro che l'Associazione Elettrotecnica assegnerà periodicamente all'italiano di età inferiore ai 30 anni, autore del *miglior lavoro sperimentale* di Elettrofisica pubblicato sulla rivista «*L'Elettrotecnica*» o su altre riviste italiane.

La memoria del grande Uomo che fu «precursore ed attore principale nella grande evoluzione della fisica nei primi vent'anni di questo secolo» e lasciò buona tradizione di pratica sperimentale alla scuola di Bologna, non poteva essere onorata in modo migliore e più solenne.

Ai giovani fisici di ridare all'Italia il primato nel campo sperimentale e di conquistare questo ambito premio.

c) CONCORSI A PREMI BANDITI DALL'«ASSOC. NAZ. FASCISTA FRA GLI INDUSTRIALI METALLURGICI ITALIANI»

Allo scopo di favorire in Italia gli studi e le ricerche nei campi della metallurgia e della metallografia, l'«Assoc. Nazionale Fascista fra gli Industriali Metallurgici Italiani» ha bandito un concorso a premi per le tre migliori memorie inviate alla Redazione della Rivista «*La Metallurgia Italiana*» entro il 31 dicembre 1930 - IX. Le tre memorie devono riferirsi ciascuna rispettivamente a metallografia o resistenza dei materiali, a tecnologia metallurgica e a chimica metallurgica e per ciascuna è istituito un premio di L. 5000.

I manoscritti non devono essere firmati, ma contraddistinti da un motto ripetuto sulla scheda che contiene il nome e l'indirizzo dell'Autore. Scheda in busta chiusa e suggellata e manoscritti vanno inviati alla Redazione de «*La Metallurgia Italiana*» in via Cappellari, 2, Milano.

La Commissione giudicatrice è composta dei Signori:
Ing. *Fausto Bondolfi*, Ing. *Giovanni Falck*, Prof. Dott. *Federico Giolitti*, S. E. *Parravano* Prof. *Nicola*, Ing. *Agostino Rocca*, Comm. Ing. Dott. Prof. *Giulio Sirovich*.

Detta Commissione avrà il diritto di proporre altre memorie che giudicherà meritevoli o per ulteriori premi o per altre distinzioni.

***

Un altro concorso a due premi di L. 3000 ciascuno, ha inoltre bandito l'Associazione sopradetta per le due migliori memorie pubblicate ne «*La Metallurgia Italiana*» nel corrente anno 1930. Per questo concorso la Commissione giudicatrice è costituita dal Comitato Direttivo della Rivista.

SEN. PROF. O. M. CORBINO, *Direttore* — ARTI GRAFICHE E. CALAMANDREI & C. – MILANO. Fotoincisioni della «ZINCOGRAFICA» – MILANO — ING. ETTORE CESÀRI, *Redattore-Capo Responsabile*

MILANO
Luglio 1930 - Anno VIII

Fascicolo VII
Volume VII

L'Energia Elettrica

UFFICIALE PER GLI ATTI DELL'UNIONE NAZIONALE FASCISTA INDUSTRIE ELETTRICHE (UNFIEL)
E DELLA FEDERAZIONE NAZIONALE FASCISTA DEI GRUPPI REGIONALI IMPRESE ELETTRICHE (FENAGRIEL)

Direttore: SENATORE PROF. O. M. CORBINO

SOMMARIO del N. 7 del 1930

(da pag. 573 a pag. 658)

MILANO
Luglio 1930 - Anno VIII

Fascicolo VII
Volume VII

L'Energia Elettrica

UFFICIALE PER GLI ATTI DELL'UNIONE NAZIONALE FASCISTA INDUSTRIE ELETTRICHE (UNFIEL)
E DELLA FEDERAZIONE NAZIONALE FASCISTA GRUPPI REGIONALI IMPRESE ELETTRICHE (FENEGRIEL)
Direttore: SENATORE PROF. O. M. CORBINO

ING. PROF. ANTONIO CARRELLI
ISTITUTO DI FISICA DELLA R. UNIVERSITÀ DI NAPOLI

Il nuovo aspetto della Termodinamica

Nel campo di studi termodinamici possono, come è ben noto, nettamente riscontrarsi due periodi distinti, il primo di essi è caratterizzato dalla *termodinamica classica*, l'altro dalla *termodinamica statistica*.

La termodinamica classica si propone lo studio delle leggi che regolano le trasformazioni di calore in energia meccanica e viceversa. Essa è basata su due principî: il primo è il *principio di conservazione dell'energia* che si riscontra originariamente nella Meccanica e nella Elettrologia. Meyer genialmente intuì che esso era valido anche per le trasformazioni di energia meccanica in calore. Il contenuto fisico del primo principio si presentò fin dal primo momento molto chiaro; se ha subito, in alcuni periodi, critiche che volevano negare ad esso il carattere di *principio sperimentale*, tale rimane dinanzi ad una disamina più acuta (Planck); esso è dunque, ed è opportuno affermarlo nettamente, un principio sperimentale, e come tale può essere sempre soggetto al pericolo che nuove scoperte possano infirmarne la sua validità assoluta, e dare invece a questo principio il valore di una affermazione di carattere statistico. Le continue conferme che ha finora avute lo fanno considerare come una delle basi della Scienza. La teoria cinetica nel calore che interpreta le manifestazioni calorifiche dei corpi come dovute al moto delle particelle costituenti la sostanza in esame, riduce il principio della equivalenza fra calore e lavoro al principio della conservazione dell'energia noto già nella meccanica. La teoria di relatività, fondendo il concetto di massa con il concetto di energia, vede in esso il gran principio di conservazione che regola l'universo. Attualmente dunque il primo principio riguarda essenzialmente la nuova meccanica ed il suo avvenire è quindi strettamente legato alle nuove scoperte e alle nuove idee che potranno svilupparsi nel campo della micromeccanica e particolarmente nel campo della Fisica nucleare dove già si nota, per esempio, un'interpretazione assolutamente nuova dei processi di disintegrazione radioattiva che non sono descrivibili con i concetti classici. Non è oggetto di questa esposizione trattare del significato che le nuove ricerche di Fisica nucleare danno a questo principio; ci basta questo solo cenno dei suoi possibili sviluppi ulteriori.

Ben altre difficoltà presenta invece il secondo principio. In questo primo stadio della teoria esso ha in comune col principio della conservazione il carattere di *principio di economia*. Più che un'affermazione atta ad interpretare il mondo fisico il secondo principio nella sua forma classica: « è impossibile ottenere lavoro rimanendo a contatto di corpi tutti alla stessa temperatura » rappresenta una limitazione delle possibilità di sfruttamento dell'energia calorifica, che il primo principio in ultima analisi identifica all'energia meccanica. La trasformabilità del calore in lavoro, trasformabilità che deriva dall'idea di equivalenza, è straordinariamente limitata dal secondo principio, il quale afferma che non può aversi lavoro da una sorgente senza che una porzione di calore, presa da questa, non sia riversata ad una sorgente a temperatura più bassa. Condizione essenziale dunque per la trasformabilità è l'esistenza di una differenza di temperatura, e ne deriva che in un Universo a temperatura costante in ogni punto cessa questa possibilità di sfruttamento dell'energia termica.

Ma se in quanto precede può riscontrarsi il lato pratico del secondo principio lo studio più approfondito sul suo vero significato porta alla introduzione nella Fisica di due concetti fondamentali: il concetto di *temperatura assoluta termodinamica*, indipendente da una qualunque sostanza di riferimento ed il concetto di *entropia*. Il primo permette di potere introdurre in Fisica una grandezza di carattere universale. La ricerca moderna ha permesso di attribuire questo concetto non solo alla materia, ma anche all'altra entità del mondo fisico: alla radiazione. Si supponga infatti una cavità priva di gas, chiusa da corpi qualunque che trovansi ad una certa temperatura. Le pareti di questo involucro emettono ed assorbono nello stato di equilibrio termico energia raggiante e cioè radiazioni elettromagnetiche di tutte le possibili frequenze, che attraversano la cavità in tutte le possibili direzioni. Poichè la velocità di propagazione dell'energia raggiante ha un valore finito, vi sarà nella cavità una certa quantità di energia raggiante costituita dall'energia dei vari fascetti di raggi di tutte le possibili frequenze orientate in tutti i modi possibili. Tali radiazioni, contenute in un involucro chiuso, son dette *radiazioni termiche* e si dimostra che la quantità di energia raggiante contenuta nell'unità di volume relativamente alle singole frequenze non dipende dalla natura delle pareti, ma è funzione della loro temperatura; tale grandezza individua anche la temperatura virtuale delle radiazioni.

Questo concetto di temperatura assoluta termodinamica, che come si è detto è valido per la materia e la radiazione, non ha soltanto un valore astratto, poichè essa è un dato fisico effettivamente determinabile con apparecchi costruiti con speciali cure.

L'altro concetto che deriva dal secondo principio, il concetto di *entropia*, è uno dei più fondamentali che si riscontrano in Fisica; l'entropia è una funzione caratteristica dello stato di un corpo o di un sistema di corpi. Può dirsi che essa scaturisce quasi automaticamente dalla formulazione teorica del secondo principio ed ha una grande importanza per la conoscenza di vari dati termici relativi alla sostanza in esame.

Ma l'entropia ha ancora un'altro e molto più profondo significato. Questa funzione in un caso limite, irrealizzabile sperimentalmente, può rimanere costante, ma in tutti i casi generali che si attuano nella realtà si osserva che questa funzione aumenta di valore. In Natura dunque avvengono sempre soltanto quei fenomeni che portano un aumento della entropia, essa se non ha un significato fisico ancora ben chiaro ha la proprietà fondamentale d'essere capace soltanto di aumentare, di seguire così col suo accrescimento l'evoluzione, il divenire di un sistema.

La Termodinamica classica si basa dunque su questi due principî, il secondo dei quali ha un carattere fondamentale ma oscuro. È appunto merito della Termodinamica statistica di aver fornito la interpretazione fisica del secondo principio, di aver dato un significato all'aumento dell'entropia, offrendo in tal modo anche l'opportunità di sviluppi ulteriori.

***

La genesi di questa branca della fisica teorica può attribuirsi al trionfo avuto dalla teoria atomistica ed alla interpretazione dei fenomeni termici come duvuti ai moti disordinati delle molecole o degli joni che costituiscono i corpi. La materia è considerata dalla teoria atomica quale un assieme di punti materiali, dotati di movimenti disordinati, tanto più veloci quanto maggiore è la temperatura. I moti delle singole particelle sono regolati dalle leggi della Meccanica e almeno teoricamente può immaginarsi noto il divenire di ognuna di esse. Il problema statistico che nasce nella teoria atomistica poichè non dipende dal tipo di corpo, ma indaga in generale il divenire di un assieme di entità di cui si conosce il comportamento individuale, può evidentemente estendersi ad un qualunque assieme di entità; il metodo e i risultati possono considerarsi valevoli anche se altre entità si sostituiscono per esempio alle particelle della massa gassosa.

Speciale importanza hanno avuto in questi problemi le radiazioni termiche. Come abbiamo già detto esse possono considerarsi come un sistema di innumerevoli fascetti di radiazioni le cui frequenze sono comprese in un piccolo intervallo, orientati in tutti i modi possibili con piccolissimo angolo di apertura.

Ora lo studio statistico di un insieme qualunque esso sia, dovrà portare a stabilire dalla conoscenza del comportamento di un elemento singolo, quale può essere il valore medio dell'energia di ognuna di essi, con quale legge questa energia è distribuita, quale è il valore dello scarto medio dal valore più probabile e così via. Il problema da risolvere è in sostanza il seguente: dalla conoscenza delle leggi che regolano gli individui risalire alle leggi dell'insieme.

I problemi connessi con le manifestazioni calorifiche, abbordati da questo punto di vista, devono evidentemente subire un'interpretazione assolutamente nuova. Questo ramo di dottrina per opera di una schiera di ricercatori, tra i quali è particolarmente da ricordare il nome di Boltzmann, si sviluppa rapidamente, ed oltre a fornire un'interpretazione statistica del concetto di temperatura, risolve anche il problema fondamentale del secondo principio. Le difficoltà che la termodinamica classica incontrava nell'interpretazione fisica della funzione entropia erano insormontabili, e per una ragione fondamentale. Le equazioni della fisica di campo (equazioni della dinamica, equazioni dell'elettromagnetismo, le equazioni più recenti della relatività) se permettono lo svolgersi del moto in una data direzione in modo che la massa considerata dal punto A arriva al punto B, non impediscono la possibilità di un moto che dal punto B porti il corpo al punto A. Le leggi della dinamica e dell'elettromagnetismo non definiscono il futuro. Può dirsi cioè con Eddington che non v'è in esse maggiore distinzione fra passato e futuro che fra lato sinistro e lato destro. Esiste cioè nella fisica del campo la perfetta riversibilità di quel parametro che corrisponde al tempo. Ma in realtà il tempo fisico ha uno sviluppo in un'unica direzione, aumenta sempre come l'entropia, e questa proprietà non è compresa nei concetti che dominano la fisica del campo.

Ben altra posizione invece si ha nella termodinamica statistica. Base di questa dottrina è l'esistenza di un assieme numeroso di entità e l'entropia, essendo un concetto relativo ad un corpo od ad ambiente chiuso contenente, in luogo di particelle materiali, fascetti di radiazioni propagantisi in tutte le direzioni e di tutte le frequenze possibili, è essenzialmente un concetto relativo ad un insieme. Ora, un sistema di particelle abbandonate a sè si evolve in una determinata direzione. Per esaminare un caso semplice e concreto consideriamo un recipiente chiuso, vuoto, in cui supponiamo che da un foro vengano introdotte un certo numero di particelle gassose tutte dotate della stessa velocità (uguali direzione e grandezza). Lasciando il sistema a sè stesso, dopo un periodo di tempo molto piccolo si trova che queste particelle sono diffuse in tutto lo spazio racchiuso dal recipiente, e ciò per effetto degli urti fra di loro o con le pareti. Le velocità sono diverse in valore assoluto ed hanno inoltre acquistate le più svariate direzioni, e i vari valori di essa sono distribuiti con una certa legge. La disposizione regolare primitiva dunque è distrutta e l'evoluzione del sistema è avvenuta in modo da produrre un aumento del disordine. Esempi anche di tipi diversi possono moltiplicarsi per dimostrare più compiutamente quanto ora si è affermato, ma qualunque siano le leggi che regolano il divenire delle entità in esame, un assieme tende spontaneamente al massimo disordine. Si tratta ora di specificare meglio questo concetto di disordine. Nell'esempio precedente si partiva da molecole dotate tutte della stessa velocità, il sistema si trovava inizialmente in uno stato individuato dalla condizione seguente: particelle nelle vicinanze del foro praticato nell'involucro con velocità identiche. Ora uno *stato* del sistema, e cioè una determinata distribuzione delle posizioni nello spazio e della velocità delle particelle può realizzarsi in un certo numero di modi. Infatti realizzato in un modo qualunque uno stato, dato che le particelle sono fra di loro equivalenti, compiendo una qualunque sostituzione fra di esse si ricava una distribuzione che è identica alla primitiva. Ogni stato dunque può essere realizzato in un certo numero di modi W.

Vediamo come praticamente può determinarsi questo numero di modi W e per far ciò riferiamoci ad una massa gassosa. In tal caso le entità sono molecole che si muovono con varie velocità in un certo volume. Ogni particella in un certo istante ha dunque tre componenti d'impulso e tre coordinate; queste sei quantità individuano un punto in uno spazio a sei dimensioni, che è detto *spazio di fase*. Ogni particella dunque è perfettamente individuata da un punto dello spazio di fase. Dividiamo ora questo spazio di fase in tante cellette di grandezza arbitraria e sia N il numero totale di particelle e quindi di punti rappresentativi dello spazio di fase. Di questi N punti immaginiamo che ve ne siano N_1 nella prima celletta, che cioè N_1 abbiano componenti di velocità e posizioni corrispondenti a punti della prima celletta; N_2 nella seconda ecc.... Uno stato del gas è perfettamente determinato dalla conoscenza dei numeri N_1, N_2 ecc. Ora questa distribuzione può evidentemente farsi nel seguente numero di modi:

$$W = \frac{N!}{N_1!\,N_2!\,N_3!\dots}$$

È opportuno notare che si ottiene tale formula per W nell'ipotesi che le particelle siano fra di loro assolutamente indipendenti, e che in tale calcolo le dimensioni, e quindi il numero delle cellette sono completamente indeterminati.

Tale numero W, che come ben si comprende è molto grande, è detto *numero di complessioni* o *probabilità statistica*, e la quantità W è la traduzione precisa del concetto di disordine: infatti quanto maggiore è il numero W, tanto maggiore è il numero di modi nei quali può realizzarsi lo stato e tanto più probabile è che esso si verifichi in natura. Dunque la osservazione dei più semplici fatti fisici ci dimostra una tendenza all'aumento del disordine dell'Universo, ci fa affermare cioè che un sistema di particelle tende spontaneamente a stato di probabilità W, più grande. Come l'entropia S anche W non fa che aumentare; ecco dunque che dalla considerazione della struttura atomistica della materia si riesce ad individuare la grandezza W, il cui contenuto fisico è chiaro, e che in virtù della sua qualità d'essere continuamente in aumento deve essere collegata all'entropia.

Si pone subito il problema di ricercare la dipendenza funzionale fra S e W. Invocando due teoremi: 1° l'entropia di due sistemi a contatto è la somma dell'entropia dei singoli sistemi; 2) la probabilità statistica di un sistema costituito da due sistemi distinti è il prodotto delle probabilità statistiche dei sistemi componenti, Planck con un semplicissimo ragionamento dimostrò che l'entropia dev'essere proporzionale al logaritmo di W; precisamente si ha

$$S = k \log W + \text{cost} \tag{1}$$

dove k è una costante universale che dipende dal sistema di misure, e cost è una quantità indeterminata.

Questa relazione fu dimostrata per la prima volta da Boltzmann in base a considerazioni un poco più complicate e segna un gran progresso nello studio della Natura. Essa fa comparire per la prima volta nella fisica un altro ordine d'idee, riduce la legge dell'aumento dell'entropia ad un'affermazione non assolutamente sicura, ad un principio statistico. Infatti un sistema *tende* a realizzare lo stato più probabile; W tende cioè ad aumentare, ma può anche verificarsi uno stato che è individuato da un W minore di quello dello stato precedente. Compare cioè con la (1) un'altro tipo di legge, il che dimostra ancora più chiaramente come è impossibile l'interpretazione dell'entropia con i concetti della termodinamica classica. Infatti nella Meccanica, nell'Elettromagnestismo, nell'Ottica, nella Relatività le leggi relative ad un fenomeno rappresentano l'affermazione che in determinate condizioni iniziali, dopo un certo tempo la particella in esame *deve* necessariamente trovarsi in uno stato perfettamente determinato a priori. La legge dell'aumento dell'entropia è invece qualche cosa di diverso. Le molecole che sono entrate da un foro nel recipiente, con velocità eguale, egualmente diretta, acquistano effettivamente dopo un certo tempo velocità in tutte le direzioni, ma non è da escludersi che, sempre sotto l'azione del caso, non si ritrovino in un istante tutte nella posizione primitiva, il che significherebbe una diminuzione dell'entropia.

Noi non possiamo portare nessun elemento che escluda questa realizzazione, non possiamo cioè prevedere nessuna impossibilità, ciò non pertanto possiamo dire che l'evento che dovrebbe attuarsi è individuato da un W così piccolo il che induce a ritenere la sua realizzazione come quasi impossibile. Può prevedersi che in Natura lo stato individuato dal massimo di S è il più probabile ma non può escludersi che si avverino anche stati diversi da questo, che si avverino cioè fluttuazioni le quali rappresentano processi che si attuano con diminuzione della entropia.

Un sistema isolato tende dunque a uno stato finale nel quale è realizzato il massimo disordine, nel quale cioè si ha il massimo di S; tale stato dicesi stato di *equilibrio termodinamico*. È della massima importanza per le considerazioni che seguono il notare che l'equilibrio *termodinamico*, teoricamente relativo ad un sistema isolato, praticamente relativo a sistemi che con grande approssimazione si possono considerare come isolati, è uno stato che si realizza in un tempo brevissimo nelle ordinarie condizioni, per modo che esso può sperimentalmente considerarsi realizzato.

Si sono ottenute dunque dopo la comparsa del ragionamento statistico due espressioni per l'entropia, una è data dalla (1), l'altra è quella che può ricavarsi dalla termodinamica classica; si pone allora la questione di stabilire se l'espressione classica dell'entropia coincide con quella che si ricava dal ragionamento statistico. Bisogna, quindi, in un caso qualunque, per esempio quello rappresentato da una massa gassosa, calcolare W quindi S e confrontare questo risultato con l'espressione classica dell'entropia. Ora il problema della determinazione di W ha in sè un elemento arbitrario che non possiamo eliminare. Per determinare W dobbiamo conoscere le varie quantità N_1, N_2.... e cioè certi numeri di molecole che si trovano in un elemento di spazio e con certi valori della velocità, e dobbiamo quindi conoscere in quanti modi può ottenersi la stessa distribuzione permutando le particelle tra di loro in tutte le maniere possibili. Ora noi siamo evidentemente costretti a limitare arbitrariamente questi elementi di spazio e questi intervalli nei valori delle velocità e cioè limitare arbitrariamente la grandezza delle cellette dello spazio di fase e nel calcolo di W rimane dunque un elemento indeterminato. Riferiamoci all'unità di massa di un gas monoatomico e sia M la sua massa molecolare, m la massa effettiva di una molecola, N il numero di queste contenute nelle molecole grammo ($M = Nm$) ed R la costante dei gas. Mentre il ragionamento classico porta al risultato seguente per l'entropia

$$S = \frac{R}{M} \log \frac{T^{\frac{3}{2}}}{\rho} + \text{cost} \tag{2}$$

dove ρ è la densità del gas, il ragionamento statistico dà la seguente espressione per log W

$$\log W = \frac{1}{m} \log \frac{T^{\frac{3}{2}}}{\rho} + \text{cost} \tag{3}$$

quindi

$$S = k \log W + \text{cost} = \frac{k}{m} \log \frac{T^{\frac{3}{2}}}{\rho} + \text{cost} \tag{3'}$$

Si vede subito che la formula classica della entropia coincide con quella statistica se $k = \frac{R}{N}$.

Posto dunque $k = \frac{R}{N}$ (k = costante di Boltzmann) le due espressioni sono perfettamente equivalenti fra di loro; hanno entrambe una costante additiva indeterminata; per quella statistica essa deriva dall'arbitrarietà della suddivisione degli elementi di spazio e di velocità, per quella classica essa deriva, come è noto, dall'integrazione della relazione fondamental che permette di ricavare la S. È da notare che per $T = O$ si ottiene in base alle conoscenze classiche sui gas e cioè in base alla (2): $S = -\infty$.

***

Nernst notò, in un primo momento, indipendentemente da qualsiasi considerazione teorica, che tale arbitrarietà della funzione entropia faceva risentire la sua influenza in tutta la

termodinamica, impedendo così una determinazione teorica univoca dei vari parametri termici, in particolare dei massimi lavori utili che possono aversi da una trasformazione. È ben noto che il massimo lavoro utile A che può aversi da una trasformazione isoterma non è semplicemente uguale alla variazione U di energia interna dipendente dalla trasformazione (Wärmetonung); la termodinamica invece dimostra, supponendo A e U funzioni di T e di v (volume), che tra A e U passa la relazione seguente

$$A - U = T\left(\frac{\delta A}{\delta T}\right)_v \tag{4}$$

La (4) ricordando che la variazione d'entropia S per effetto della trasformazione è data da

$$S = \left(\frac{\delta A}{\delta T}\right)_v \tag{5}$$

può anche scriversi

$$A = U - TS \tag{6}$$

Per ottenere A alle varie temperature non basta quindi conoscere U in funzione di T; infatti la (4) è una equazione differenziale del primo ordine dalla quale A è determinata a meno di una costante.

L'intuito geniale di Nernst portò a stabilire una relazione valida in qualunque caso e che permette di determinare questa costante additiva. Nernst pone in effetti

$$\lim_{T \to O}\left(\frac{\delta A}{\delta T}\right)_v = O \tag{7}$$

Nel postulare la (7) egli fu guidato da alcune indicazioni sperimentali che egli sagacemente estese dimostrando la validità della (7) in un gran numero di altri casi. La posizione (7) fu in un primo tempo limitata soltanto alla trasformazione tra corpi solidi e liquidi, ed essa in base alla (5) può anche considerarsi equivalente alla posizione seguente: la variazione d'entropia in una trasformazione tra corpi solidi o liquidi surfusi (fasi condensate) è nulla allo O assoluto.

Ma questa nuova affermazione, introdotta nella termodinamica classica come postulato, confermato poi da numerose esperienze, può acquistare il valore di *principio* fondamentale quando sia interpretata nel suo vero significato. Anche in tale quistione il ragionamento statistico apre la via, però la soluzione del problema, e cioè la ricerca del significato teorico della (7), è dovuta alla nuova concezione fisica che s'inizia col secolo *XX*, ed il bisogno sentito da Nernst di completare l'edifizio della termodinamica con qualche elemento nuovo, è da considerarsi come consono ai nuovi fatti osservati in natura. Si è già detto che l'esistenza di un equilibrio termodinamico rappresenta la realizzazione del massimo disordine che può attuarsi in un insieme. Supponiamo che il nostro sistema sia un insieme costituito da onde elettromagnetiche di tutte le frequenze possibili racchiuse in un involucro vuoto a pareti riflettenti. Scegliamo questo caso perchè in tal modo noi ci riferiamo all'esempio classico da cui è partita la nuova teoria fisica. A questo assieme di onde compete una certa quantità di energia raggiante la quale si distribuisce tra queste varie onde, distinte fra di loro per la diversa direzione di propagazione e per la diversa frequenza. Dalla teoria delle radiazioni, che deriva dalla fisica classica, può affermarsi che questa energia può evidentemente suddividersi in parti infinitesime, piccole come a noi piace, per ogni frequenza. In base alla fisica classica non esiste nessun limite che vincoli la suddivisione. Ma per calcolare il valore che compete a W nello stato di massimo disordine, è utile introdurre arbitrariamente una suddivisione di questa energia in tanti elementi, facendo poi naturalmente la convenzione di rendere alla fine del calcolo tali elementi infinitamente piccoli. Attuata questa suddivisione formale dell'energia in tante parti finite si è osservato che la realizzazione del massimo disordine, e cioè dello stato di equilibrio, è essenzialmente dipendente dalla limitazione che si fa alla possibilità di suddivisione dell'energia tra queste onde. Se infatti ci si ferma ad una certa grandezza di *granuli di energia* si ottiene per W un certo valore che rappresenta la probabilità statistica relativa a quella suddivisione dell'energia. Per la realizzazione dello stato individuato da quel valore di W ci vorrà un certo tempo per quanto breve. Se dalla grandezza finora considerata di questi granuli si passa a granuli più piccoli, relativamente a questi il primitivo disordine non è più il massimo attuabile, questo stato sarà individuato da un'altro numero W e bisogna che passi ancora un altro intervallo di tempo perchè si realizzi l'equilibrio relativo a questa suddivisione più piccola; si vede subito da queste considerazioni *che l'equilibrio termodinamico è irraggiungibile se la energia può suddividersi, come prima era stato sempre ritenuto, fino a quantità piccole come a noi piace per ogni frequenza.* L'esistenza di un equilibrio termodinamico, il quale, come dimostra l'esperienza, subito si realizza, prova che la suddivisione d'energia fra le varie onde non può estendersi indefinitivamente, ma che quest'energia deve necessariamente avere una struttura atomistica. Così si dimostra che la più piccola quantità d'energia che può competere ad onde di una certa frequenza v è $\varepsilon_v = hp$, con h costante universale. Nel classico problema dell'equilibrio termodinamico di un assieme di onde in base ai concetti statistici nasce la teoria dei *quanti*.

Il nuovo ordine di idee si sviluppa rapidamente e la teoria quantitistica riceve per merito di Bohr enorme sviluppo dalla geniale applicazione fatta di essa all'emissione spettrale degli atomi, ciò che in poche parole ha permesso la creazione di una nuova branca di ricerche: *la fisica atomica*. È interessante ricercare quale influsso un tale ordine di idee ha avuto nella termodinamica che, come abbiamo visto originariamente, è stato il campo di origine della teoria.

La nuova fisica quantitistica, come è noto ai lettori di questa Rivista, è la estenzione dell'idea statistica ai processi meccanici, che prima si credeva fossero regolati da leggi capaci di definire in modo univoco la traiettoria. La ricerca moderna ha invece mostrato che allo stato attuale l'unica probabilità che può aversi nello studio della micromeccanica è di determinare soltanto con *quale probabilità* una particella materiale di massa piccolissima, o un quanto di luce, partendo da determinate posizioni può trovarsi in un qualunque punto dello spazio. Per quanto strano possa sembrare questo nuovo aspetto della ricerca, pure esso è dovuto alla scoperta di nuovi fatti sperimentali che sono stati posti in evidenza in virtù di una tecnica enormemente progredita. La nuova fisica sperimentale ha permesso di stabilire il comportarsi della più piccola massa di materiale, di un elettrone, sotto la azione della radiazione ed ha ricavato le leggi d'interazione tra queste due entità dimostrando in modo chiaro la esistenza di una struttura atomistica dell'energia raggiante. La conseguenza che si è dovuta trarre da queste ricerche può esprimersi dicendo che *anche idealmente* la determinazione precisa, assoluta nel senso della meccanica classica, della traiettoria di una particella non può assolutamente attuarsi: nella verifica sperimentale della traiettoria, verifica essenziale per dare valore ad una qualunque teoria, noi necessariamente alteriamo la traiettoria perchè dobbiamo necessariamente produrre profonde modificazioni per effetto stesso della misura. Conviene qui cogliere ben chiaramente il significato di questo risultato: la perturbazione prodotta dalla misura è fatto ben noto anche nella fisica classica. Ora la nuova ricerca ha notato che, indipendentemente da qualsiasi precauzione sperimentale, la perturbazione non è limitata alla quantità che si misura, non altera per esempio soltanto il valore della

coordinata di un elettrone, se si misura la coordinata, ma nella determinazione della posizione noi perturbiamo per effetto stesso delle misure, per i rapporti fino a poco fa ignoti fra materia e radiazione, la grandezza che è dinamicamente coordinata nello studio della traiettoria e cioè la componente dell'impulso nella particella nella stessa direzione della coordinata.

La meccanica analitica ha infatti mostrato che conviene nello studio del moto di una particella riferirsi alle quantità q (coordinate, per esempio x, y, z) e ai momenti coniugati p, cioè alle quantità di moto relative alle varie q ($p_1 = m v_x$, $p_2 = m v_y$, $p_3 = m v_z$). Lo studio dinamico porta alla determinazione della traiettoria dalla conoscenza del campo di forza e delle p e q iniziali (p_0 e q_0). Ma noi non possiamo più ritenere di poter conoscere p e q con la massima precisione.

È ben noto che per quanto grandi siano le precauzioni nella misura noi certamente commettiamo su p un certo errore Δp, e su q un'altro errore Δq. Nessun fisico dello scorso secolo riteneva di poter ridurre a zero questo errore, ma, ignorando un nuovo effetto (l'effetto Compton), non riteneva che ci fosse in ogni misura un legame tra il Δp e il Δq. In fisica classica sbagliare sulla determinazione di p di Δp dipendeva dalla speciale tecnica sperimentale, ma era assolutamente ignoto che riducendo il Δp molto piccolo si dovesse necessariamente produrre un errore sull'altra quantità Δq. Era cioè assolutamente sconosciuta una interazione tra i due errori. La fisica quantistica ha invece ricavato dall'esperienza che nel miglior caso possibile

$$\Delta p \, \Delta q \geq 10^{-27} \text{ in } [C, G, S] \tag{8}$$

Esiste cioè un vincolo fra i due errori. Il limite come vedesi è estremamente piccolo ma attualmente s'è in grado di valutare quantità di tale ordine di grandezza. Esso è funzione della costante fondamentale della teoria quantistica introdotta da Planck, e precisamente

$$\Delta p \, \Delta q \geq \frac{h}{2\pi} \tag{9}$$

La (9) in sostanza ci dice che non può mai nemmeno idealmente determinarsi la traiettoria di una particella piccolissima poichè già le condizioni iniziali (conoscenza di p e di q per l'istante iniziale) sono affette dagli errori dati dalla (9). Se si ritorna con queste nuove idee al problema fondamentale della termodinamica statistica, e cioè determinazioni del numero di modi col quale può realizzarsi un dato stato, si vede che è inutile suddividere lo spazio di fase in cellette di dimensioni arbitrarie. Al di là di un certo valore limite è inutile procedere oltre nelle dimensioni di queste. Le posizioni e le velocità delle particelle non possono essere note con precisione assoluta quindi basta limitarsi a dimensioni dell'ordine di grandezza degli errori coi quali possono individuarsi le varie traiettorie. Ma la limitazione suddetta elimina l'elemento arbitrario che abbiamo trovato prima nella determinazione delle complessioni e l'entropia può quindi determinarsi in modo univoco. Il terzo principio, che afferma la possibilità di eliminare l'elemento indeterminato che ancora rimane nella termodinamica, è dunque interpretato nel vero suo significato dalla nuova teoria quantistica.

Bisogna ora vedere qual'è il valore che bisogna dare alla costante indeterminata dell'entropia. Ciò può farsi in base ad altri risultati che si ricavano dalla teoria quantistica. Le nuove idee che si sviluppano portano la fusione delle due diverse ed antitetiche concezioni del mondo; la corpuscolare, che ha dato origine alla teoria atomica, alla teoria elettronica, alla teoria dei quanti di luce; e la concezione ondulatoria (teorie delle radiazioni di Huygens e Fresnel). Ora le due entità fisiche, materia e radiazione, sono considerate in base alle nuove scoperte teoriche e sperimentali, da un unico punto di vista. La radiazione ha ormai un duplice aspetto, è costituita da quanti, ma è anche interpretata come formata da onde. Così anche la materia oltre la sua ben nota interpretazione corpuscolare ha un carattere ondulatorio, e l'esperienza ha chiaramente mostrato l'esistenza di fenomeni interferenziali per i raggi materiali. Le due entità si considerano attualmente come *onde quantizzate*.

L'introduzione di un concetto ondulatorio nello studio della materia e l'aspetto analogo in ogni particolare assunto dalla radiazione, congiunto con l'impossibilità della determinazione precisa della traiettoria, porta ad una modifica profonda del ragionamento di Boltzmann per il calcolo del numero di complessioni. Non possiamo per brevità esporre le modifiche che si devono fare al calcolo di W, ci limitiamo a dire che nel nuovo ordine di idee non soltanto il numero W è perfettamente determinato, ma per merito di Fermi e di Einstein che hanno rispettivamente costruite le statistiche valevoli per un assieme di particelle cariche di elettricità (elettroni, protoni, ioni) e per la materia neutra, può specificarsi che un qualunque assieme materiale alla temperatura dello zero assoluto si trova in uno stato che può realizzarsi in un solo modo possibile. Se come abbiamo detto l'indeterminazione della (1) è scomparsa e cioè cost = 0, e per $T = 0$, W è uguale all'unità, si ottiene per qualunque stato di aggregazione:

$$S = 0 \qquad \text{per } T = 0 \tag{10}$$

Il principio di Nernst che richiedeva, e in un primo momento per fasi condensate, che la variazione d'entropia fosse nulla allo zero assoluto, è ormai non solo dimostrato teoricamente ma ancora di più esteso, poichè è proprio l'entropia, non soltanto la sua variazione in una trasformazione, che è nulla allo zero assoluto.

La teoria quantistica ha così completato il sistema di ragionamento della termodinamica statistica ed ha dato un significato speciale alla temperatura dello zero assoluto, nel quale si verifica per ogni corpo lo stato individuato dal massimo ordine possibile ($W = 1$).

Sulla realizzazione sperimentale di questo stato del massimo ordine però è da dire che un ragionamento basato sulle proprietà termiche dei corpi porta alla conclusione che esso è irrealizzabile sperimentalmente (Principio dell'irraggiungibilità dello zero assoluto). Anzi ammettendo il risultato, ben assicurato da numerosissime ricerche, che la capacità termica dei corpi si annulla man mano che diminuisce la temperatura, il principio dell'irraggiungibilità dello zero assoluto equivale perfettamente alle altre due posizioni (7) e (10) del terzo principio.

La termodinamica ha ormai chiarite le sue posizioni fondamentali e la nuova Fisica si è in certo modo avvicinata ad essa acquistando da un lato il carattere di teoria statistica e contribuendo, con le concezioni che in questa nuova branca sono sorte, a completare l'edificio, dando così origine ad una diversa e più completa visione del mondo.

ANTONIO CARRELLI.

ING. EUGENIO CAMPINI

DELLA SOCIETÀ GENERALE ELETTRICA TRIDENTINA

Contributo alla teoria delle piene nelle reti idrauliche

§ I - Lo stato attuale della teoria ed il tema della ricerca.

Con l'espressione «reti idrauliche» intendo riferirmi alle reti di canali a pelo libero, artificiali o naturali, la cui funzione essenziale, sia quella di raccogliere e contemporaneamente eliminare le acque di pioggia che cadono sopra le zone da esse servite, di riferirmi, in altri termini, alle reti di fognatura, alle reti di bonifica ed alle reti idrografiche.

Lo studio dei fenomeni di piena in queste reti idrauliche, si fonda sull'equazione del regime vario nei serbatoi, cioè sulla ben nota equazione differenziale di continuità:

$$\varphi \, dt = q \, dt + dv \qquad (1)$$

nella quale $\varphi \, dt$ è il volume d'acqua affluente alla rete nel tempuscolo dt, dedotte le perdite per evaporazione ed assorbimento

$q \, dt$ è il volume d'acqua defluente dalla sezione di sbocco della rete in esame,

e dv è il volume d'acqua accumulato, pure nel tempo infinitesimo dt, in tutta la rete, comprese le piccolissime diramazioni.

L'integrazione è stata compiuta dal Fantoli per le reti di fognatura, nelle seguenti ipotesi:

1° Invariabilità della portata φ, affluente alla rete durante la pioggia.

2° Dipendenza lineare dell'area ω della sezione liquida di sbocco, dal volume v accumulato, a monte di essa sezione.

3° Dipendenza lineare della portata generica q di sbocco dall'area ω.

In seguito, il Puppini, tenendo ferme le due prime ipotesi, ha generalizzato la terza ipotesi ponendo:

$$q = \frac{Q}{\Omega^{\beta}} \omega^{\beta} \qquad \text{con } \beta = \frac{n}{m+1}$$

$$n > m+1 \qquad n, \ m \ \text{ interi e positivi}$$

ha eseguito l'integrazione dell'equazione (1) ed ha trattato il caso delle reti di bonifica assumendo: $\beta = \frac{3}{2}$.

Di queste equazioni si sono fatte applicazioni ancne alle reti idrografiche.

L'equazione integrata com'è noto, può essere utilizzata per il tracciamento delle curve delle *durate* di pioggia *compatibili* col fatto che il pelo d'acqua non superi negli alvei determinate quote, stabilite in corrispondenza del volume di invaso introdotto nei calcoli.

Segnando i tempi sull'asse delle ascisse e le intensità su quello delle ordinate possono verificarsi le due situazioni seguenti:

1° La curva delle durate compatibili, corrispondente ad un certo volume di accumulazione V, è tutta a destra di quella delle durate possibili.

In questo caso si conclude che nessuna pioggia, di quelle prese a base dei calcoli, potrà portare i peli d'acqua alle quote che non si vogliono superate e quindi il volume di accumulazione massimo introdotto nei calcoli e la corrispondente portata di sbocco sono in eccesso su quelli effettivamente realizzabili.

2° La curva delle durate compatibili, in un certo intervallo, è a sinistra di quella delle durate possibili.

In questo caso si conclude che la portata massima Q, presa a base dei calcoli, sarà superata per pioggie le cui durate possibili siano in quell'intervallo (misurato sull'asse delle ascisse).

Evidentemente, con questo procedimento si può, non solo calcolare il valore della massima piena assoluta, ma anche ottenere un quadro sintetico degli effetti fluviali in relazione a tutte le pioggie possibili ed in relazione alle capacità disponibili naturali ed artificiali.

In particolare, nel caso delle reti idrografiche, si può prevedere l'influenza moderatrice, sull'entità del deflusso, delle capacità artificiali disponibili fra le soglie degli sfioratori ed i peli di massima piena.

Ma l'equazione integrata che esprime, per una data rete, il tempo di riempimento t in funzione: della portata Q a piena sezione, del corrispondente volume V e dell'intensità media I_m, può essere anche utilizzata, per una data pioggia, per determinare V in funzione di t, I_m e Q, per determinare cioè il volume necessario alla pioggia (t, I_m) affinchè la portata alla fine di essa sia Q.

In altri termini, per una data pioggia, è possibile utilizzare l'equazione per cercare qual'è la rete che le conviene, una volta assegnata la portata massima di sbocco Q.

Derivando poi la funzione $v = v \, (t, I_m, Q)$ rispetto a t e ponendo la derivata eguale allo zero si ottiene il valore di t che rende massimo il volume di accumulazione v a parità di Q, cioè la pioggia che mette in condizioni più critiche la rete in istudio.

Questa maniera di utilizzare l'equazione integrata è dovuta al Massari, ed al Supino i quali ne hanno fatte interessanti applicazioni, il primo alle fognature, il secondo alle fognature ed alle bonifiche.

Evidentemente tali determinazioni, basandosi su ipotesi di linearità di alcune funzioni, connesse col fatto della piena, sono soltanto approssimative ed in taluni casi possono condurre a risultati notevolmente imprecisi, per cui molte volte, specie quando si abbia per fine il tracciamento del diagramma di piena, è necessario, correggere i risultati di prima approssimazione, facendo uso dell'equazione di continuità, ma sostituendo ai differenziali:

dt e dv le differenze finite:

$$\Delta t \quad \text{e} \quad v_2 - v_1 = \Delta v$$

ed ai valori istantanei di φ, e di q i valori medi:

$$\frac{\varphi_1 + \varphi_2}{2} \ \text{e} \ \frac{q_1 + q_2}{2} \ \text{nell'intervallo } \Delta t$$

Si ha allora l'equazione:

$$q_2 = \varphi_1 - q_1 + \varphi_2 - \frac{2}{\Delta t}(v_2 - v_1) \quad (2)$$

dalla quale, assegnate le effettive funzioni:

$$\varphi = \varphi(t) \text{ e } v = v(q)$$

si può ottenere per tentativi, la coppia di valori q_2 e v_2 relativa alla fine dell'intervallo Δt, quando sia conosciuta la coppia analoga q_1 e v_1 all'inizio dell'intervallo.

Orbene, osservando i diagrammi orari delle precipitazioni più violente, siano esse di durata di poche decine di minuti o di alcuni giorni, è facile constatare che fra le ipotesi fatte, quella di afflusso costante $\psi\ A\ I_m$, durante la pioggia, si discosta dalla realtà più di tutte le altre, ed in modo così sensibile da indurre a tentare lo studio, sostituendo alla retta, $\varphi =$ cost alcune funzioni $\varphi = \varphi(t)$ le quali riproducano con maggior approssimazione il salire e lo scendere degli afflussi alla rete durante la pioggia.

Ma anche l'ipotesi di linearità della funzione $v = v(\omega)$ estesa al caso di peli liberi finali rigurgitati, sembra prestarsi a discussione per cui viene spontaneo domandarsi quali sarebbero gli effetti sull'onda di piena se questa funzione fosse ancora crescente, ma a incrementi variabili.

Le ipotesi sulle scale di deflusso $q = q(\omega)$, sono state invece oggetto di acuto esame da parte dei fondatori del metodo di calcolo, anche perchè sono le uniche suscettibili di valutazioni precise.

Infatti, per una data sezione trasversale dell'alveo sono facilmente determinabili le funzioni $q = q(h)$ e $\omega = \omega(h)$ dalle quali si ottiene subito, eliminando l'altezza idrometrica h, la legge di dipendenza delle portate q dalle aree di sbocco ω, che caratterizza i diversi tipi di sezioni trasversali, sia a contorno chiuso che a contorno aperto superiormente.

Sono state così create le teorie per le reti di fognatura e per le reti di bonifica assumendo come elemento di differenziazione esclusivamente la scala di deflusso $q = q(\omega)$ e lasciando comuni, pei due casi, sia l'ipotesi di uniformità degli afflussi che l'ipotesi di linearità dei volumi di accumulazione con le aree delle sezioni di sbocco.

Esse sono state anche applicate ai corsi d'acqua naturali, ma senza giustificazione sufficiente di detta estensione, per cui sorge spontaneo domandarsi se non sia opportuno esaminare, il comportamento effettivo dei fiumi e metterlo a confronto con quello teorico scaturente dalle ipotesi sopracitate, per trarne deduzioni correttive.

Queste osservazioni aprono evidentemente la via ad indagini di carattere analitico le quali costituiscono l'oggetto della presente memoria e possono riassumersi nel modo seguente:

a) Integrazione dell'equazione di continuità nell'ipotesi di afflusso variabile con continuità durante la pioggia.

b) Influenza della non uniformità degli afflussi sull'andamento dell'onda di piena.

c) Influenza della non linearità della legge di dipendenza dei volumi di accumulazione dalle aree di sbocco.

d) Influenza della non linearità delle scale di deflusso.

e) Determinazione delle funzioni $q = q(\omega)$ $v = v(q)$ e $v = v(\omega)$ nel caso delle reti idrografiche.

f) Applicazione alle reti naturali della teoria valida per le reti artificiali.

§ II - Ipotesi sulla legge di variazione della portata affluente durante la pioggia.

Se in un intervallo di tempo dt, infinitesimo, l'altezza di precipitazione corrispondente è dh, il rapporto $\frac{dh}{dt} = I$ si conviene di chiamarlo « intensità istantanea della pioggia ».

Esso varia, durante la pioggia di durata T in modo notevolmente irregolare, con alcuni massimi e minimi. Di solito si fa riferimento al suo valor medio:

$$I_m = \frac{\sum_0^n I(t)\,\Delta t}{T}$$

durante la pioggia, il quale decresce con l'aumentare della durata e con l'aumentare dell'area della zona a cui essa è riferita.

Si conviene di chiamare coefficiente di afflusso ψ il rapporto fra il volume d'acqua $\psi\ A\ I_m\ T$ totale affluito alla rete, durante la pioggia, ed il volume totale di acqua piovuto $A\,I_m T$.

Il coefficiente di deflusso è invece il rapporto, fra il deflusso netto di piena e l'acqua totale piovuta.

Noi riterremo, per semplificare i calcoli, che i due coefficienti suddetti abbiano il medesimo valore.

Evidentemente il coefficiente di afflusso ψ sopra definito è il valor medio del coefficiente di afflusso istantaneo il quale risente delle due azioni dell'assorbimento e della evaporazione, e quindi varia continuamente dall'inizio alla fine della pioggia.

La legge degli afflussi, $\psi\,A\ I$ durante la pioggia, con ψ ed I funzioni di t risente dunque dell'andamento, dell'intensità e del coefficiente di afflusso istantanei.

Evidentemente essa deve ritenersi continua, ma molto irregolare e quindi ben lontana dal suo valor medio $\psi\ A\ I_m$.

Volendo sostituire alle leggi effettive degli afflussi, alcune leggi di approssimazione da introdurre nei calcoli è bene scegliere, per esse, funzioni continue semplici, ma che costituiscano dei tipi estremi entro i quali possano ritenersi compresi quelli effettivi.

Il fatto che la pioggia, si inizia sempre con un valore inferiore al massimo e che il coefficiente di afflusso iniziale è sempre basso induce a scegliere curve passanti per l'origine delle coordinate (φ, t) e crescenti nella prima fase degli afflussi.

Fra queste curve, alcune possono farsi proseguire crescenti fino al termine della pioggia; altre possono invece assumersi composte di due rami ascendente e discendente a zero con un massimo intermedio.

In questo studio si sono assunti a base dei calcoli i seguenti diagrammi degli afflussi:

a) Diagramma rettangolare:

$$\varphi = M \qquad \text{con} \qquad M = \psi\,A\,I_m \qquad I_m = \frac{h_m}{T}$$

b) Diagramma triangolare:

$$\varphi = Mt \qquad \text{con} \qquad M = \psi\,A\ \frac{2\,I_m}{T}$$

c) Diagramma parabolico ad un solo ramo, convesso verso l'asse dei tempi:

$$\varphi = Mt^2 \qquad \text{con} \qquad M = \psi\,A\ \frac{3\,I_m}{T^2}$$

d) Diagramma parabolico a due rami, simmetrico, e concavo verso l'asse dei tempi:

$$\varphi = Mt^2 + Pt \qquad \text{con} \qquad \begin{cases} M = -\psi\,A\ \dfrac{6\,I_m}{T^2} \\ P = \psi\,A\ \dfrac{6\,I_m}{T} \end{cases}$$

e) Diagramma sinusoidale a due rami, simmetrico,

$$\varphi = M\,(1 - \cos\alpha\,t) \qquad \text{con} \qquad \begin{cases} M = \psi\,A\ I_m \\ \alpha = \dfrac{2\,\pi}{T} \end{cases}$$

Con queste ipotesi, mi sembra possano bene rappresentarsi tutti i casi più critici di afflusso variabile.

Anzi, il caso *b*) ed il caso *c*) che presuppongono l'annullamento istantaneo dell'intensità della pioggia, sono da considerarsi troppo sfavorevoli, per cui sarà bene fissare la propria attenzione sui risultati dei due ultimi casi e particolarmente sul caso *e*) il quale presuppone che gli afflussi si inizino e si smorzino gradatamente, come effettivamente avviene in natura.

Il caso *a*) che corrisponde al criterio finora usato di afflusso costante, durante la pioggia, è stato qui introdotto come termine di confronto.

§ III - Ipotesi sulla legge di variazione della portata defluente in funzione dell'area della sezione di sbocco.

È noto che la scala di deflusso $q = q\ (\omega)$ di una sezione a contorno chiuso è a forma di $\int$ e può essere sostituita in via di approssimazione, con una retta.

La scala di deflusso di una sezione a contorno aperto superiormente ed a larghezza crescente verso l'alto è invece una curva crescente, presentante la convessità verso l'asse delle aree ω, per cui può essere rappresentata con buona approssimazione da una equazione del tipo:

$$q = \frac{Q}{\Omega^\beta}\,\omega^\beta \quad \text{con } \beta > 1$$

in cui Ω e Q sono i valori massimi ammissibili per l'area della sezione di sbocco e per la portata che la deve attraversare.

Nel caso dei canali a sezione trapezia ristretta, l'esponente β può ritenersi vicino a $\frac{3}{2}$.

Per le reti idrografiche, come si vedrà al § XII l'esponente β può variare dal valore $\frac{4}{3}$ al valore 2. Si può quindi fissare la propria attenzione sui tre casi seguenti, i quali hanno una certa importanza dal punto di vista analitico, ed inoltre esauriscono tutto il campo di variabilità di β.

I) $q = \frac{Q}{\Omega}\,\omega$ e quindi $\frac{d\omega}{dq} = \frac{\Omega}{Q}$

II) $q = \frac{Q}{\Omega^{3/2}}\,\omega^{3/2}$ e quindi $\frac{d\omega}{dq} = \frac{2\,\Omega}{3\,Q^{2/3}}\,q^{-\frac{1}{3}}$

III) $q = \frac{Q}{\Omega^2}\,\omega^2$ e quindi $\frac{d\omega}{dq} = \frac{\Omega}{2Q^{1/2}}\,q^{-\frac{1}{2}}$

IV - La dipendenza lineare fra volumi accumulati e sezioni di sbocco.

Se si fa l'ipotesi di dipendenza lineare fra il volume v di accumulazione e la corrispondente area della sezione di sbocco ω, cioè se si pone:

$$v = \frac{V}{\Omega}\,\omega \qquad (3)$$

in cui V è il volume di accumulazione massimo ammissibile, Ω è l'area della sezione massima di sbocco che gli corrisponde ed il rapporto $\frac{V}{\Omega}$ è il coefficiente angolare della retta, $v = v\ (\omega)$, si ottiene:

$$dv = \frac{V}{\Omega}\,d\omega$$

quindi l'equazione differenziale (1) diviene:

$$\varphi = q + \frac{V}{\Omega}\,\frac{d\omega}{dt} \qquad (4)$$

Di questa equazione ho tentata l'integrazione rispettivamente nelle 3 ipotesi di $\beta = 1$, $\beta = 3/2$, $\beta = 2$, fatte al paragrafo precedente.

Nel primo caso $\beta = 1$ si ottiene un'equazione differenziale lineare, facilmente integrabile.

Nel secondo caso $\beta = 3/2$ l'equazione non è integrabile che per serie.

Nel terzo caso $\beta = 2$ si ottiene un'equazione di Riccati la quale diviene integrabile soltando quando se ne conosca un integrale particolare.

In questa memoria mi limiterò a risolvere il primo problema, sia nel caso generale di $\varphi\ (t)$ generica, che nei casi particolari di $\varphi\ (t)$ previsti al § II.

I problemi che si presenteranno ai paragrafi seguenti per $\beta = 3/2$, e per $\beta = 2$, saranno risolti con l'equazione alle differenze finite data al § I.

§ V - L'integrazione dell'equazione differenziale di continuità per $q = \frac{Q}{\Omega}\,\omega$ e $\varphi = \varphi\ (t)$.

Se si fa l'ipotesi $q = \frac{Q}{\Omega}\,\omega$, e si tiene presente il valore di $\frac{d\omega}{dq}$, l'equazione (4) del § IV diviene:

$$\varphi = q + \frac{V}{Q}\,\frac{dq}{dt} \qquad \text{e ponendo } \frac{Q}{V} = N$$

$$\frac{dq}{dt} = -\,N\,q + N\,\varphi \qquad (5)$$

Questa è un'equazione differenziale lineare in cui N è costante e φ è funzione della sola variabile t, per cui il suo integrale generale è:

$$q = e^{-\int N\,dt}\left[\int N\,\varphi\,.\,e^{\int N\,dt}\,.\,dt + C\right] \qquad \text{cioè:}$$

$$q = e^{-N\,t}\left[\int \varphi\,.\,N\,e^{N\,t}\,.\,dt + C\right] \qquad \text{in cui:}$$

$$\int \varphi\,.\,N\,e^{Nt}\,dt = \varphi\,e^{Nt} - \int e^{Nt}\,\frac{d\varphi}{dt}\,dt$$

quindi ponendo:
$$J = \int e^{Nt}\,\frac{d\varphi}{dt}\,dt \qquad (6) \quad \text{si ha:}$$

$$q = e^{-Nt}\left(\varphi\,.\,e^{Nt} - J + C\right) \qquad \text{cioè:}$$

$$q = \varphi - J\,.\,e^{-Nt} + C\,e^{-Nt} \qquad (7)$$

Si è così trovata l'espressione della portata q defluente dalla sezione di sbocco in funzione del tempo t e della portata affluente generica $\varphi = \varphi\ (t)$.

Passiamo ora a sostituire a $\varphi\ (t)$ le espressioni assunte al § II ed eseguiamo le integrazioni nei diversi casi *a*), *b*), *c*), *d*), *e*), facendo l'ipotesi che all'inizio della pioggia ($t = 0$) la portata defluente abbia un valore finito $q = q_0$ dovuto a pioggie antecedenti.

a) Ipotesi $\varphi = M =$ costante con $M = \psi\ A\ I_m$

Si ha $\frac{d\varphi}{dt} = 0$ quindi $J = 0$ e l'equazione integrata è:

$$q = M + C\,e^{-Nt}$$

Ma per $t = 0$ $q = q_0$ quindi $c = q_0 - M$ ed allora:

$$\frac{q}{M} = 1 + \left(\frac{q_0}{M} - 1\right)e^{-Nt}$$

La portata massima si verifica alla fine della pioggia, cioè per $t = T$ volendo esprimere t in funzione di q si ottiene la nota formula del Fantoli:

$$t = \frac{1}{N} \log_e \frac{M - q_0}{M - q} \qquad (8)$$

b) Ipotesi: $\varphi = Mt$ con $M = \psi A \frac{2 I_m}{T}$

Si ha $\frac{d\varphi}{dt} = M \qquad J = M \int e^{Nt}\, dt = \frac{M}{N} e^{Nt}$

quindi l'equazione integrata è:

$$q = Mt - \frac{M}{N} + C e^{-Nt}$$

Ma per $t = 0$ $q = q_0$ quindi $C = \frac{M}{N} + q_0$ ed allora:

$$\frac{q}{M} = \left(\frac{1}{N} + \frac{q_0}{M}\right) e^{-Nt} + t - \frac{1}{N} \qquad (9)$$

La portata massima si verifica alla fine della pioggia, cioè per $t = T$.

c) Ipotesi: $\varphi = Mt^2$ con $M = \psi A \frac{3 I_m}{T^2}$.

Si ha $\frac{d\varphi}{dt} = 2Mt \qquad J = 2M \int t e^{Nt}\, dt =$

$$= 2 \frac{M}{N} e^{Nt} \left(t - \frac{1}{N}\right)$$

quindi l'equazione integrata è:

$$q = Mt^2 - 2\frac{M}{N}\left(t - \frac{1}{N}\right) + C e^{-Nt}$$

Ponendo $t = 0$ e $q = q_0$ si ha: $C = q_0 - 2\frac{M}{N^2}$ ed allora:

$$\frac{q}{M} = \left(\frac{q_0}{M} - \frac{2}{N^2}\right) e^{-Nt} + t^2 - \frac{2}{N}\left(t - \frac{1}{N}\right) \qquad (10)$$

La portata è massima alla fine della pioggia.

d) Ipotesi $\varphi = Mt^2 + Pt$

con $M = -\psi A \frac{6 I_m}{T^2} \qquad P = \psi A \frac{6 I_m}{T}$

Si ha:

$$\frac{d\varphi}{dt} = 2Mt + P$$

$$J = \int e^{Nt} (2Mt + P)\, dt = 2M \int e^{Nt} . t . dt + P \int e^{Nt} dt =$$

$$= e^{Nt} \left\{ 2\frac{M}{N}\left(t - \frac{1}{N}\right) + \frac{P}{N} \right\}$$

quindi l'equazione integrata è:

$$q = Mt^2 + Pt - 2\frac{M}{N}\left(t - \frac{1}{N}\right) - \frac{P}{N} + C e^{-Nt}$$

Ma per $t = 0 \quad q = q_0 \quad$ quindi $C = q_0 + \frac{P}{N} - \frac{2M}{N^2}$

ed allora:

$$\frac{q}{M} = \left(\frac{q_0}{M} - \frac{2}{N^2} + \frac{P}{MN}\right) e^{-Nt} + t^2 +$$

$$+ \frac{P}{M} t - \frac{2}{N}\left(t - \frac{1}{N}\right) - \frac{P}{MN} \qquad (11)$$

La portata massima si verifica per $\frac{dq}{dt} = 0$ cioè per $q = \varphi$ ossia per quel valore di t che soddisfa alla seguente equazione:

$$\left(\frac{q_0}{M} - \frac{2}{N^2} + \frac{P}{MN}\right) e^{-Nt} = \frac{2}{N}\left(t - \frac{1}{N}\right) - \frac{P}{MN}$$

e) Ipotesi $\varphi = M\ (1 - \cos \alpha t)$

con $M = \psi A I_m \qquad \alpha = \frac{2\pi}{T}$

Si ha: $\qquad \frac{d\varphi}{dt} = M \alpha \operatorname{sen} \alpha t$

$$J = M\alpha \int e^{Nt} . \operatorname{sen} \alpha t\, dt = M \int e^{Nt} d - \cos \alpha t =$$

$$= M \left(- e^{Nt} \cos \alpha t + N \int e^{Nt} \cos \alpha t .\, dt\right)$$

cioè:

$$\frac{J}{M} = - e^{Nt} \cos \alpha t + \frac{N}{\alpha}\left(e^{Nt} \operatorname{sen} \alpha t - N \frac{J}{M\alpha}\right)$$

da cui risolvendo rispetto ad $\frac{J}{M}$:

$$\frac{J}{M} = e^{Nt}\left(- \cos \alpha t + \frac{N}{\alpha} \operatorname{sen} \alpha t\right) \frac{1}{1 + \frac{N^2}{\alpha^2}}$$

L'equazione integrata è quindi:

$$\frac{q}{M} = 1 - \left(\frac{N^2}{\alpha^2} \cos \alpha t + \frac{N}{\alpha} \operatorname{sen} \alpha t\right) \frac{1}{1 + \frac{N^2}{\alpha^2}} + \frac{C}{M} e^{-Nt}$$

Ma per $t = 0$ $q = q_0$ quindi

$\frac{C}{M} = \frac{q_0}{M} - \frac{1}{1 + \frac{N^2}{\alpha^2}}$ per cui l'equazione diviene:

$$\frac{q}{M} = 1 - \left(\frac{N^2}{\alpha^2} \cos \alpha t + \frac{N}{\alpha} \operatorname{sen} \alpha t + e^{-Nt}\right) \frac{1}{1 + \frac{N^2}{\alpha^2}} +$$

$$+ \frac{q_0}{M} e^{-Nt} \qquad (12)$$

La portata è massima per $\frac{dq}{dt} = 0$ cioè per $q = \varphi$ ossia per quel valore di t che soddisfa alla seguente equazione:

$$\left(\frac{N}{\alpha} \operatorname{sen} \alpha t - \cos \alpha t\right) \frac{1}{1 + \frac{N^2}{\alpha^2}} = \left(\frac{q_0}{M} - \frac{1}{1 + \frac{N^2}{\alpha^2}}\right) e^{-Nt}$$

Si sono così trovate le espressioni della portata defluente q in funzione del tempo t, durante la pioggia.

Supponendo che, dopo la fine della pioggia, l'afflusso alla rete sia nullo si ha, sempre nell'ipotesi di scala di deflusso lineare $\left(q = \frac{Q}{\Omega}\, \omega\right)$:

$$\varphi = 0 \text{ quindi } \frac{d\varphi}{dt} = 0 \qquad e\ J = 0$$

perciò l'equazione integrata diviene: $q = C\,e^{-Nt}$

Ma per $t = T$ deve porsi $q = q_T$ quindi: $C = q_T\,e^{NT}$ ed allora:

$$q = q_T\,e^{N(T-t)}$$

Volendo esprimere t in funzione di q si ottiene:

$$t = T + \frac{1}{N}\log_e \frac{q_T}{q} \qquad (13)$$

§ VI - L'integrazione dell'equazione differenziale di continuità per $q = \frac{Q}{\Omega^{3/2}}\,\omega^{3/2}$ e $\varphi = M =$ costante.

In queste ipotesi, tenendo presente l'espressione di $\frac{d\omega}{dq}$, l'equazione (4) del § IV diviene:

$$M - q = \frac{2V}{3Q^{2/3}}\,q^{-\frac{1}{3}}\,\frac{dq}{dt} \qquad (14)$$

Risolvendo rispetto a dt ed integrando si ottiene:

$$t = \frac{2V}{3Q^{2/3}}\int \frac{q^{-\frac{1}{3}}}{M-q}\,dq + C$$

Ponendo infine:

$$x = \left(\frac{q}{M}\right)^{1/3}$$

e determinando la costante C, con la condizione: $q = 0$ per $t = 0$ si ottiene la nota formula del Puppini:

$$t = \frac{2V}{3Q^{2/3}M^{1/3}}\,\Psi(x) \qquad (15)$$

in cui:

$$\Psi(x) = -\overline{\log_e}\,|x-1| + \frac{1}{2}\log_e(x^2+x+1) -$$
$$-\sqrt{3}\left(arctang\,\frac{2x+1}{\sqrt{3}} - \frac{\pi}{6}\right)$$

Se la portata affluente alla rete ha valore nullo ($\varphi = 0$) si ha invece:

$$t = -\frac{2V}{3Q^{2/3}}\int q^{-\frac{4}{3}}\,dq + C$$

e ponendo $q = q_T$ per $t = T$ si ha infine:

$$t = T + \frac{2V}{Q^{2/3}}\left(q^{-\frac{1}{3}} - q_T^{-\frac{1}{3}}\right) \qquad (16)$$

§ VII - L'integrazione dell'equazione differenziale di continuità per $q = \frac{Q}{\Omega^2}\,\omega^2$ e $\varphi = M =$ costante.

In queste ipotesi, procedendo analogamente si ha:
Durante la pioggia:

$$t = \frac{V}{2Q^{1/2}M^{1/2}}\log_e\frac{1+x}{1-x} \qquad (17)$$

$$\text{con } x = \left(\frac{q}{M}\right)^{1/2} \quad e \quad q = 0 \quad \text{per } t = 0$$

Dopo la pioggia:

$$t = T + \frac{V}{Q^{1/2}}\left(q^{-\frac{1}{2}} - q_T^{-\frac{1}{2}}\right) \qquad (18)$$

§ VIII - L'equazione differenziale di continuità per $q = \frac{Q}{\Omega^2}\,\omega^2$ e $\varphi = \varphi(t)$.

Ferma restando l'ipotesi (3) del § IV, l'equazione (4) diviene:

$$\varphi = q + \frac{V}{2Q^{1/2}}\,q^{-\frac{1}{2}}\,\frac{dq}{dt}$$

Ponendo: $q = Q\,p^2$ cioè $q^{-\frac{1}{2}} = Q^{-\frac{1}{2}}\,p^{-1}$ si ottiene

$$\frac{dq}{dt} = 2\,Q\,p\,\frac{dp}{dt} \qquad \text{ed allora}$$

$$\varphi = Q\,p^2 + V\,\frac{dp}{dt} \qquad (19)$$

che è una equazione di Riccati.

Essa è caratterizzata dal fatto, che la derivata di p è espressa come una funzione di 2° grado in p, ed è integrabile soltanto quando se ne conosca un integrale particolare.

Ma la ricerca, per tentativi di detto integrale particolare, mi è stata infruttuosa per cui mi sono limitato alle integrazioni dei §§ precedenti.

Ricordiamo che in questo caso, per le ipotesi fatte, la legge di dipendenza dei volumi accumulati dalle aree delle sezioni di sbocco è la seguente:

$$v = \frac{V}{Q^{1/2}}\,q^{\frac{1}{2}}$$

§ IX - L'influenza della non uniformità degli afflussi sull'andamento dell'onda di piena.

Preparati gli strumenti analitici per lo studio dell'onda di piena durante e dopo la pioggia, siamo ora in grado di farne varie applicazioni numeriche a casi concreti, al fine di dare una risposta esauriente ai quesiti del § I.

Consideriamo, ad esempio, una zona la cui superficie sia $A = 5 \times 10^6$ mq. servita da una rete avente le seguenti caratteristiche:

$$Q = 29{,}40 \text{ mc/s} \qquad V = 72800 \text{ mc} \qquad \frac{1}{N} = \frac{V}{Q} = 2480$$

Supponiamo che, nella località la legge di dipendenza dell'intensità media I_m della pioggia dalla sua durata T sia la seguente:

$$I_m = \frac{h}{T} = \frac{0{,}043}{T^{2/3}} \quad \begin{cases} I_m \text{ in metri/ora} \\ T \text{ in ore} \end{cases}$$

Supponiamo inoltre che la scala di deflusso per la sezione di sbocco sia lineare ($\beta = 1$) e che il coefficiente di afflusso sia $\psi = 0{,}60$.

Applicando il metodo del Massari per la ricerca della pioggia più critica e del volume massimo da essa richiesto affinchè la portata massima alla fine della pioggia sia $Q = 29{,}40$ mc/s. si trova, per essa pioggia, una durata $T = 1890''$ a cui corrisponde il volume utile di invaso $V = 72800$ mc, assunto appositamente a base dei calcoli.

Questa sarebbe la durata della pioggia critica se l'afflusso alla rete fosse costante durante la pioggia stessa ed in conseguenza il suo massimo effetto idraulico sarebbe rappresentato da $Q = 29{,}40$ mc/s. per la sezione di sbocco ed esso varierebbe nel tempo come indica la fig. 3.

Si ha infatti dall'equazione (8)

a) per $q_0 = 0$ ed $M = 55$ mc/s $\qquad I_m = 0{,}066$ metri/ora

$t = 2480\,\log_e\,\frac{55}{55-q}$ durante la pioggia.

Ma nella realtà l'afflusso non è costante, per cui è opportuno tracciare anche i diagrammi di piena, nelle ipotesi che esso vari: con legge lineare, parabolica e sinusoidale prese in considera-

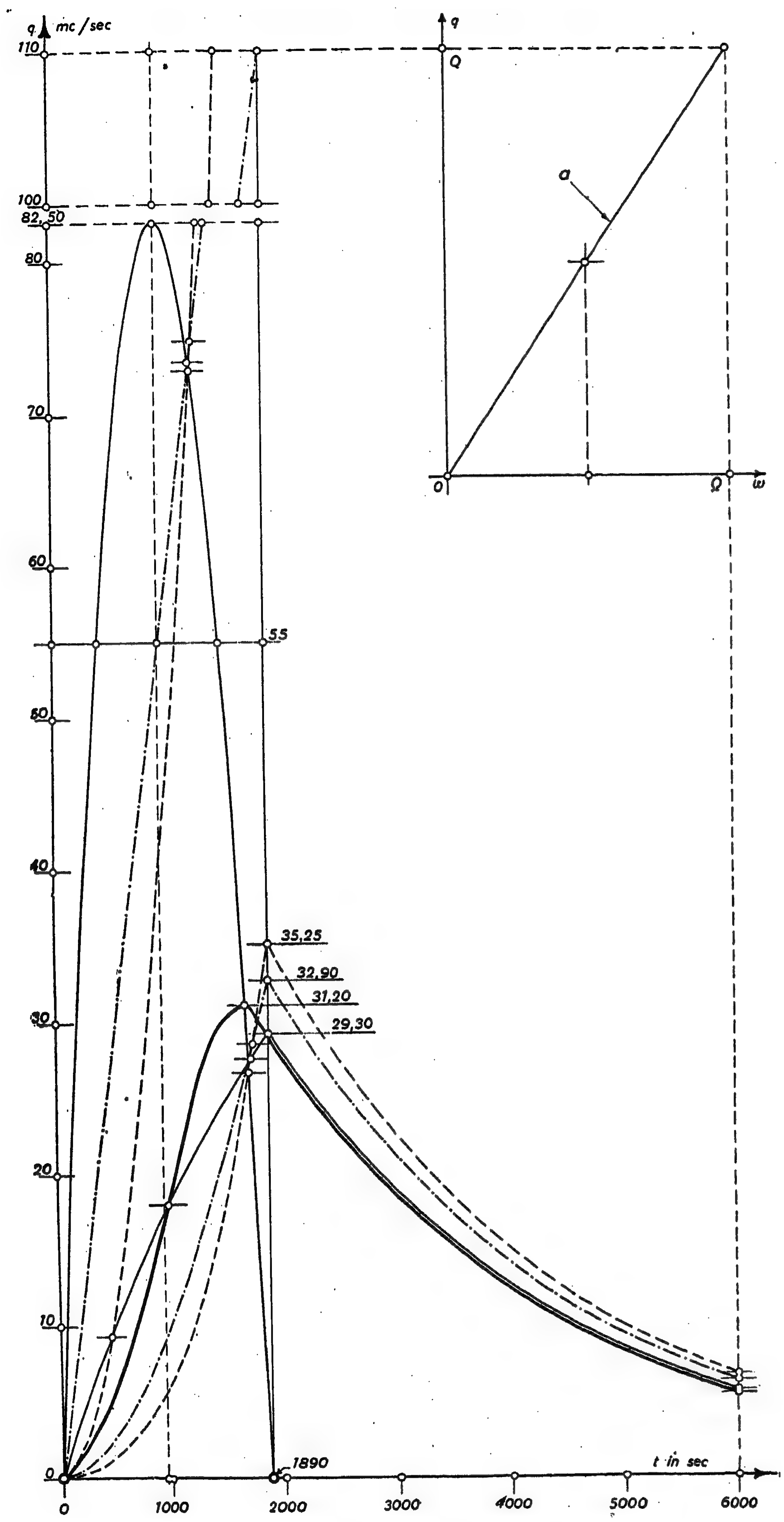


Fig. 1. – Pioggia di 1890'' - ε = 1,87 - Influenza della non uniformità degli afflussi sull'andamento dell'onda di piena (Afflusso lineare, parabolico, sinusoidale). Scala di deflusso lineare.

zione al § V e confrontare i nuovi risultati con questo trovato or ora per $T = 1890''$. (Si vedano le figure 1 e 3).

Si hanno nei diversi casi le seguenti equazioni del diagramma di piena durante la pioggia:

b) Per $\varphi = 0{,}0582\ t$

$$q = 144\ e^{-0{,}000403\ t} + 0{,}0582\ (t - 2480)$$

con $e = 2{,}718$ e $Q_{max} = 32{,}90$ mc/s.

c) Per $\varphi = 0{,}0000462\ t^2$

$$q = -568\ e^{-0{,}000403\ t} + 0{,}0000462\ t^2 - 0{,}2292\ (t - 2480)$$

e $Q_{max} = 35{,}25$ mc/s.

d) Per $\varphi = -0{,}0000922\ t^2 + 0{,}1742\ t$

$$q = 1567\ e^{-0{,}000403\ t} - 0{,}0000922\ t^2 + 0{,}1742\ t + 0{,}458\ (t - 2480) - 432$$

e $Q_{max} = 31{,}20$ mc/s.

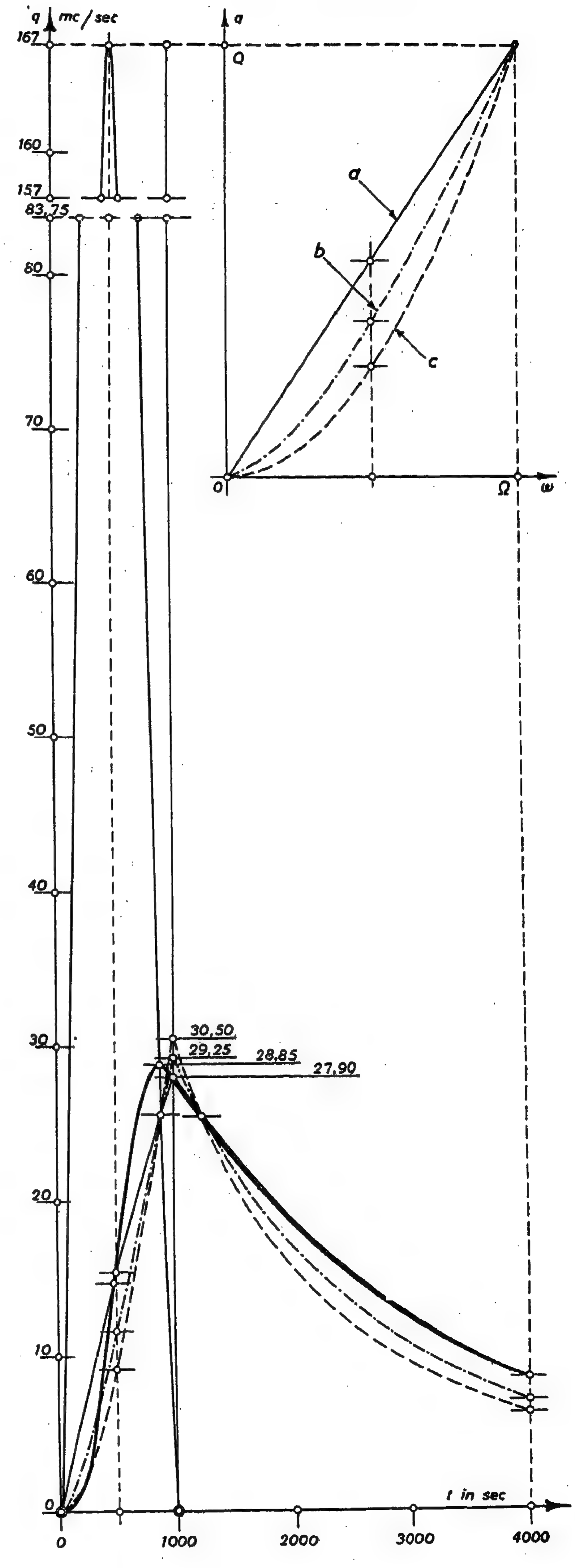


Fig. 2. – Pioggia di 1000'' - ε = 2,85 - Influenza della non uniformità degli afflussi e della non linearità della scala di deflusso sull'andamento dell'onda di piena. (Afflusso sinusoidale).

e) Per $\varphi = 55\ (1 - \cos\ 0{,}00332\ t)$

$$\frac{q}{55} = 1 - \left(0{,}0147\ \cos\ 0{,}00332\ t + 0{,}124\ \text{sen}\ 0{,}00332\ t + e^{-0{,}000403\ t}\right) .\ 0{,}985$$

con e^{Nt} = numero corrispondente al $\log_{10} \dfrac{Nt}{2,30}$

$$\text{e} \quad Q_{max} = 31,70 \ \text{mc/s}$$

Questi risultati mostrano che la non uniformità degli afflussi durante la pioggia di durata $T = 1890''$ aumenta appena del 20 % il valor massimo della portata corrispondente a $\psi A I_m =$ = costante, e ciò nell'ipotesi più sfavorevole di afflusso parabolico, con valor massimo alla fine della pioggia, triplo del

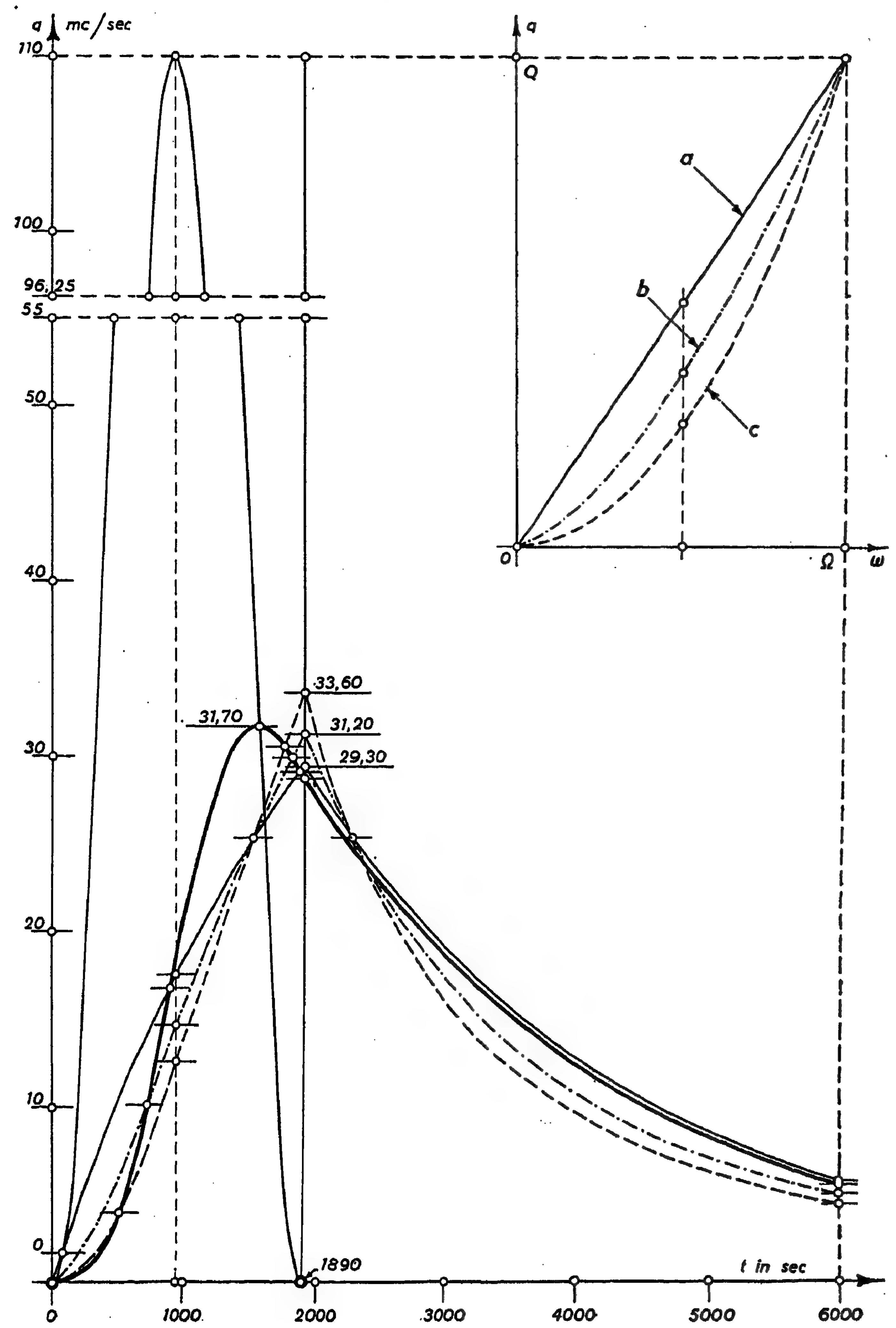


Fig. 3. – Pioggia di 1890" - ε = 1,87 - Influenza della non uniformità degli afflussi e della non linearità della scala di deflusso sull'andamento dell'onda di piena. (Afflusso sinusoidale).

valor medio. mentre nel caso (più reale) di afflusso sinusoidale detto aumento è soltanto dell'8 %.

Proseguiamo ora le indagini, per pioggie le cui durate siano minori o maggiori di $T = 1890''$, assumendo per base dei calcoli le due ipotesi di afflusso sinusoidale e di afflusso costante.

Si trovano, sempre nell'ipotesi di scala di deflusso lineare, i seguenti risultati: (figg. 2, 4, 5).

2) Per $T = 1000'' = 0,278$ ore $\quad I_m = 0,1005$ metri/ora

$\psi A I_m = 83,75$ mc/s

a) Per $\varphi = M = 83,75$ mc/s.

$$t = 2480 \log_e \frac{83,75}{83,75 - q}$$

$$\text{e} \quad Q_{max} = 27,90 \ \text{mc/s.}$$

e) Per $\varphi = 83,75 \ (1 - \cos 0,00628 \ t)$

$$\frac{q}{83,75} = 1 - \left(0,00412 \cos 0,00628\, t + 0,0642 \ \text{sen}\ 0,00628\, t + \right.$$
$$\left. + e^{-0,000403\, t}\right) . 0,995$$

$$\text{e} \quad Q_{max} = 28,85 \ \text{mc/s.}$$

3) Per $T = 4500'' = 1,25$ ore $\quad I_m = 0,0371$ metri/ora

a) Per $\varphi = M = 30,90$ mc/s.

$$t = 2480 \log_e \frac{30,90}{30,90 - q}$$

$$\text{e} \quad Q_{max} = 25,90 \ \text{mc/s.}$$

e) Per $\varphi = 30.90 \ (1 - \cos 0,001396 \ t)$.

$$\frac{q}{30,90} = 1 - \left(0,0835 \cos 0,001396\, t + 0,289 \ \text{sen}\ 0,001396\, t + \right.$$
$$\left. + e^{-0,000403\, t}\right) . 0,924$$

$$\text{e} \quad Q_{max} = 32,50 \ \text{mc/s.}$$

4) Per $T = 8000'' = 2,22$ ore $\quad I_m = 0,0253$ metri/ora

$\psi A I_m = 21,10$ mc/s.

a) Per $\varphi = N = 21,10$ mc/s.

$$t = 2480 \log_e \frac{21,10}{21,10 - q}$$

$$\text{e} \quad Q_{max} = 20,15 \ \text{mc/s.}$$

e) Per $\varphi = 21,10 \ (1 - \cos 0,000785 \ t)$

$$\frac{q}{21,10} = 1 - \left(0,263 \cos 0,000785\, t + 0,513 \ \text{sen}\ 0,000785\, t + \right.$$
$$\left. + e^{-0,000403\, t}\right) . 0,792$$

$$\text{e} \quad Q_{max} = 29 \ \text{mc/s.}$$

Queste equazioni sono valide durante la pioggia.

Dopo la pioggia si ha invece dalla (13)

$$t = T + 2480 \log_e \frac{q_T}{q}.$$

I risultati ottenuti, riuniti nella fig. 6, mostrano che l'influenza della non uniformità degli afflussi, sull'andamento dell'onda di piena è tanto più sensibile quanto maggiore è la durata della pioggia, od in altri termini quanto più piccolo risulta il rapporto:

$$\frac{\psi A I_m}{Q}$$

Si vede inoltre che, nell'ipotesi di afflusso sinusoidale la pioggia più critica sarebbe quella di 4500", la quale darebbe luogo ad una portata massima $Q_{max} = 32,50$ mc/s e richiederebbe un volume $V = 80.500$ mc.

Se si facesse infine l'ipotesi più sfavorevole, di afflusso parabolico $\varphi = Mt^2$, tale durata critica sarebbe diversa da quella ora trovata e ad essa corrisponderebbe una portata massima un po' superiore ai 35 mc/s.

Evidentemente, questi risultati, mentre non infirmano la bontà del metodo attuale ($\varphi = \cos t$) per la ricerca della portata massima, mostrano che è più razionale fare riferimento all'ipotesi di afflusso sinusoidale, specialmente quando si voglia tracciare il diagramma di piena $q = q\ (t)$ durante la pioggia.

Aggiungiamo, da ultimo, che i risultati ottenuti in questo esempio, per il valore $T = 1890''$ hanno carattere generale poichè corrispondono ad un valore $\varepsilon = 1{,}87$ del rapporto $\frac{\psi A I_m}{Q}$ che è molto vicino a quelli che comunemente si trovano in corrispondenza della pioggia critica ($\varepsilon = 1{,}40 .... 2$).

§ X - Influenza della non linearità delle scale di deflusso.

Consideriamo una rete di canali, la cui sezione trasversale di sbocco sia caratterizzata dalla seguente scala di deflusso:

$$q = \frac{Q}{\Omega^{3/2}}\, \omega^{3/2} \qquad (\beta = 3/2).$$

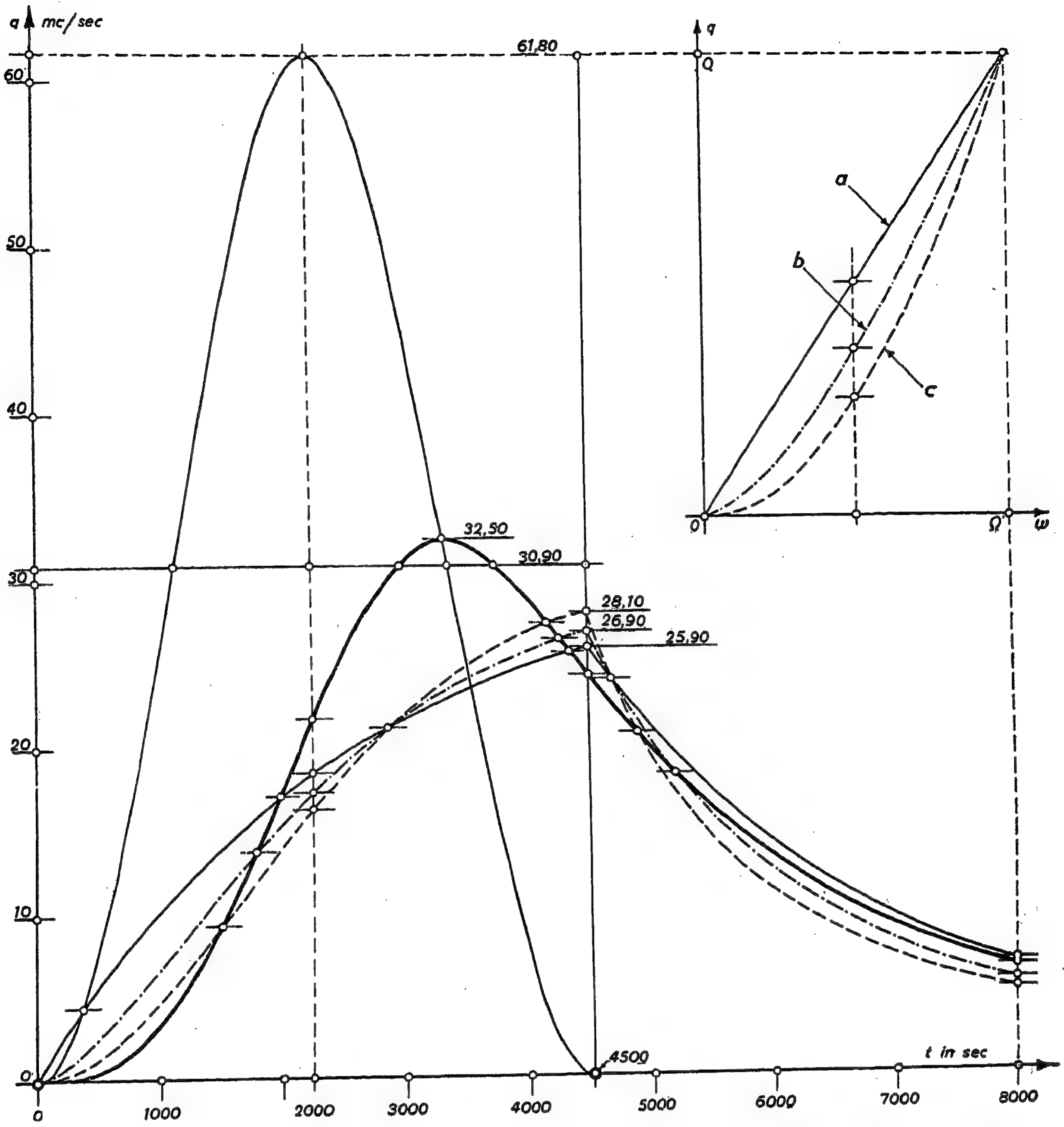


Fig. 4. – Pioggia di 4500'' - $\varepsilon = 1{,}05$ - Influenza della non uniformità degli afflussi e della non linearità della scala di deflusso sull'andamento dell'onda di piena (afflusso sinusoidale).

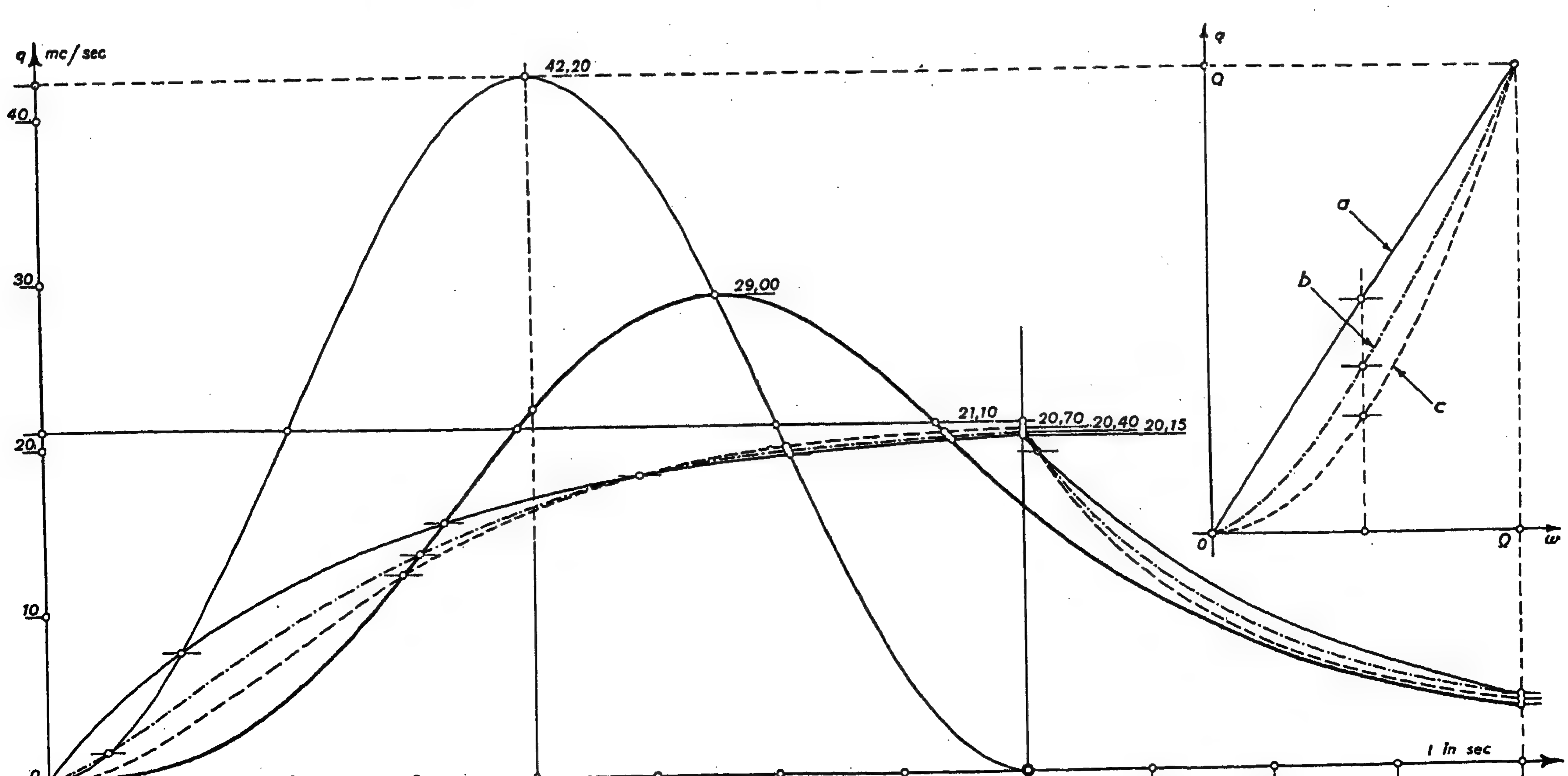


Fig. 5. – Pioggia di 8000'' - $\varepsilon = 0{,}72$ - Influenza della non uniformità degli afflussi e della non linearità della scala di deflusso sull'andamento dell'onda di piena (afflusso sinusoidale).

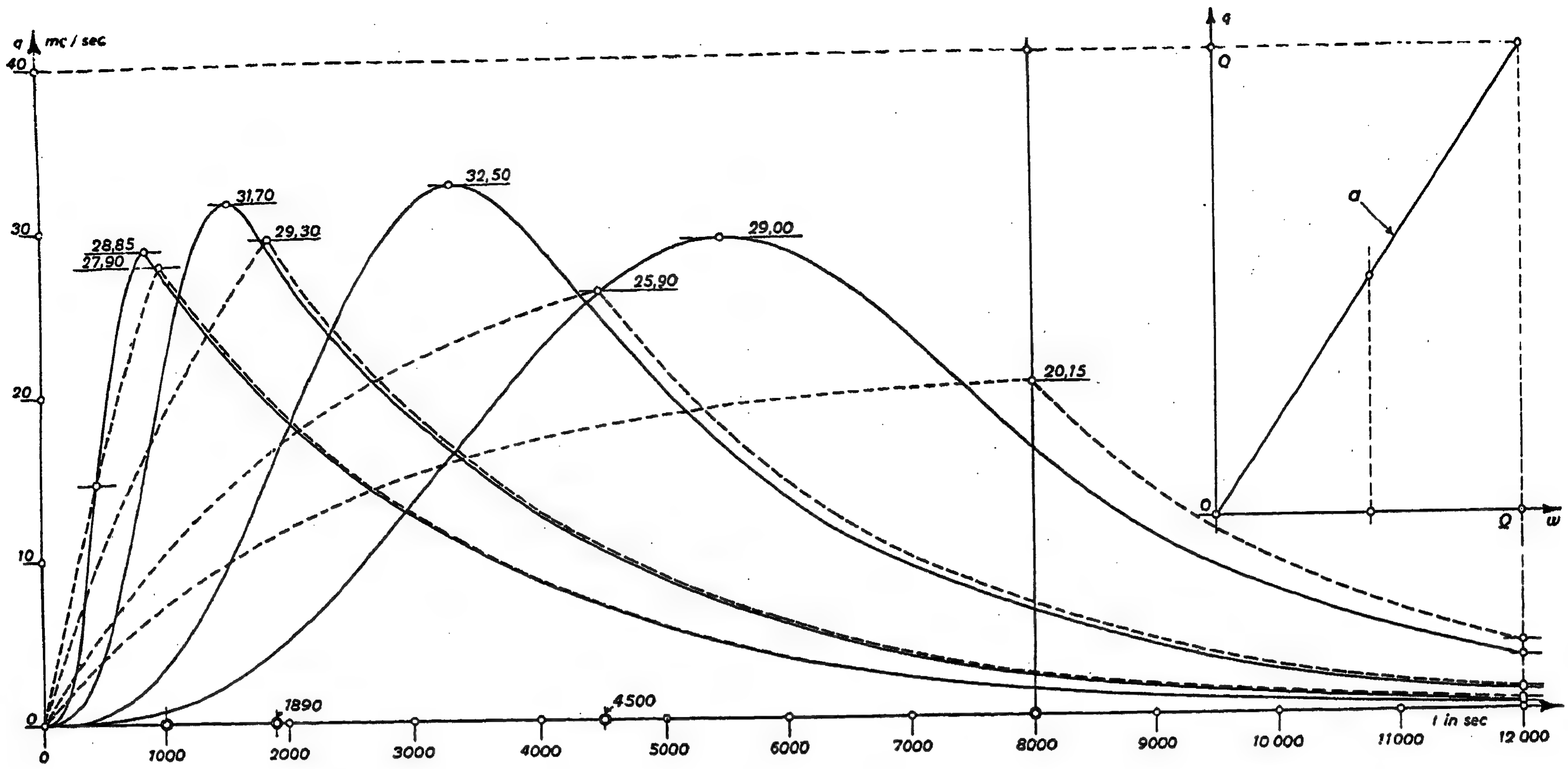


Fig. 6. – 4 pioggie - (T = 1000" - 1890" - 4500" - 8000"). - Influenza della non uniformità degli afflussi sull'andamento dell'onda di piena (afflusso sinusoidale). Scala di deflusso lineare.

Le altre caratteristiche siano invece identiche a quelle della rete studiata nel § IX.

Tracciamo i diagrammi di piena nell'ipotesi di afflusso costante durante la pioggia (figg. 2, 3, 4, 5), facendo uso dell'equazione (15).

Si ha per le diverse durate T:

Per $T = 1000''$ $\varphi = 83{,}75$ mc/s $x = \left(\frac{q}{83{,}75)}\right)^{1/3}$

$t = 1165 \cdot \Psi(x)$ $Q_{max} = 29{,}25$ mc/s.

Per $T = 1890''$ $\varphi = 55$ mc/s $x = \left(\frac{q}{55}\right)^{1/3}$

$t = 1345 \cdot \Psi(x)$ $Q_{max} = 31{,}10$ mc/s.

Per $T = 4500''$ $\varphi = 30{,}90$ mc/s $x = \left(\frac{q}{30{,}90}\right)^{1/3}$

$t = 1623 \cdot \Psi(x)$ $Q_{max} = 26{,}90$ mc/s.

Per $T = 8000''$ $\varphi = 21{,}10$ mc/s. $x = \left(\frac{q}{21{,}10}\right)^{1/3}$

$t = 1845 \cdot \Psi(x)$ $Q_{max} = 20{,}40$ mc/s.

Facciamo ora l'ipotesi di afflusso sinusoidale e, con l'equazione (2), procedendo per tentativi nei diversi intervalli Δt, tracciamo il diagramma $q = q(t)$ (fig. 7) per la pioggia di 1890" tenendo presente che, per le ipotesi fatte si ha $v = 7650\, q^{2/3}$. Si trova $Q_{max} = 33{,}60$ mc/s.

Dopo la fine della pioggia (per $\beta = 3/2$) l'equazione (16) della curva $q = q(t)$ è la seguente:

$$t = T + 15300\left(q^{-\frac{1}{3}} - q_T^{-\frac{1}{3}}\right)$$

Ripetiamo ora tutti i calcoli precedenti ma per una rete la cui sezione trasversale di sbocco sia caratterizzata dalla scala di deflusso:

$$q = \frac{Q}{\Omega^2}\,\omega^2 \qquad (\beta = 2).$$

Si ha nell'ipotesi di afflusso costante: (figg. 2, 3, 4, 5).

Per $T = 1000''$ $x = \left(\frac{q}{83{,}75}\right)^{1/2}$

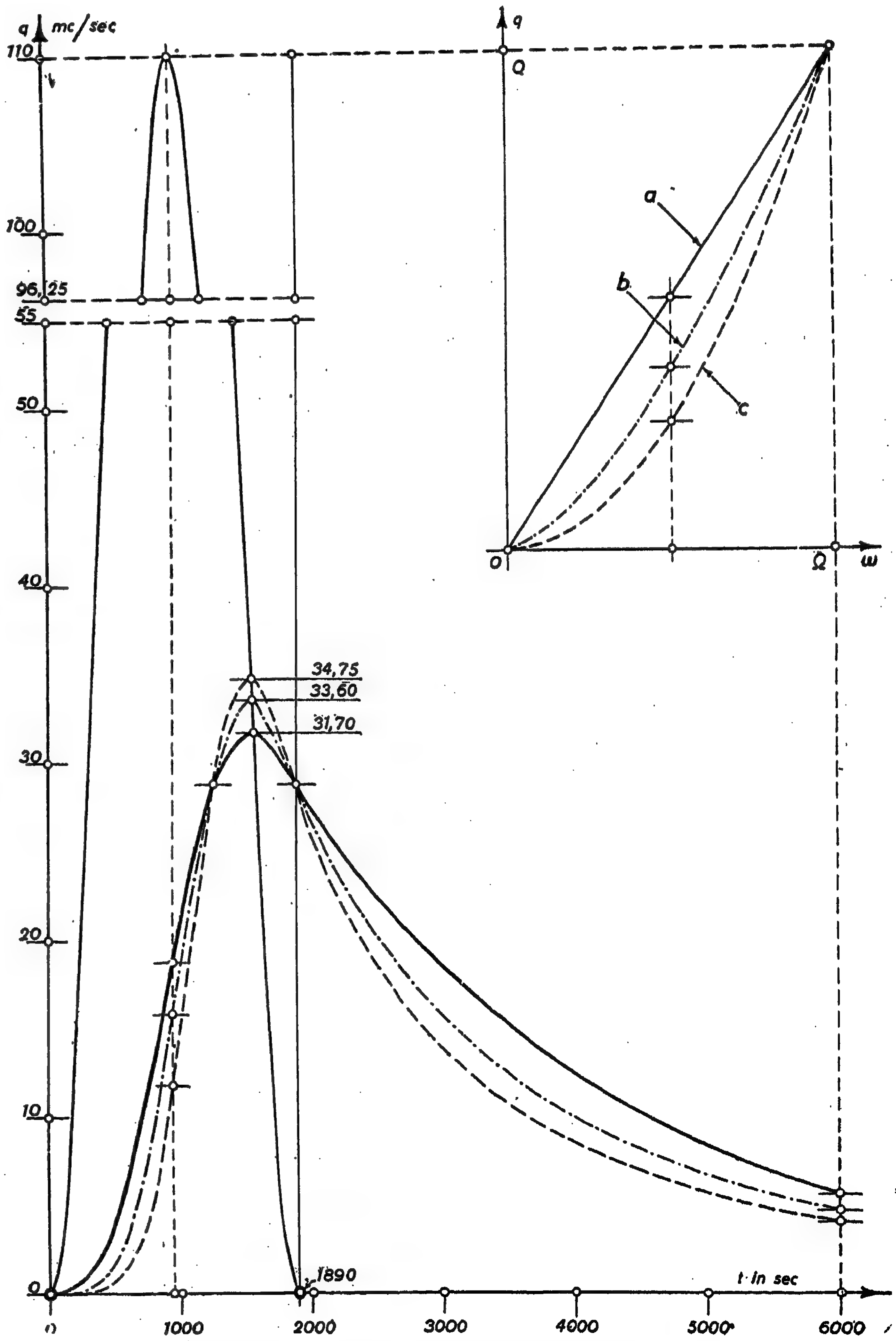


Fig. 7. – Influenza della non linearità della scala di deflusso sull'andamento dell'onda di piena (afflusso sinusoidale).

$$t = 733 \log_e \frac{1+x}{1-x} \qquad Q_{max} = 30{,}50 \text{ mc/s.}$$

Per $T = 1890''$ $\qquad x = \left(\frac{q}{55}\right)^{1/2}$

$$t = 907 \log_e \frac{1+x}{1-x} \qquad Q_{max} = 33{,}60 \text{ mc/s}$$

Per $T = 4500''$ $\qquad x = \left(\frac{q}{30{,}90}\right)^{1/2}$

$$t = 1207 \log_e \frac{1+x}{1-x} \qquad Q_{max} = 28{,}10 \text{ mc/s}$$

Per $T = 8000''$ $\qquad x = \left(\frac{q}{21{,}10}\right)^{1/2}$

$$t = 1462 \log_e \frac{1+x}{1-x} \qquad Q_{max} = 20{,}70 \text{ mc/s.}$$

e nell'ipotesi di afflusso sinusoidale: Per $T = 1890''$ il diagramma della fig. 7 ($Q_{max} = 34{,}75$ mc/s) ottenuto per tentativi tenendo presente la relazione:

$$v = 13450\, q^{1/2}$$

Infine, dopo la pioggia: per $\beta = 2$

$$t = T + 13450 \left(q^{-\frac{1}{2}} - q_T^{-\frac{1}{2}}\right)$$

Le equazioni precedenti e più ancora i grafici allegati, mostrano con grande evidenza che, a parità di tutte le altre condizioni, l'influenza della non linearità delle scale di deflusso, sull'andamento delle onde di piena, è molto limitata, sia nel caso di pioggie brevi che nel caso di pioggie di notevole durata.

Gli errori in difetto che si commettono nel calcolo della portata massima, assumendo la scala di deflusso lineare sono infatti inferiori al 10 %.

§ XI - Influenza della non linearità della legge di dipendenza dei volumi accumulati dalle aree delle sezioni di sbocco.

È facile vedere che questa indagine è analoga a quella fatta al paragrafo precedente, e che analoghe sono le conclusioni alle quali si perviene.

Si ha infatti nell'ipotesi:

$$v = \frac{V}{\Omega^{1/2}}\, \omega^{1/2}$$

associata a quella di scala di deflusso lineare ($\beta = 1$), la seguente legge $v = v\ (q)$

$$v = \frac{V}{Q^{1/2}}\, q^{1/2}$$

la quale è stata presa a base delle ricerche della seconda parte del § X e corrisponde alle altre due ipotesi $\beta = 2$ e $v = \frac{V}{\Omega}\omega$.

E nell'ipotesi:

$$v = \frac{V}{\Omega}\, \omega$$

associata a quella di $\beta = 1$, si ottiene

$$v = \frac{V}{Q}\, q$$

la quale ha servito di base per le ricerche del § IX.

Poichè si ha ragione di ritenere, come si vedrà al § precedente, che detta funzione $v = v\ (\omega)$ sia nella realtà molto prossima alla retta, si può affermare che, a parità di tutte le altre condizioni, l'ipotesi di linearità della funzione $v = v\ (\omega)$ conduce ad errori non superiori al 5 % nella stima della portata massima.

§ XII - Le funzioni $\begin{cases} q = q\ (\omega) \\ v = v\ (q) \\ v = v\ (\omega) \end{cases}$ **per le reti idrografiche.**

Nell'intento di stabilire i limiti di applicabilità della teoria precedente nel caso delle reti naturali, ho presi in esame diversi fiumi, con bacini inbriferi variabili da 400 Kmq a 70.000 Kmq., e per essi ho cercato di determinare le tre funzioni sopracitate.

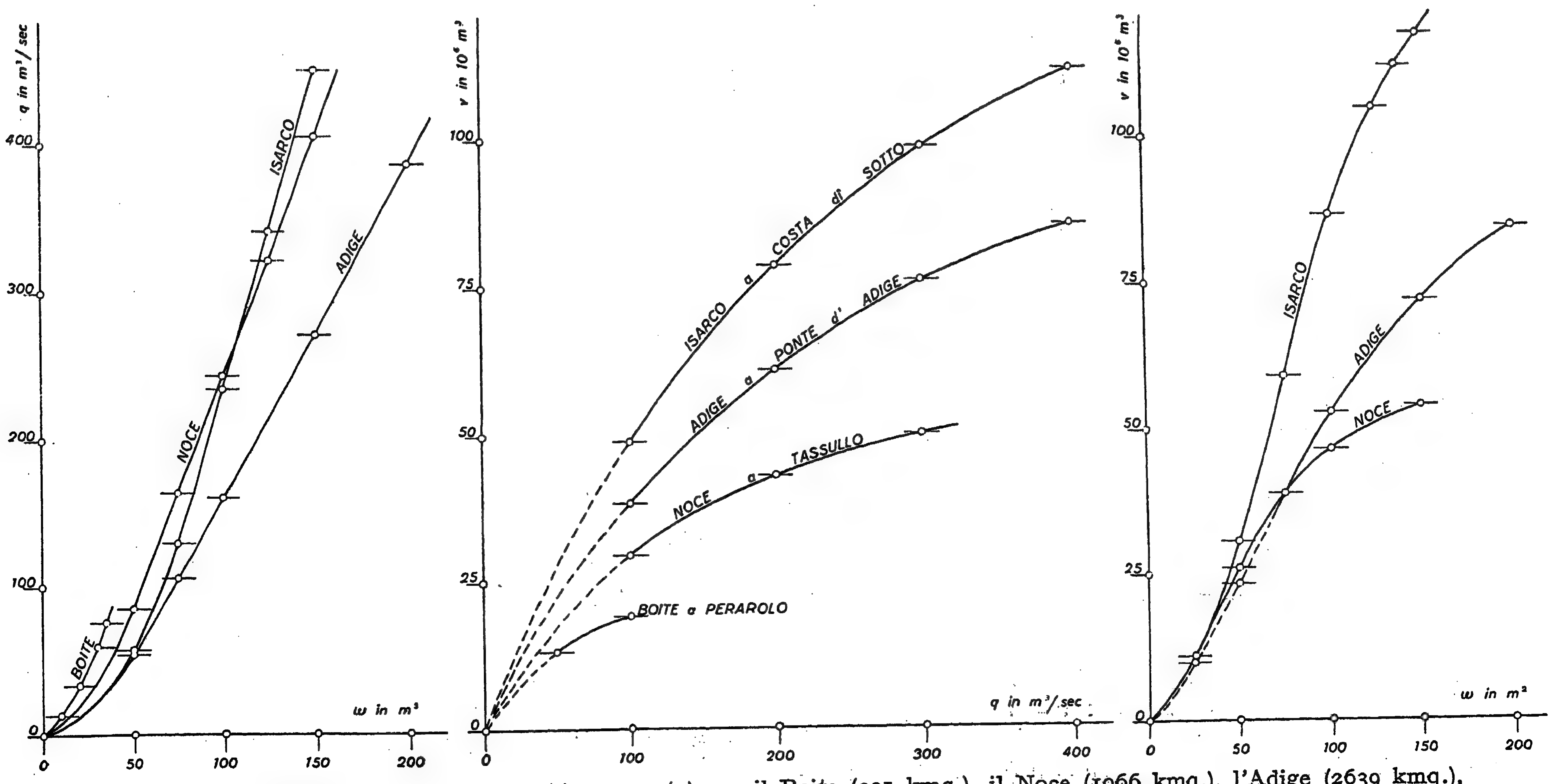


Fig. 8. – Le funzioni $q = q\ (\omega)$; $v = v\ (q)$; $v = v\ (\omega)$ per il Boite (391 kmq.), il Noce (1066 kmq.), l'Adige (2639 kmq.), l'Isarco, (3563 kmq.).

1) Scala di deflusso $q = q(\omega)$.

La determinazione della scala di deflusso $q = q(\omega)$ non presenta diffiicoltà quando si abbia un rilievo della sezione trasversale oggetto di calcolo, abbinato alla legge di dipendenza delle portate dalle altezze idrometriche. Negli « Annali idrologici » del Servizio Idrografico ho trovato gli elementi necessari per i calcoli, i quali mi hanno condotto alle seguenti equazioni ed ai grafici delle figg. 8, 9, 10.

Essi si riferiscono alle misure fatte nell'anno 1926, durante e dopo le grandi piene.

Le portate sono espresse in metri cubi al secondo, le aree in metri quadrati.

Boite a Perarolo: (391 Kmq.)	$q=0{,}50\ \omega^{1.43}$	(per $\omega < 50$)
Noce a Tassullo: (1066 Kmq.)	$q=0{,}35\ \omega^{1.43}$	(» $\omega < 150$)
Adige a Ponte d'Adige: (2639 Kmq.)	$q=0{,}225\ \omega^{1.43}$	(» $\omega < 200$)
Isarco a Costa di Sotto: (3563 Kmq.)	$q=0{,}046\ \omega^{1.84}$	(» $\omega < 150$)
Adige a Trento: (9767 Kmq.)	$q=0{,}010\ \omega^{1.92}$	(» $\omega < 600$)
Adige a Pescantina: (10949 Kmq.)	$q=0{,}022\ \omega^{1.84}$	(» $\omega < 500$)
Po a Roncocorrente: (63800 Kmq.)	$q=0{,}0000331\ \omega^{2.40}$	(» $\omega < 3500$)
Po a Pontelagoscuro:	$q=0{,}0000000331\ \omega^{3.15}$	(» $\omega < 4000$)

Come si vede, può porsi, in generale $q = K\,\omega^{\beta}$ con β variabile da $\frac{4}{3}$ a 2 ed eccezionalmente con $\beta > 2$.

limitato a farla per la fase discendente, cioè dopo la pioggia, e nella maniera qui sotto indicata.

Disegnato, per un certo corso d'acqua, il diagramma discendente delle portate q in funzione del tempo t, fino al raggiungimento della massima magra e nell'ipotesi che, durante detta discesa, l'intensità della pioggia si mantenga sempre nulla, ho detratti, dalle ordinate q, i valori presumibili delle portate affluenti alla rete idrografica per filtrazione, dal termine della pioggia in poi.

Integrando detto diagramma, nel senso dei tempi decrescenti ho ottenuto la funzione $v = v(q)$, per il ramo discendente, tenendo conto, così implicitamente anche dell'evaporazione.

Evidentemente questo è un procedimento di larga approssimazione, ma può servire, in mancanza di meglio, a fornire indicazioni sull'andamento della funzione in discorso, anche durante la pioggia.

Esprimendo le portate in metri cubi al secondo ed i volumi in milioni di metri cubi ho ottenuto i grafici delle figg. 8, 9 e 10 i quali possono essere sintetizzati nelle seguenti relazioni analitiche.

Boite a Perarolo:	$v= 1{,}62\ q^{0.53}$	($q <$ 100 mc/s.)
Noce a Tassullo:	$v= 3{,}02\ q^{0.50}$	($q <$ 300 »)
Adige a Ponte d'Adige:	$v= 2{,}34\ q^{0.62}$	($q <$ 400 »)
Isarco a Costa di Sotto:	$v= 2{,}82\ q^{0.61}$	($q <$ 400 »)
Adige a Trento:	$v= 5{,}49\ q^{0.59}$	($q <$ 1500 »)
Adige a Pescantina:	$v= 6{,}03\ q^{0.59}$	($q <$ 1500 »)
Po a Roncocorrente:	$v=43{,}60\ q^{0.48}$	($q <$ 10.000 »)
Po a Pontelagoscuro:	$v=52{,}50\ q^{0.47}$	($q <$ 10.000 »)

È notevolmente interessante il fatto che dette curve possono rappresentarsi con equazioni del tipo:

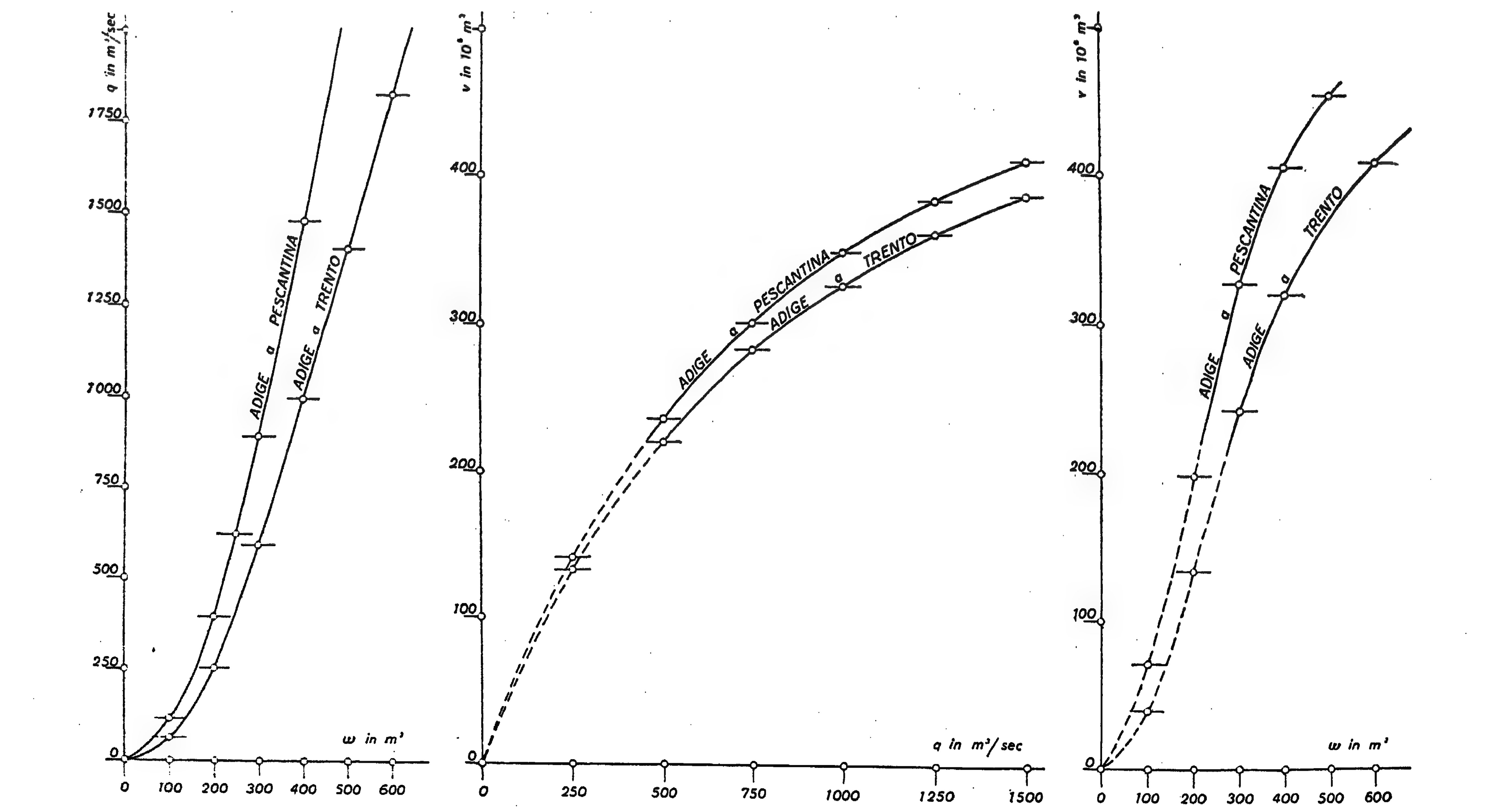


Fig. 9. – Le funzioni $q = q(\omega)$; $v = v(q)$; $q = q(\omega)$ per l'Adige (9767 kmq.); (10949 kmq.).

2) Relazione fra i volumi accumulati durante la pioggia e le corrispondenti portate di sbocco: $v = v(q)$.

La determinazione della funzione $v = v(q)$ per la fase saliente della piena è praticamente impossibile, per cui mi sono

$$v = K\ q^{\beta}$$

con β molto vicino al valore $\frac{1}{2}$.

Da esse ho dedotto l'abaco della fig. 11 il quale può servire

a determinare, in prima approssimazione, il volume specifico $\frac{v}{A}$ di accumulazione per Kmq., in funzione dell'area A del bacino imbrifero, e del deflusso specifico $\frac{q}{A}$ nella sezione di sbocco, tenuto conto implicitamente dell'evaporazione che si verifica dopo la pioggia.

§ XIII - Applicazione alle reti naturali dell'equazione di continuità integrata.

I risultati ottenuti nel paragrafo precedente mostrano che le ipotesi fondamentali introdotte nella teoria delle reti regolari artificiali, sono abbastanza bene verificate anche nel caso delle reti idrografiche, per cui sembra opportuno e razionale applicare a queste ultime l'equazione di continuità integrata.

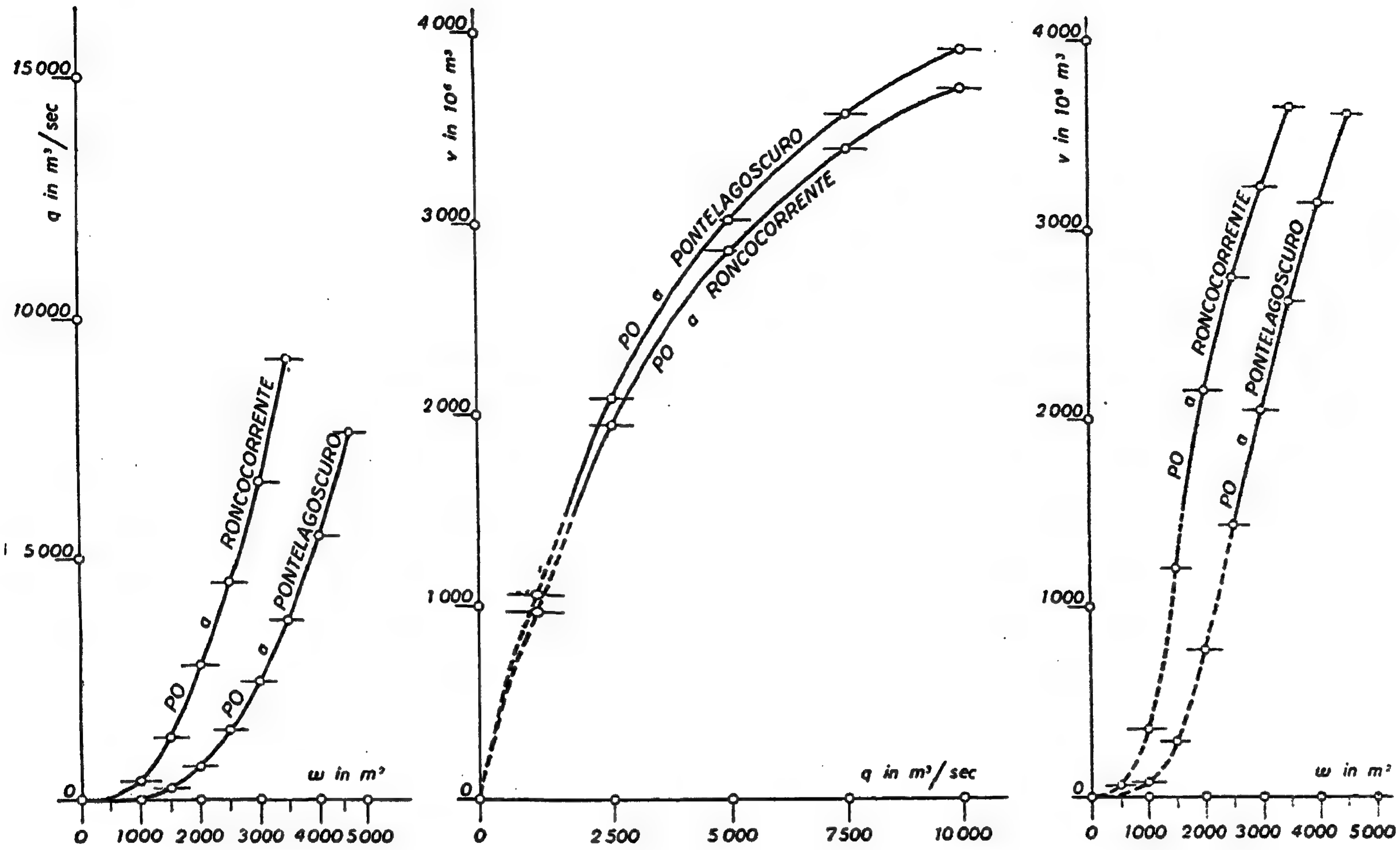


Fig. 10. – Le funzioni $q = q\ (\omega)$ $v = v\ (q)$; $q = q\ (\omega)$ per il *Po* (63.800 kmq.); (70091 kmq.).

3) Relazione fra i volumi accumulati durante la pioggia e le aree di sbocco $v = v\ (\omega)$.

Eliminando la portata q dalle due equazioni $q = q\ (\omega)$ e $v = v\ (q)$ si ottiene la funzione $v = v\ (\omega)$.

Applicando questo procedimento ho ottenuto i grafici delle figg. 8, 9 e 10 i quali, sono a forma di $\int$ molto slanciata, e vengono a giustificare abbastanza bene l'ipotesi di linearità della funzione $v = v\ (\omega)$ introdotta nella teoria.

Ciò è confermato dai seguenti esempi di calcolo relativi al Boite a Perarolo ed all'Adige a Trento.

1) *Boite a Perarolo*:

Dagli « Annali idrologici » si ricava, per la piena del maggio 1926:

$A = 341$ Kmq $\psi = 0{,}213$ $I_m = 0{,}00274$ metri ora

$Q = 100$ mc/s $V = 20.000.000$ mc $h = 0{,}165$ m/m

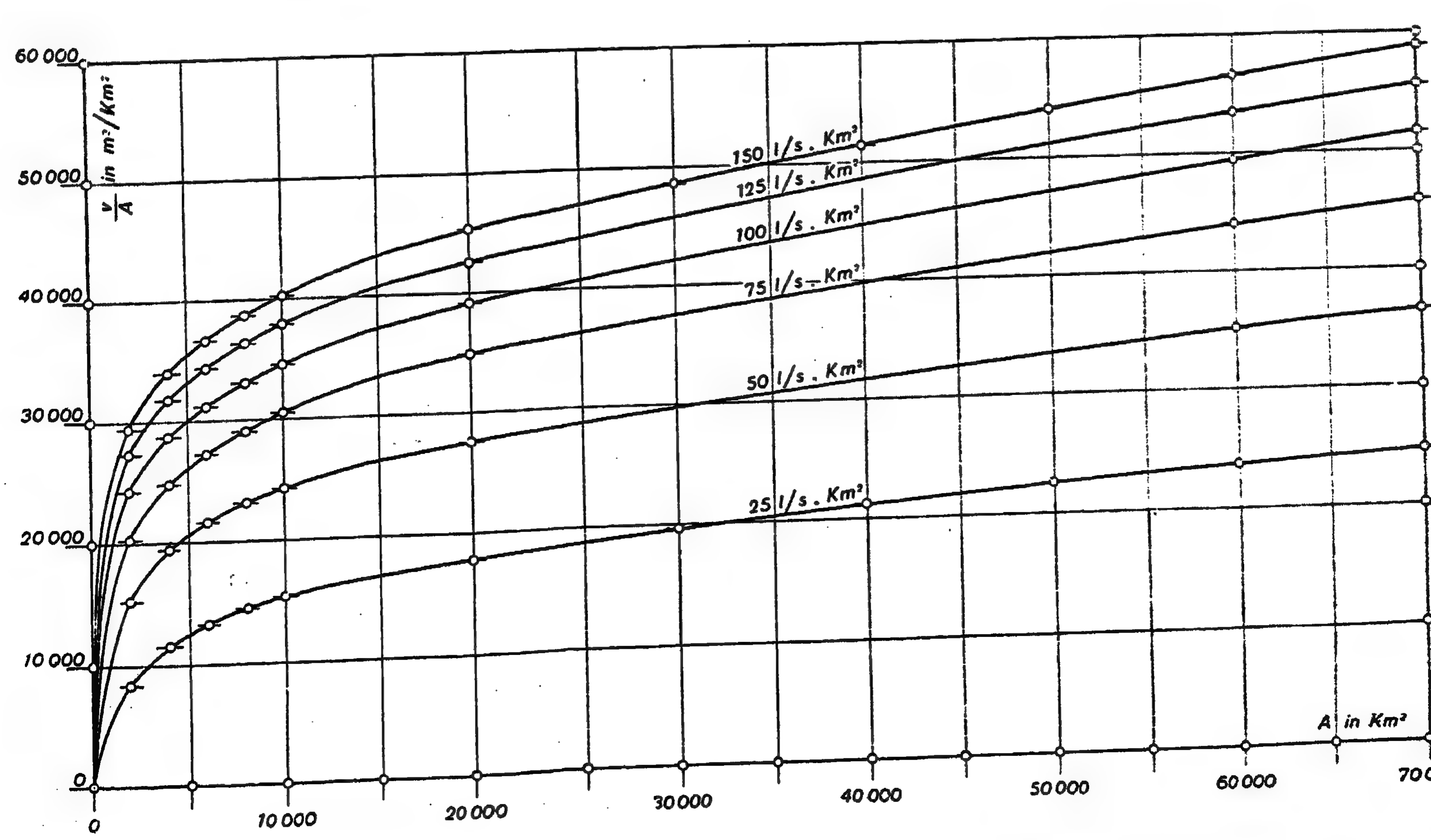


Fig. 11. – Abaco per il calcolo dei volumi unitari $\frac{v}{A}$ di accumulazione, in funzione dell'area A del bacino imbrifero e della portata unitaria $\frac{q}{A}$ alla sezione di sbocco (Boite - Noce - Isarco - Adige - Po).

$\psi A I_m = 63{,}50$ mc/s $\quad \frac{1}{N} = 200.000 \quad N = 0{,}000005.$

$q_0 = 21{,}50$ mc/s $\quad T = 216000'' = 60$ ore

a) Per $\psi = M = 63{,}50$ mc/s ed $M - q_0 = 42$ mc/s l'equazione (8) diviene

$$t = 200.000 \log_e \frac{42}{63{,}50 - q}$$

$$Q_{max} = 49 \text{ mc/s}$$

e) Per $\varphi = 63{,}50 \; (1 - \cos \alpha\, t)$

con $\alpha = 0{,}0000291$ e $\frac{q_0}{M} = 0{,}339$

l'equazione (12) diviene:

$$\frac{q}{63{,}50} = 1 - \left(0{,}0295 \cos \alpha\, t + 0{,}172 \text{ sen } \alpha\, t + e^{-Nt}\right) 0{,}972 + 0{,}339\, e^{-Nt} \qquad Q_{max} = 57 \text{ mc/s.}$$

Dopo la pioggia, sempre nell'ipotesi di scala di deflusso lineare, si ha:

$$t = 216.000'' + 200.000 \log_e \frac{q_T}{q}$$

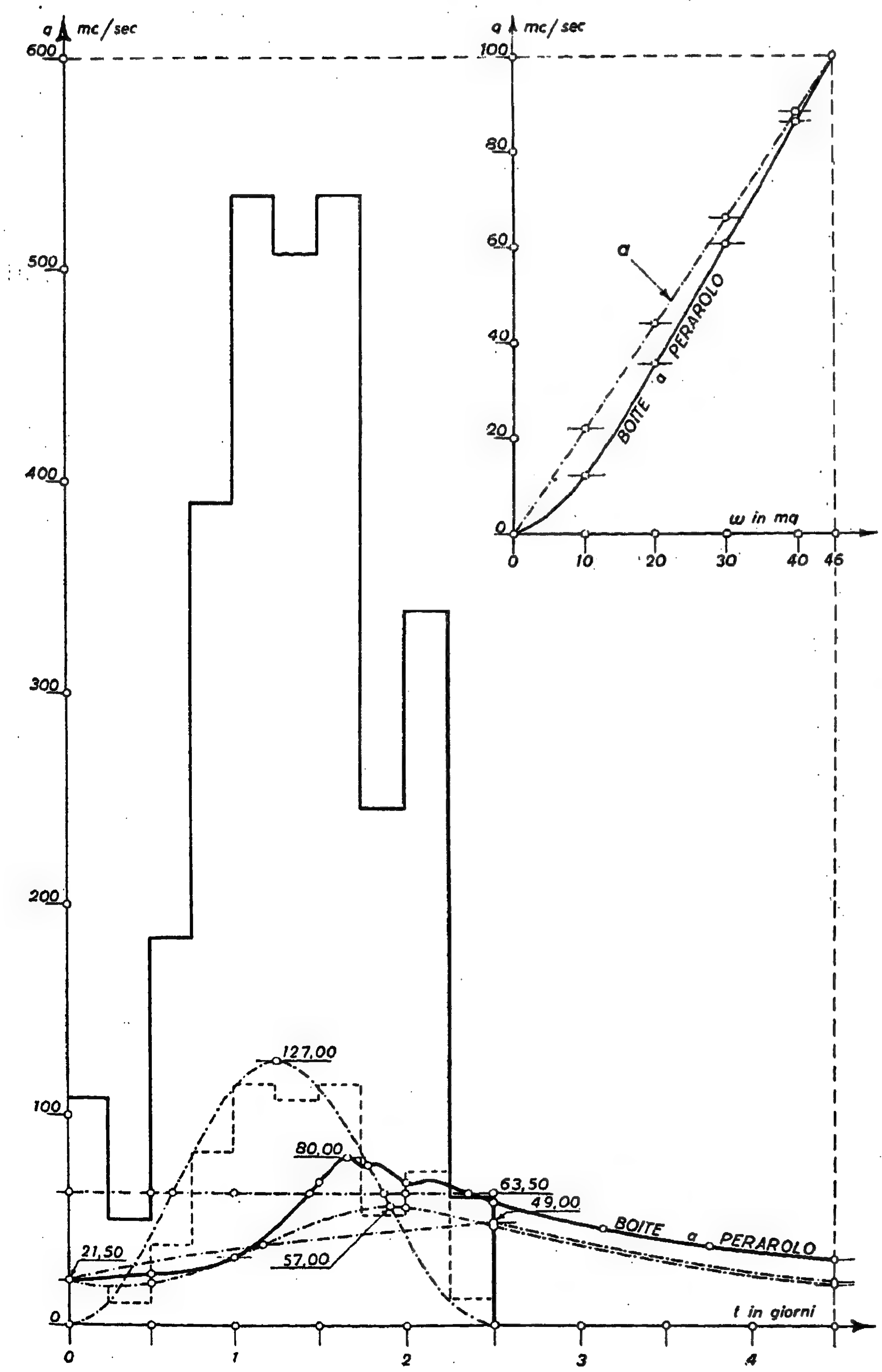


Fig. 12. – Boite a Perarolo (391 kmq.). Onda di piena del 14-18 maggio 1926. Onde teoriche nelle ipotesi di scala lineare, di afflusso costante e di afflusso sinusoidale.

Con queste equazioni si sono tracciati i grafici della fig. 11, i quali mostrano una concordanza soddisfacente fra il diagramma teorico di piena dovuto ad un afflusso sinusoidale ed il diagramma effettivo.

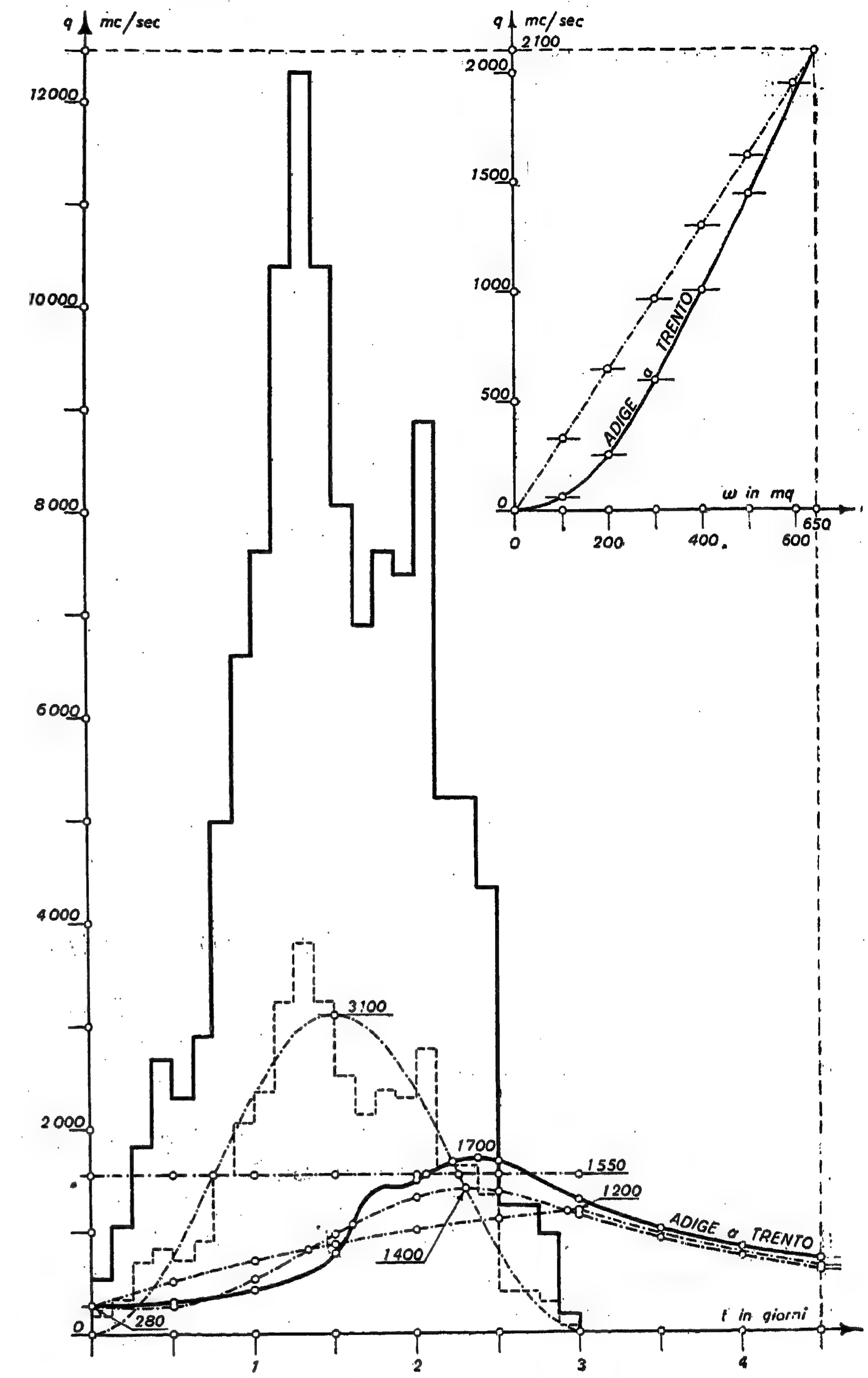


Fig. 13. – Adige a Trento (9767 kmq.). Onda di piena del 14-18 maggio 1926. Onde teoriche nelle ipotesi di scala lineare, di afflusso costante e di afflusso sinusoidale.

Se si fosse usata l'equazione (2) alle differenze finite, utilizzando la legge $v = 1{,}62\, q^{0{,}53}$ trovata per il Boite a Perarolo, la concordanza fra i due diagrammi in discorso sarebbe stata ancora più sentita.

2) *Adige a Trento.*

Dagli « Annali idrologici » si ricava, per la piena del maggio 1926:

$A = 9767$ Kmq $\quad \psi = 0{,}311 \quad I_m = 0{,}001835$ metri/ora.

$Q = 2100$ mc/s $\quad V = 430.000.000$ mc. $\quad h = 0{,}132$ m/m

$\psi A I_m = 1550$ mc/s $\quad \frac{1}{N} = 204.000 \quad N = 0{,}00000488$

$q_0 = 280$ mc/s $\quad T = 259.200'' = 72$ ore.

a) Per $\varphi = M = 1550$ mc/s ed $M - q_0 = 1270$ mc/s si ha dall'equazione (8):

$$t = 204000 \log_e \frac{1270}{1550 - q} \qquad Q_{max} = 1200 \text{ mc/s}$$

e) Per $\varphi = 1550\ (1 - \cos\ \alpha\ t)$ $\frac{q_0}{M} = 0{,}1805$

con $\alpha = 0{,}0000242$

l'equazione (12) diviene:

$$\frac{q}{1550} = 1 - \left(0{,}0408\ \cos \alpha\, t + 0{,}202\ \text{sen}\ \alpha\, t + e^{-Nt}\right) 0{,}96 + \\ + 0{,}1805\ e^{-Nt}$$

$$Q_{max} = 1400\ \text{mc/s}$$

Dopo la pioggia, sempre nell'ipotesi di scala di deflusso lineare, si ha:

$$t = 259200' + 204000\ \log_e \frac{q_T}{q}$$

Con queste equazioni si sono tracciati i grafici della fig. 13, i quali mostrano una concordanza soddisfacente fra il diagramma teorico di piena dovuto ad un'afflusso sinusoidale ed il diagramma effettivo. Se si fosse usata l'equazione (2) utilizzando la legge $v = 5{,}49\ q^{0.59}$ trovata per l'Adige a Trento la concordanza fra i due diagrammi in discorso sarebbe stata pressochè perfetta.

§ XIV - Conclusioni.

I diversi capitoli di questa memoria hanno messo in evidenza che, l'equazione di continuità, integrata nelle tre ipotesi:

a) di uniformità degli afflussi alla rete durante la pioggia ($\varphi = \psi A I_m =$ costante);

b) di linearità della legge di dipendenza dei volumi accumulati dalle aree delle sezioni di sbocco $v = \frac{V}{\Omega}\ \omega$;

c) di linearità della scala di deflusso:

$$q = \frac{Q}{\Omega}\ \omega$$

costituisce un mezzo di indagine, poggiato su basi razionali, di grande fecondità per le applicazioni pratiche, che di essa si possono fare alle reti idrauliche a pelo libero, naturali od artificiali.

È infatti emerso:

I) che l'influenza della non uniformità degli afflussi sul valore della portata massima è dell'ordine del $10 \div 20\%$ in più.

II) che l'influenza della non linearità delle leggi $v = v\ (\omega)$ e $q = q\ (\omega)$ sul valore della portata massima, per qualsiasi durata di pioggia, è inferiore al 10 %.

III) che l'ipotesi di linearità della funzione $v = v\ (\omega)$ è abbastanza bene verificata anche nel caso delle reti idrografiche, nonostante che gli alvei siano notevolmente irregolari ed i peli liberi siano sempre rigurgitati.

Sembra tuttavia di dover tenere presenti anche i risultati ottenuti in questo studio, nell'ipotesi di afflusso variabile con continuità (in modo lineare, parabolico o sinusoidale) specialmente quando si debba tracciare il diagramma di piena per bassi valori di $\varepsilon = \frac{\psi A I_m}{Q}$ abbinati a scarsi volumi di accumulazione, essendo $\psi A I_m$ la portata media affluente durante la pioggia e Q la portata massima ammissibile nella sezione di sbocco della rete oggetto di calcolo. Si hanno infatti in questi casi dei forti scostamenti fra le conclusioni delle due teorie; più precisamente si trova che, il valor massimo della portata, il quale nella prima ipotesi deve risultare necessariamente minore di $\psi A I_m$, nella seconda ipotesi, può invece superare del 50 % detto valore medio e che, la durata della pioggia critica, determinata nell'ipotesi di afflusso costante, può risultare notevolmente minore di quella corrispondente al caso di afflusso variabile. $\varphi = \varphi\ (t)$.

ING. EUGENIO CAMPINI.

BIBLIOGRAFIA

E. PALADINI: *Relazione sul progetto delle fognature di Milano*. 1902.

G. FANTOLI: *Le acque di piena nella rete delle fognature di Milano*. Vallardi, 1904.

VENTURA: *Sulla bonifica della bassa pianura bolognese*. « Giornale del Genio Civile », 1905).

M. GIANDOTTI: *Sulle portate dei corsi d'acqua in relazione alle precipitazioni meteoriche*. « Giornale del Genio Civile », 1907.

FANTOLI, INGLESE, CANEPA: *Sulla portata massima del torrente Bisagno e sulla conduttura urbana dello stesso*. Genova, 1909.

E. PALADINI: *Lezioni di idraulica fluviale*. (Litografie 1910, R. Politecnico di Milano.

P. PASINI: *Coefficienti udometrici desunti dal lavoro delle macchine nelle bonifiche meccaniche*. « Giornale del Genio Civile », 1910).

F. POGGI: *La fognatura di Milano*. Vallardi, 1913.

L. KAMBO: *Contributo allo studio delle pioggie e delle piene in relazione agli scaricatori di un lago artificiale*. « Giornale del Genio Civile ». 1919.

U. PUPPINI: *Le pioggie pei canali di bonifica - Influenza del fattore area della zona*. « Giornale dell'Associazione degli Ingegneri Italiani, 1921).

V. MONTANARI: *Nubifragi e laghi artificiali*. « Annali del Consiglio Superiore delle Acque », 1921.

F. POGGI: *Progetto della fognatura per la città di Parma*. Milano, Vallardi, 1921.

Terza pubblicazione della Reale Commissione per gli studi sul regime idraulico del Po. Parma, Tipografia Donati, 1922.

A. FORTI: *Elementi per la determinazione delle piene catastrofiche dei corsi d'acqua montani*. « Annali del Consiglio Superiore delle Acque ». Anno 1922.

U. PUPPINI: *Il calcolo dei canali di bonifica*. « Il Monitore Tecnico », 1923.

A. GREGORI: *Sulla determinazione della portata massima dei corsi d'acqua naturali*. Milano, Hoepli, 1925.

Annali Idrologici dell'Ufficio Idrografico del R. Magistrato alla acque. Venezia, Anno 1926.

Annali idrologici dell'Ufficio Idrografico del Po. Parma. Anno 1927.

U. MASSARI: *Ancora della determinazione della portata del collettore di una rete di fogne*. « Annali dei Lavori Pubblici », 1927.

U. PUPPINI: *Bonifiche idrauliche*. (Litografie della R. Scuola di Malariologia e della R. Scuola d'Ingegneria di Bologna, 1927).

G. SUPINO: *Sul calcolo dei canali di fognatura*. « L'Ingegnere », 1929

G. SUPINO: *Il calcolo dei canali di bonifica*. « L'Ingegnere », 1929.

G. SUPINO: *Ancora sulle canalizzazioni per acque di pioggia*. « L'Ingegnere », 1929.

U. MASSARI: *Ancora in tema di canalizzazioni per acque di pioggia*. « L'Ingegnere », 1929.

M. LELLI: *Sul calcolo dei canali di bonifica*. « Annali dei Lavori Pubblici », 1930.

PROF. DR. ING. E. PROBST e DR. ING. F. TÖLKE
DOCENTI NEL POLITECNICO DI KARLSRUHE

La tecnica e l'economia delle dighe di calcestruzzo e di cemento armato

SOMMARIO.

Il prof. Probst (della Scuola Superiore di Ingegneria di Karlsruhe) e il suo collaboratore dott. ing. Tölke svolgono in questa nota varie considerazioni sullo stato attuale della tecnica costruttiva delle dighe di ritenuta (in calcestruzzo ed in cemento armato) e sui probabili sviluppi di cui tale tecnica è ancora suscettibile; ed esaminano in modo particolare i seguenti aspetti del problema:

a) *Requisiti statici, costruttivi ed economici dei diversi tipi di dighe oggi in uso e di un nuovo tipo di diga a contrafforti proposto dagli Autori stessi.*

b) *Incertezze relative al comportamento statico dei diversi tipi di dighe ed in particolare di quelle massicce a gravità.*

c) *Mezzi di indagine e di studio atti a chiarire il comportamento reale delle dighe.*

Da ultimo gli Autori formulano alcune proposte concrete relative alle indagini e alle ricerche sistematiche che si dovrebbero eseguire sulle nuove dighe e sulle principali già esistenti, allo scopo di approfondire vieppiù le nostre cognizioni sul loro comportamento.

I – Scopo delle dighe - Loro costo in relazione al costo generale dell'impianto.

La costruzione delle dighe destinate alla regolazione e allo sfruttamento delle acque ha avuto in questi ultimi anni un rapido incremento. Per molto tempo la produzione di energia elettrica non costituì, salvo qualche rara eccezione, che uno scopo del tutto secondario dei serbatoi.

Nell'ultimo decennio, invece, fu costruito un gran numero di dighe, di cui alcune altissime, esclusivamente per tale scopo e sopratutto per poter produrre l'energia di punta integrativa di quella prodotta con impianti ad acqua fluente e per poter consentire l'accumulazione notturna e stagionale dell'acqua di supero.

Sebbene però gli impianti idroelettrici che utilizzino in modo razionale le risorse idrauliche di un bacino siano ancora indubbiamente in uno stadio iniziale di sviluppo, è notevole il fatto che la tecnica degli sbarramenti vanta fortunatamente un lungo passato di esperienza. Basta pensare al grande numero di dighe costruite per fornire l'acqua potabile ai centri abitati, per rendere navigabili i corsi d'acqua e per irrigare terreni resi in tal modo fertili.

Agli effetti della costruzione delle dighe non è senza importanza lo scopo al quale viene destinato il serbatoio. Nel caso di sbarramento per ritenute di piene bisogna contare, ad esempio, di avere per molto tempo dell'anno il serbatoio vuoto o quasi; il che è proprio il contrario di ciò che avviene nel caso di un invaso adibito ad uso irriguo o destinato alla navigazione.

Un attento esame delle recenti costruzioni mostra che l'incremento avuto negli ultimi anni riguarda in gran parte le dighe di grandi dimensioni. Per riguardo all'altezza di ritenuta sono particolarmente notevoli quella a gravità, alta m. 106, di Arrowrock costruita 14 anni or sono, e quella ad arco dell'altezza di 120 m., ultimata nel 1927 a Pacoima, entrambe negli Stati Uniti. Queste sono superate da quella (a gravità) di 127 metri ora in costruzione a Chambon, nelle Alpi Francesi, e da quella del tipo misto ad arco a gravità (dell'altezza di 123 m.) pressochè ultimata, a Owihy (U. S. A.). La fondazione di questa diga si trova a ben 158 m. al di sotto del coronamento. Che le citate dimensioni non rappresentino un limite insuperabile lo sta a denotare il fatto che in America si è progettata la diga di S. Gabriele, a gravità, dell'altezza di 140 m. e quella di Boulder del tipo a volta di oltre 200 m.

Il costo delle dighe non cresce in proporzione dell'altezza, ma aumenta assai più rapidamente; tale rapporto fra il costo e le dimensioni delle opere non sussiste invece per le turbine, i generatori, ecc. Da ciò risulta evidente come il costo degli sbarramenti influisca in modo essenziale su quello dell'intero impianto. Queste affermazioni sono confermate dai seguenti dati relativi agli impianti del Barberine, del Wäggital in Isvizzera, e di Murg in Germania. Tali impianti sono esercíti da circa 5 anni e si prestano assai bene per un raffronto perchè le dighe sono tutte del tipo a gravità (si noti che nel caso dell'impianto del Wäggital il costo si riferisce ad entrambe le dighe costituenti lo sbarramento).

Impianto	Altezza della diga	Volume mc.	Costo totale della diga Marchi	Incidenza percentuale sul costo dell'intero impianto
Barberine ..	80 m.	200.000	16.000.000	29,2 %
Wäggital ..	99 (110) e 30	280.000	12.800.000	29,4 %
Murg	62 m.	290.000	—	40 %

Per l'impianto di Murg, tenuto conto del periodo di inflazione durante il quale è stato costruito, non si è riportata la spesa della diga che, tuttavia, si può far ascendere a circa 12.000.000 di marchi.

Osservando ora l'incidenza percentuale del costo degli sbarramenti sul costo totale degli impianti di cui fanno parte, si può dedurre tutta l'importanza che spetta alla costruzione della diga.

Se ad esempio nell'impianto di Murg fosse stato possibile costruire uno sbarramento tale da poter realizzare un'economia del 25 % rispetto al tipo scelto di diga a gravità, si sarebbe potuto raggiungere un risparmio del 10 % sul valore complessivo dell'impianto. Ciò dimostra come la scelta del tipo di diga possa influire sulla convenienza economica di un intero impianto idroelettrico.

In quanto segue, cercheremo di collegare questi concetti con quelli relativi alla sicurezza ed alla convenienza delle dighe in calcestruzzo e in cemento armato.

Sarà opportuno a tale scopo premettere qualche cenno sui principali tipi di sbarramenti adottati in questo ultimo decennio, riportando i dati forniti dalla esperienza dell'esercizio e tenendo conto anche delle loro eventuali deficenze o manchevolezze. Dobbiamo anzitutto fare una distinzione fra le dighe massicce e quelle a contrafforti. La distinzione che si faceva una volta tra gli sbarramenti massicci del tipo a gravità e quelli a volta è oggi pressochè impossibile, dato che si passa da un tipo all'altro per gradi successivi.

II – Indagine critica sulla struttura delle dighe.

1) *Dighe massicce.*

L'idea anche oggi spesso accettata che una diga massiccia con disposizione planimetrica arcuata abbia dei vantaggi su quella ad asse rettilineo è priva di alcun fondamento. Essa ha valore soltanto là dove non si abbiano a temere delle forti variazioni di volume come, ad esempio quando si tratti di muratura di pietrame. Ben differente è invece il caso delle dighe di calcestruzzo, con o senza blocchi murati, a cui dobbiamo pure aggiungere le così dette dighe ciclopiche, nella muratura delle quali si arriva ad annegare fino al 40 % di grandi massi di pietra del peso anche di 10 tonnellate o più ciascuno.

In questo caso si tratta di tenere ben presenti le variazioni di volume che la massa muraria può subire e di provvedere alla costruzione di appositi giunti di dilatazione come insegna la pratica costruttiva dell'ultimo ventennio. Per un'altezza di diga da 50 a 60 m. l'esperienza raccomanda una distanza tra due giunti successivi di circa 15 m. Per altezze minori o maggiori l'equidistanza fra i giunti sarà rispettivamente minore o maggiore. In tal modo si può prevenire l'inconveniente della formazione di fessurazioni arbitrarie raggiungendo nel contempo una migliore impermeabilità. La disposizione planimetrica arcuata nelle dighe a gravità è vantaggiosa, agli effetti della stabilità, solo nel caso che i giunti radiali siano iniettati. Ancora oggi, però, viene spesso trascurato questo accorgimento, sicchè in tale caso non può esplicarsi la funzione statica dell'arco, non esistendo, almeno nella stagione fredda, la perfetta adesione dei blocchi contigui nel senso assiale. La diga arcuata si comporta allora come una semplice diga a gravità; ma con questo svantaggio: che i blocchi con fughe radiali, (vedi fig. 1), presentano (secondo l'esperienza americana) una resistenza minore di quelli con fughe parallele di una diga ad asse rettilineo. La superficie bagnata dall'acqua e quindi la pressione idrostatica sopportata dalla diga è infatti la stessa in entrambi i casi mentre invece la sezione d'appoggio, nel caso di blocchi a giunti radiali è minore: perciò, a parità di spessore, si verificherà una maggior compressione del terreno nel caso di una diga ad asse curvilineo che non in quello di una diga ad asse rettilineo.

Diverse sono invece le condizioni se i giunti vengono chiusi dopo un periodo di tempo sufficientemente lungo e precisamente quando le variazioni di volume si sono ridotte in misura notevole. In tale caso rimane una adesione perfetta fra i singoli blocchi e la funzione della struttura a gravità viene integrata da quella dell'arco con evidente vantaggio della stabilità. Secondo questo principio fu eseguita negli ultimi anni la diga di Pardee (1) alta 109 m. (U.S.A.).

Quando non è possibile eseguire un'ottima chiusura dei giunti dovrebbe essere senz'altro consigliabile l'abbandono del tipo di diga a gravità con pianta arcuata. Non bisogna dimenticare che in tale ultimo caso si raggiunge altresì anche una piccola economia di materiale.

Nel seguente prospetto è riportato l'elenco di una serie di dighe del tipo a gravità di altezza superiore ai 30 m., ad asse rettilineo.

Nome della diga	Nazione	Altezza m.	Data di costruzione	Materiale
Folsom	U.S.A.	39	1886–1891	Muro ciclopico
Titicus........	»	41	1890–1895	Muratura di pietrame
New Croton ..	»	89	1892–1907	Muro ciclopico
Boonton	»	35	1900–1905	» »
Wachusett	»	62	1900–1906	» »
Elephant Butte	»	91	1902–1916	Calcestruzzo
Cross River ...	»	52	1906–1908	Muro ciclopico
Croton Falls ..	»	51	1906–1911	» »
Oliver Bridge .	»	67	1908–1914	» »
Kensico	»	93	1910–1916	» »
Wilson........	»	42	1918–1926	Calcestruzzo
Gilboa	»	49	1919–1927	Muro ciclopico
Wäggital	Svizzera	99 (110)	1922–1924	Calcestruzzo
Gelmersee	»	30	1927–1929	»
Schluchsee	Germania	43	in costruz.	»
Lago Nero	Italia	36	1927–1928	»
Creva di Luino .	»	30	in costruz.	»
Stuetta	»	31	» »	»
Montecastello .	»	50	» »	»
S. Salvatore ...	»	77	» »	»
Oschiri	»	58	1924–1926	»

Il tipo di sezione per dighe massicce a gravità che ha incontrato sino ad oggi il massimo favore è quello a profilo triangolare con coronamento sovrapposto. Per quanto concerne la larghezza alla base e l'inclinazione dei paramenti non si è ancora raggiunta una uniformità di vedute.

La seguente tabella riporta esempi caratteristici che valgono ad illustrare le tendenze che prevalgono nei diversi Paesi. Nella prima colonna è riportato il nome della diga, nella seconda l'altezza, nella terza il rapporto tra la base e l'altezza; l'ultima colonna è riservata al maggior volume di muratura rispetto al tipo di diga avente il valore $\frac{b}{h} = 0{,}70$.

La fig. 2 mostra le sezioni trasversali delle dighe Spullersee, Pardee e Exchequer.

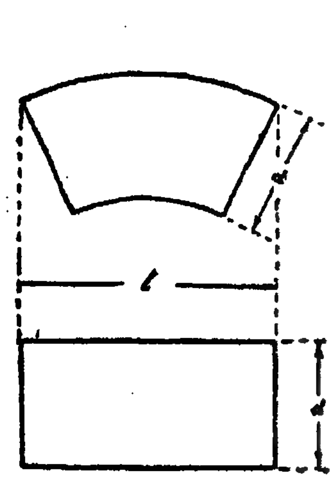


Fig. 1.

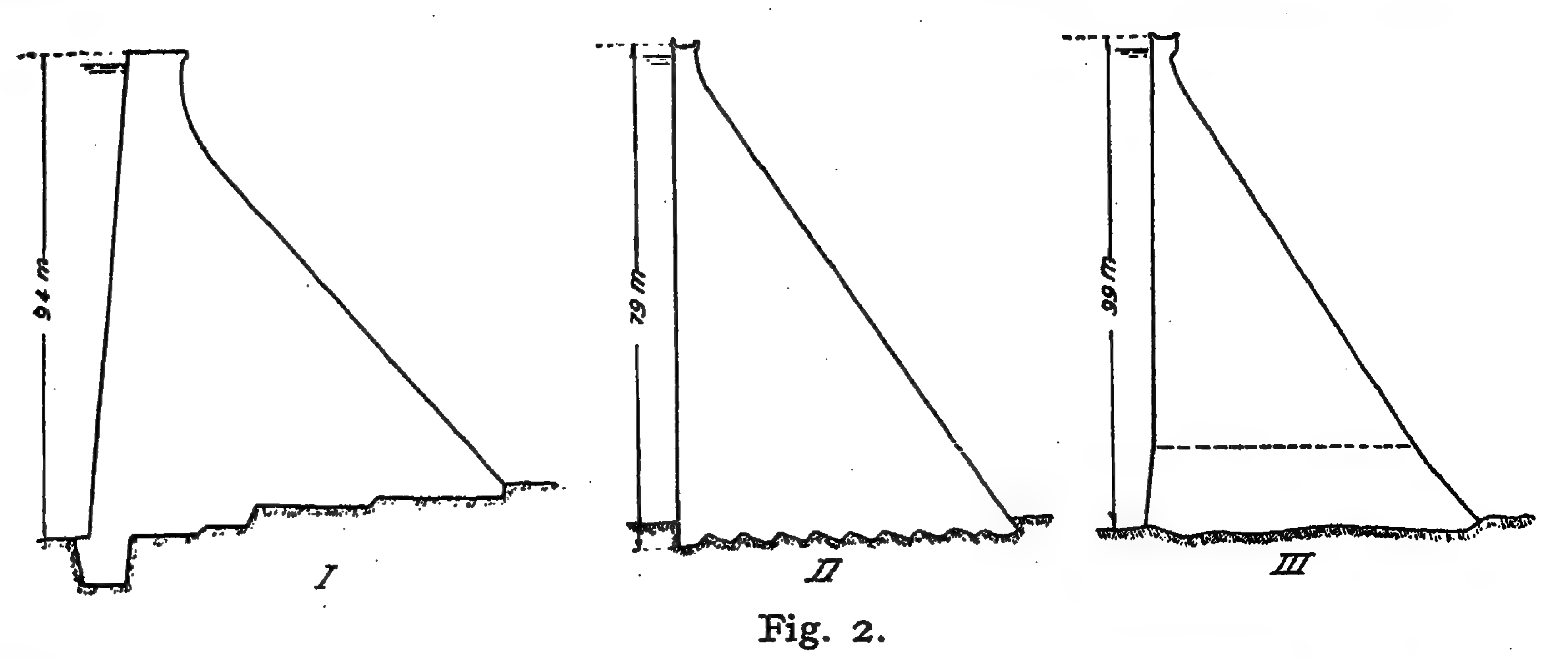


Fig. 2.

(1) V. *Engineering News Record*, 1929. Vol. 1°, pagina 457.

Nome della diga	Nazione	Altezza m.	$b:h$	Inizio della costruzione	Maggior volume di muratura in % del volume di una diga con $b:h$ = 0.70
Spullersee	Austria	34	0,97	1924	38
Suviana.......	Italia	88	0,89	1925	27
Cardanello	»	74	0,82	1928	17
Camarasa	Spagna	102	0,85	1918	21
Wäggital	Svizzera	99 (110)	0,81	1922	16
Chambon	Francia	127	0,75	1925	7
Schwarzenbach	Germania	62	0,74	1922	6
Bleiloch.......	»	65	0,71	in preparaz.	1
Pardee........	S. U. A.	109	0,70	1928	0
Exchequer	»	100	0,63	1923	−10

Non è certo il caso di diffonderci qui sulle ragioni teoriche e sulle ipotesi di calcolo che portano a tipi di profili tanto diversi da un caso all'altro.

È tuttavia interessante l'esame dei valori riportati nell'ultima colonna del prospetto precedente i quali sono riferiti al caso di una diga avente un rapporto $\frac{b}{h}$ quale risulta dalla formula (comunemente adottata in Germania):

$$\frac{b}{h} = \sqrt{\frac{\gamma}{\gamma^2 - 1}}$$

quando si assuma per il peso specifico del calcestruzzo il valore $\gamma = 2,4$.

Come risulta dal confronto tra la diga di Pardee costruita negli ultimi anni e quella di Bleiloch in Germania, si vede che i concetti informatori sono gli stessi.

Per quello che riguarda invece la diga di Exchequer si può notare che un risparmio del 10 % sulla muratura non giustifica la svalutazione che si è data in questo caso all'importanza delle sottopressioni, anche se si è avuto cura di eseguire un accurato sistema di drenaggio.

Le dighe devono infatti essere in grado di resistere per dei secoli, garantendo la perfetta incolumità degli abitanti delle valli sottostanti. Orbene nessuno può garantire che durante un così lungo periodo di tempo un sistema di drenaggi possa restare efficiente. In Germania esiste pure la consuetudine di costruire un sistema di drenaggi nell'interno delle dighe; solitamente però non si tiene conto della presenza di quest'ultimo nel calcolo delle medesime. Si dovrebbe considerare tale accorgimento come una norma preziosa di controllo e di sicurezza.

Le dighe del tipo a gravità hanno il grande vantaggio della semplicità di costruzione che è però accompagnato dallo svantaggio di richiedere un volume di muratura eccessivo, specialmente in confronto alle dighe con contrafforti. Anche il calcolo teorico è molto semplice, almeno se si prescinde dall'incertezza relativa alla determinazione del più adeguato spessore che si deve assegnare allo sbarramento.

Tale indeterminatezza, che può portare, da un caso all'altro, a differenze di volume anche del 50 %, è una chiara prova che la regola apparentemente così semplice del trapezio si fonda su ipotesi essenzialmente incerte e troppo semplicistiche.

Kalman (1), alcuni anni or sono, ha dimostrato che il principio enunciato da Levy (regola del trapezio) fornisce delle sollecitazioni troppo piccole, proprio là dove necessiterebbe conoscere esattamente il loro valore, e precisamente in contatto della roccia. Se si aggiunge la grande incertezza che regna pure nel campo della valutazione delle sottopressioni, si possono senz'altro comprendere le differenze fra i volumi ottenuti nei vari casi. In altra parte del presente studio ritorneremo su questo concetto onde cercare di risolvere alcuni quesiti controversi in proposito.

(1) *L'Energia Elettrica*, 1927. Milano.

2) *Dighe ad arco.*

Il passaggio dal tipo di diga a gravità a quello elastico ad arco, è avvenuto, come già si è accennato, seguendo i più svariati concetti informatori.

Interessanti a questo riguardo sono i seguenti dati comparativi desunti da diversi progetti elaborati per la diga Owyhee (1) la quale venne infine costruita secondo il tipo indicato alla colonna terza.

	I	II	III	IV	V
Dimensioni	Diga ad arco sottile	Diga ad arco di medio spessore	Diga ad arco di grande spessore	Diga rettilinea a gravità	Diga curvilinea a gravità
Raggio esterno di curvatura al coronamento in m. .	106	114	152	∞	304
Max spessore alla base in m.	39,5	48,5	73,5	90,0	90,0
$b:h$ (h = 123 m.) .	0,32	0,39	0,60	0,73	0,73
Vol. di calcestruzzo in mc.	277.000	361.000	381.000	419.000	434.000
Risparmio di muratura rispetto al tipo V° (in %) .	36	17	12	3,5	0

È degno di nota il fatto che, pur con uno spessore così forte, quale è stato in definitiva adottato, la massima parte della spinta dell'acqua viene direttamente trasmessa, per effetto dell'arco, alle pareti laterali. Naturalmente, nella parte inferiore della diga, ove lo spessore dell'arco è dello stesso ordine di grandezza della corda, non potrà più essere seguita la teoria approssimata di Navier; se non si vuole incorrere in errori del 100 % bisognerà invece attenersi alla teoria delle piastre tenendo conto della deformabilità della roccia.

Affinchè le predette ipotesi abbiano almeno in parte a coincidere con la realtà delle cose, è necessario provvedere a una successiva iniezione dei giunti, a meno che non siano state previste addirittura delle soluzioni di continuità di 1 ÷ 2 metri di larghezza da chiudersi in seguito. Si dovrebbe possibilmente attendere parecchio tempo per la chiusura dei giunti poichè l'assestamento (per ritiro) avviene assai più lentamente di quanto prima si credesse e poichè esso ha luogo sopra tutto dopo la stagione invernale, quando tutta la muratura ha avuto agio di assumere una temperatura minima.

Mentre nel caso delle dighe a gravità è preferibile che i giunti non siano a incastri, nel caso delle dighe ad archi è consigliabile il contrario. Non si dovrebbe ad ogni modo economizzare poi sulla impermeabilizzazione dei giunti per non incorrere in spiacevoli perdite di acqua.

Riportiamo nelle figure 3 e 4 le dighe italiane del Corfino e della Turrite (2) come esempi di strutture ad arco elastico con raggio esterno costante. Onde diminuire al massimo la sezione dell'arco, si è cercato, in primo luogo, di avere possibilmente un ampio angolo di apertura al coronamento. Naturalmente in questo caso bisogna ricorrere all'impiego di ottimo materiale da costruzione e bisogna avere la certezza di poter fare assegnamento su una roccia di fondazione particolarmente favorevole.

Dal confronto delle fig. 3 e 4 si può rilevare come lo spessore di una delle due dighe (di circa uguale altezza) sia pressochè doppio dell'altro. Questo fatto è dovuto al differente valore

(1) *Engeneering News Record.* Vol. 1°, 1928.
(2) *L'Energia Elettrica*, 1925. Milano.

dell'angolo di apertura al centro. Quella del Corfino, a sezione minore, risulta più vantaggiosa non solo dal punto di vista costruttivo ma anche da quello della sicurezza statica poichè in essa gli sforzi di flessione sono notevolmente minori di

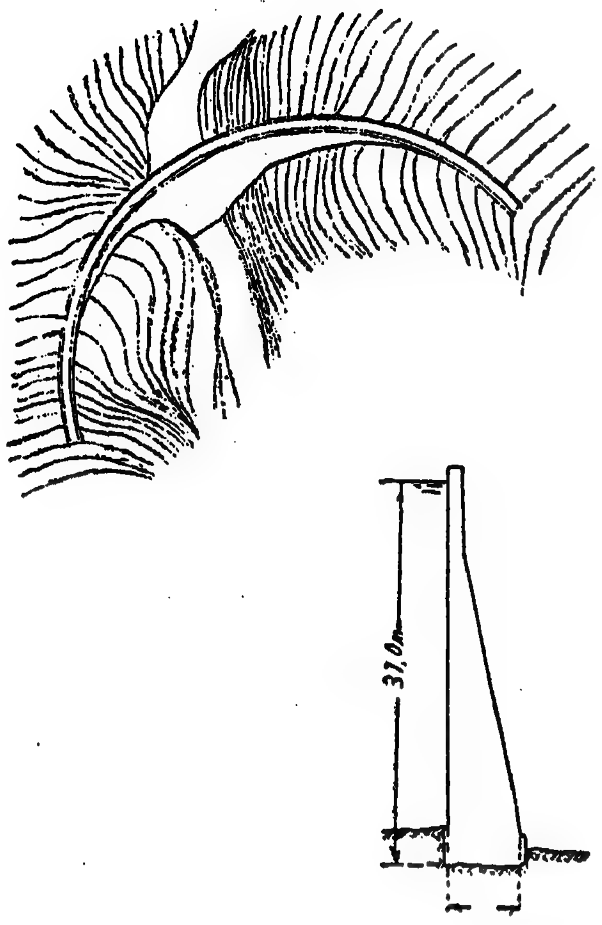


Fig. 3.

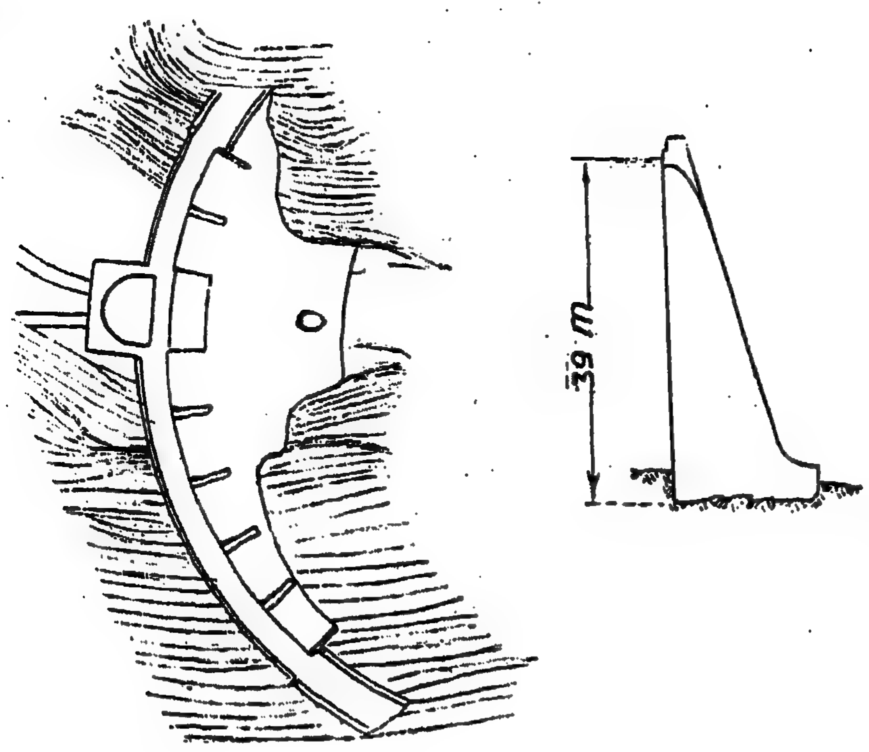


Fig. 4.

quelli normali alla sezione della volta. Si noti incidentalmente che questa diga ha sopportato senza alcun inconveniente il terremoto di Villacollemandina che ha distrutto vari caseggiati nelle vicinanze.

I risultati di varie indagini compiute su alcune dighe sperimentali hanno mostrato quali sono le particolarità a cui si deve far maggior caso nello studio e nella costruzione delle dighe ad arco. Nella diga Stevenson-Creek (1) in California si mostrò opportuno diminuire l'effetto delle contrazioni lasciando aperti per lungo tempo i giunti. Inoltre si trovò conveniente aumentare gradatamente lo spessore della diga verso le imposte in considerazione dell'influenza dell'incastro perimetrale e in particolare dell'azione delle mensole nella parte inferiore della diga stessa.

È pure molto opportuno che la parte superiore della diga risulti assai più elastica di quella inferiore affinchè le sollecitazioni nella parte superiore stessa, a serbatoio parzialmente vuoto, risultino sensibilmente ridotte. Tanto nella diga Stevenson-Creek quanto in una diga sperimentale italiana (2) si è potuto osservare che l'aver mantenuto costante lo spessore della muratura per un gran tratto del manufatto ha causato la formazione di varie incrinature con manifestazione di sollecitazioni secondarie. La prima diga ha altresì dimostrato che il comportamento delle dighe a volta elastica è assimilabile a quello delle lastre curve, parzialmente incastrate al contorno.

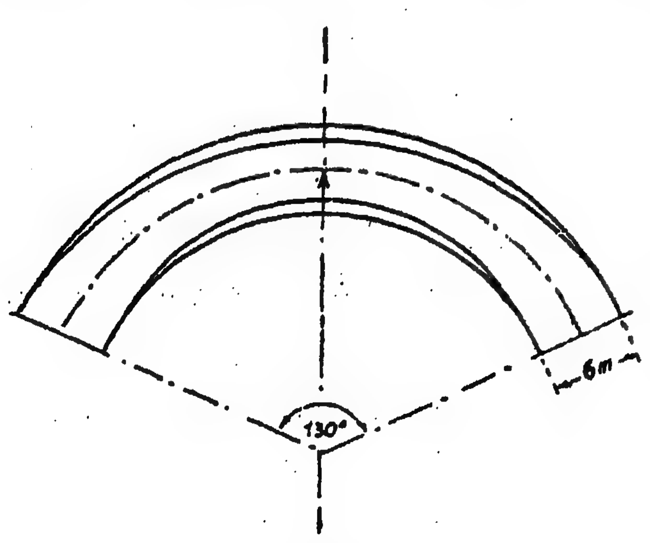


Fig. 5.

Naturalmente, però, la teoria delle lastre curve è applicabile alle dighe a volta elastica sintanto che la struttura di queste non presenti soluzioni di continuità come spaccature od altro.

Può interessare di illustrare, con un esempio numerico, i vantaggi che si possono conseguire aumentando gradatamente lo spessore di una diga ad arco, dalla chiave verso le imposte. La fig. 5 rappresenta una sezione orizzontale di una diga ad arco avente, in corrispondenza di una pressione idrostatica di 61 t/m², le seguenti caratteristiche:

raggio medio di curvatura	:	19,1 m.
angolo di apertura al centro	:	130°
spessore in chiave	:	4,2 m.
spessore alle imposte	:	6 m.

In tali condizioni si hanno le seguenti sollecitazioni:

all'imposta a valle	40 kg/cmq.	compressione
» » monte	2 »	»
in chiave a valle	8 »	»
» » » monte	40 »	»

In tale modo, sia in chiave che alle imposte, si ha una sollecitazione massima a compressione di 40 kg/cmq. e sollecitazione nulla a tensione.

Nell'ipotesi di sezione (orizzontale) a spessore costante di m. 6 si trovano invece le seguenti sollecitazioni:

all'imposta a valle	46 kg/cmq.	compressione
» » monte	4 »	tensione
in chiave » valle	4 »	compressione
» » » monte	31 »	»

Si trova cioè una sollecitazione massima all'imposta maggiore del 15% di quella relativa al caso precedente, mentre non è possibile utilizzare, in chiave, la resistenza ammissibile per il materiale impiegato. Inoltre intervengono delle nocive sollecitazioni di tensione in corrispondenza delle imposte nella parte a monte.

Quindi una sezione a spessore costante non solo implica una maggior muratura del 25 % circa, ma importa altresì una cattiva utilizzazione del materiale dal punto di vista statico.

Una via di mezzo tra le dighe ad arco rigido (di grande spessore) e quelle ad arco elastico è rappresentata dal tipo di diga ad arco con angolo di apertura costante; dighe di questo tipo sono state costruite sopratutto nella regione occidentale degli Stati Uniti, dove le condizioni geologiche si prestano in modo speciale per la costruzione di sbarramenti a volta. In tali manufatti gli archi elementari hanno raggi variabili dal coronamento alle fondazioni in modo da poter presentare un angolo di apertura al centro pressochè costante e sufficientemente ampio perchè la costruzione possa trovarsi sempre nelle condizioni più vantaggiose dal punto di vista statico.

In America, questo tipo di diga ha dato, negli ultimi anni, ottimi risultati.

Nella fig. 6 riportiamo i profili di alcune dighe americane molto importanti del tipo ora accennato e precisamente: della diga di Big Santa Anita alta m. 76, ultimata nel 1925 (1), della diga di Pacoima (120 m.) (1) ultimata nel 1927, e di quella del Diablo (129 m.) tuttora in costruzione.

È notorio che in questo tipo di dighe è assai difficile stabilire la distribuzione degli sforzi nella parte inferiore del manufatto ove alla funzione statica dell'arco, si sovrappone quella delle mensole. Tempo fa si credeva di poter trarre anche in questo caso qualche ausilio dalla teoria delle lastre curve, ma in seguito si potè assodare che l'eccessivo spessore dell'arco faceva sì che l'ipotesi non rispondesse alla realtà delle cose.

I profili delle tre dighe americane sopra menzionate (fig. 6) mettono in evidenza come, in progresso di tempo, si sia data un'importanza sempre maggiore alla funzione statica delle mensole, nella parte inferiore delle dighe a volta — con angolo d'apertura costante — aumentando vieppiù lo spessore del *piede* a valle delle dighe stesse. Così, mentre nella diga Big S. Anita la larghezza del piede corrisponde al 18 % della larghezza totale della base, in quella di Pocoima rappresenta il 34 % e in quella del Diablo il 48 %. È pure interessante osservare come in

(1) *Proceedings of Am. C. E.*, 1928.
(2) « Cemento armato », 1926. — *L'Energia Elettrica*, 1927. Milano.

(1) WEGMANN: « Design and Construction of Dams », 1927. — *Engeneering News Record*. Vol. 2, 1929.

America lo sviluppo della tecnica delle dighe a volta abbia portato all'adozione di un profilo molto simile a quello che era già stato adottato nel 1918 in Isvizzera per la diga della Jogne (alta 53 m.) studiata da Gruner (1) (v. fig. 7).

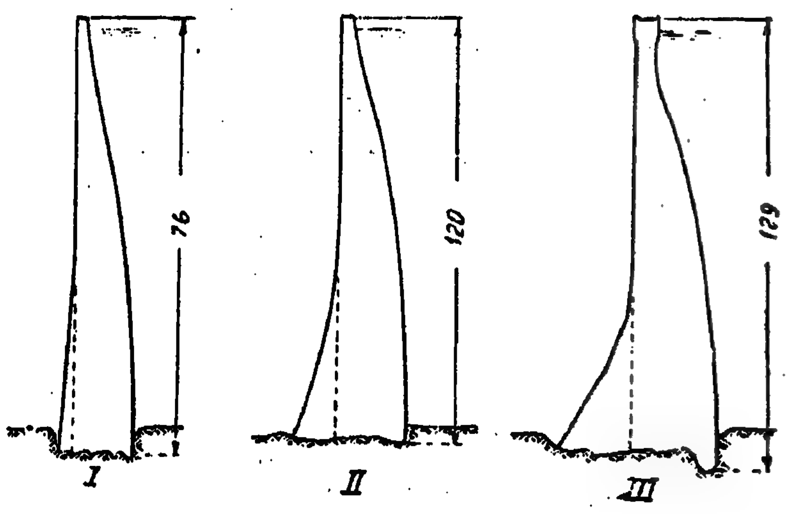


Fig. 6.

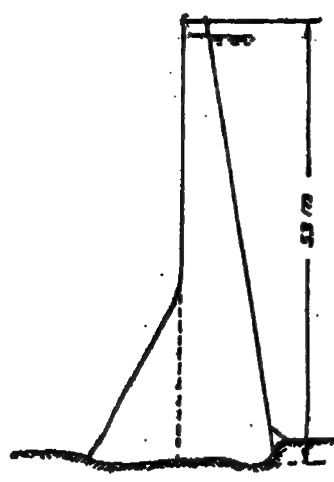


Fig. 7.

Dall'esame dei profili rappresentati nelle figg. 6 e 7 emerge come convenga girare la difficoltà della indeterminatezza degli sforzi interni, nella parte inferiore delle dighe a volta, facendo una netta separazione tra la funzione ad arco (della parte superiore della diga) e la funzione di tampone della parte più massiccia inferiore. Questa opportunità è confermata anche dal comportamento della diga sperimentale di Stevenson Creeck ed in particolare dalle fessurazioni ivi osservate.

Una proposta concreta in questo senso è rappresentata dal tipo di diga illustrato nella fig. 8, *a-c*, progettata dagli Autori.

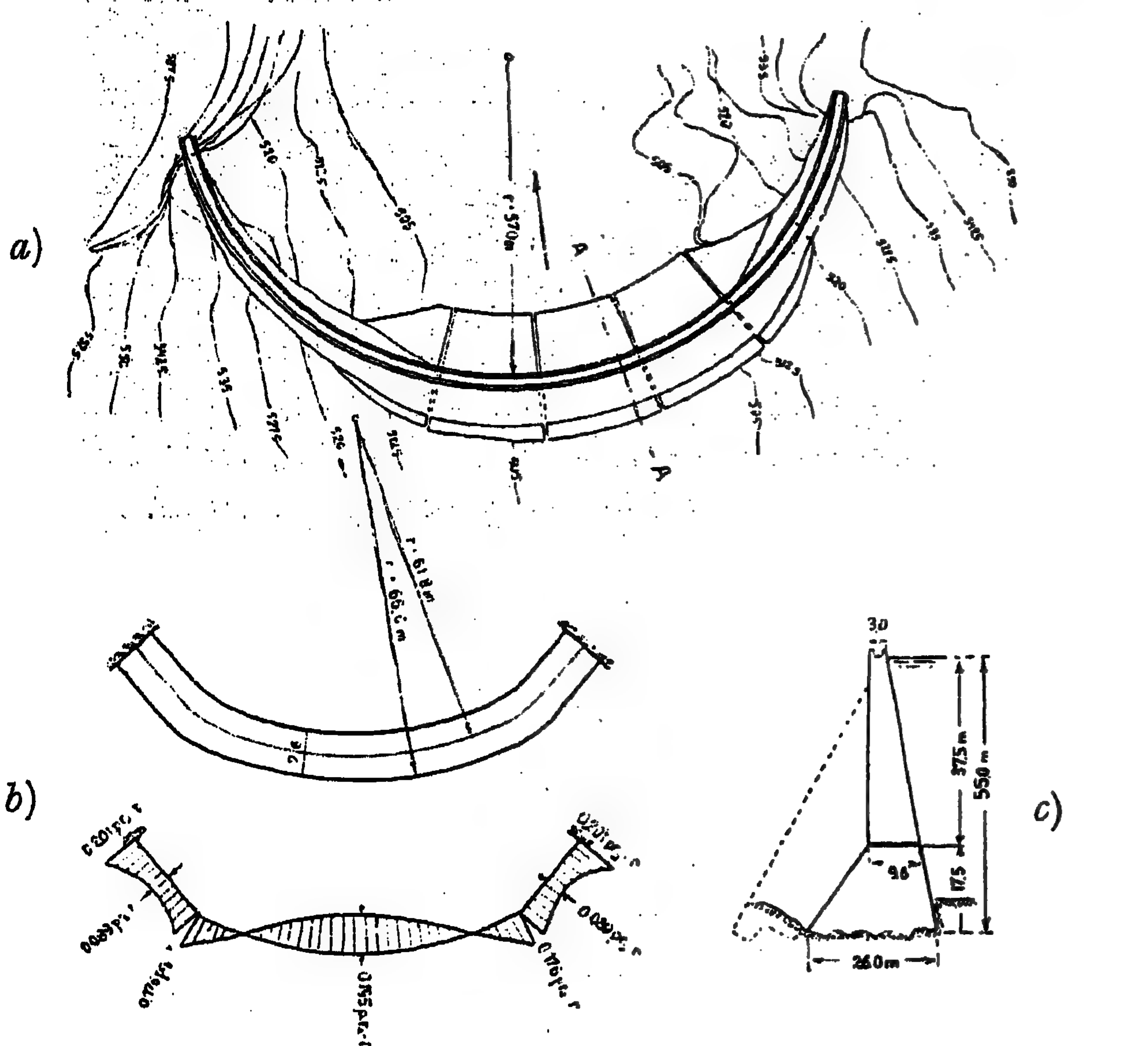


Fig. 8.

Si tratta di uno sbarramento dell'altezza di 55 m. costituito nella parte superiore da una diga ad arco di tipo sottile, la quale appoggia sopra un tampone massiccio calcolato come un elemento di muro a gravità.

La parte superiore è sufficientemente elastica perchè si possa applicare ad essa la teoria delle lastre curve.

Le sollecitazioni staticamente indeterminate (di flessione e di scorrimento) che si verificano in corrispondenza del piano di passaggio dalla parte superiore a quella inferiore possono venire determinate in modo relativamente semplice mediante le funzioni di Bessel.

Per riguardo alla semplicità di costruzione si è rinunciato

(1) *Bulletin Technique de La Suisse Romande*, 1922.

all'adozione di un raggio interno di curvatura variabile; allo scopo però di adattare il meglio possibile la forma dell'arco all'andamento reale della curva delle pressioni si è creduto opportuno di raccordare l'arco con due spalle d'imposta ad asse rettilineo nel modo indicato nella fig. 8 *b*, ottenendo in tal modo dei momenti di flessione pressochè uguali all'imposta ed in chiave. Così non è stato neppure necessario aumentare lo spessore dell'arco verso le imposte, con notevole vantaggio rispetto alla semplicità di costruzione.

Una interessante soluzione del problema delle dighe ad arco molto sottili è rappresentata schematicamente nella fig. 9 relativa al progetto di Mesnager per uno sbarramento da costruirsi presso Grenoble. La indeterminatezza della distribuzione degli sforzi nella parte inferiore di una diga a volta è dovuta sopra tutto al notevole spessore ivi necessario per poter sopportare il forte carico idrostatico. Mesnager gira la questione progettando varie dighe successive tali che ciascuna di esse risulti più bassa della precedente. I serbatoi costituiti così tra una diga e l'altra devono essere permanentemente colmi fino al coronamento dello sbarramento minore. In tale modo la pressione idrostatica nella parte inferiore di ciascuna volta, è costante e ridotta in modo da corrispondere al carico idrostatico compreso tra il pelo d'acqua del rispettivo invaso e quello del serbatoio immediatamente inferiore.

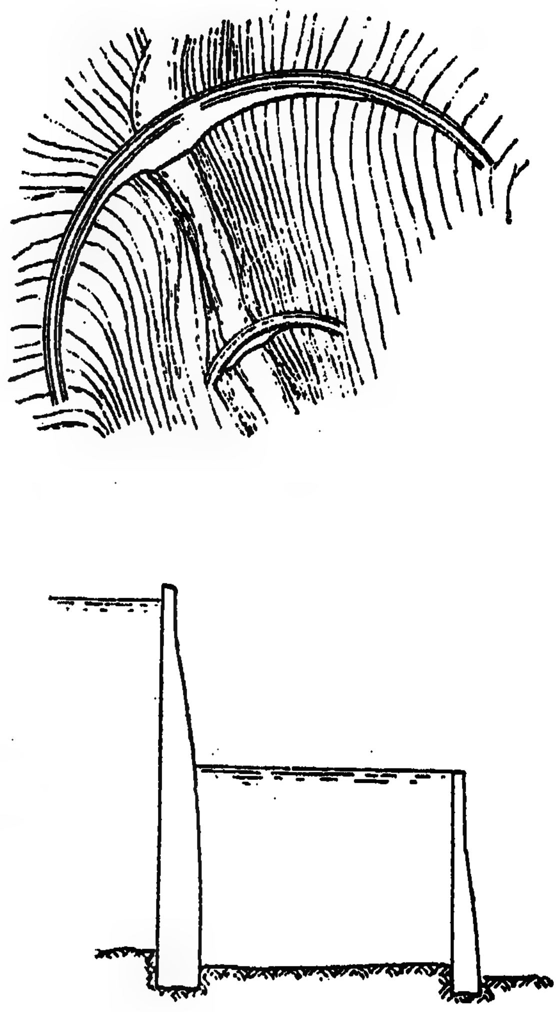


Fig. 9.

Naturalmente, in questo caso è possibile ridurre lo spessore del manufatto ad un minimo in modo che l'effetto dei momenti diventi pressochè trascurabile e che la sollecitazione principale risulti dovuta alla compressione. D'altra parte questo tipo ha l'inconveniente di richiedere la costruzione di una successione di archi. E necessita pure la formazione di una fondazione estesa in lunghezza e assai ridotta nel senso della larghezza, il che porta a notevoli spese. Inoltre, nel caso di alti sbarramenti, bisogna fare speciale attenzione ad eventuali inflessioni secondarie che si potrebbero verificare nelle murature così sottili.

3) *Dighe di tipo speciale* (a celle o a vuoti interni).

Dalle dighe di tipo massiccio si passa a quelle di tipo leggero a contrafforti, con pareti di ritenuta a lastre piane o a volte multiple, attraverso una serie di vari tipi speciali di dighe (per lo più a celle o a vuoti interni) che, pur avendo in comune molte caratteristiche con l'uno o con l'altro dei tipi sopra accennati non appartengono, a rigore, a nessuno dei due.

La fig. 10 *a* rappresenta uno di questi tipi, a celle riempite di

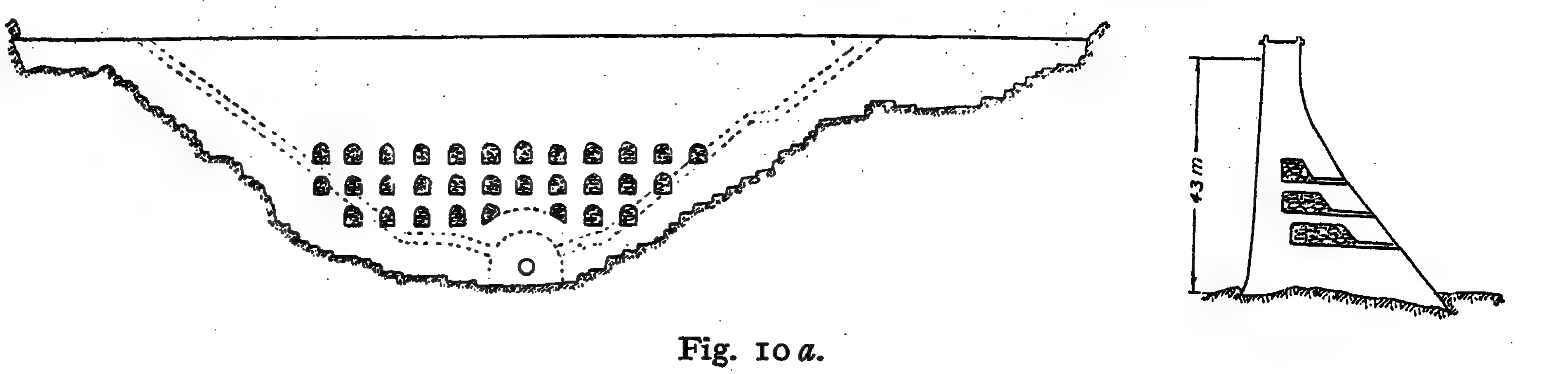


Fig. 10 *a*.

pietrame a secco, costruito in Italia per lo sbarramento di Zerbino (1). Il tipo di dighe a celle interne fu particolarmente studiato da Gutzwiler (2) e (3) il quale consigliava il tipo di diga

(1) *L'Energia Elettrica*, 1926.
(2) *Scheweizerische Bauzeitung*, 1920.
(3) *Handbuch fur Eisenbeton.* Vol. IV, 3ª edizione.

rappresentato nella fig. 10 *b*. Si può ascrivere pure a questa categoria il tipo « Figaro » (1) (fig. 10 *c*) che fu studiato a suo tempo per lo sbarramento del Gelmersee; notevole pure è il

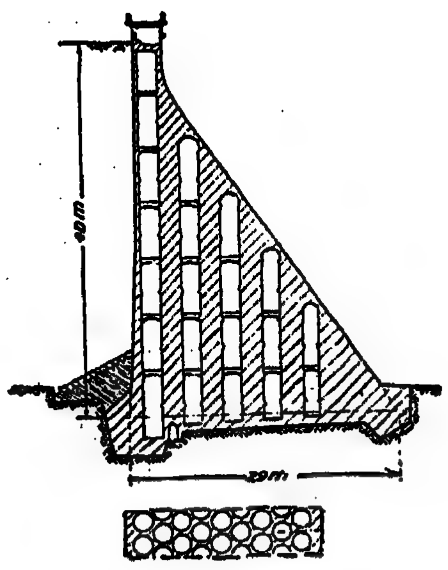


Fig. 10*b*.

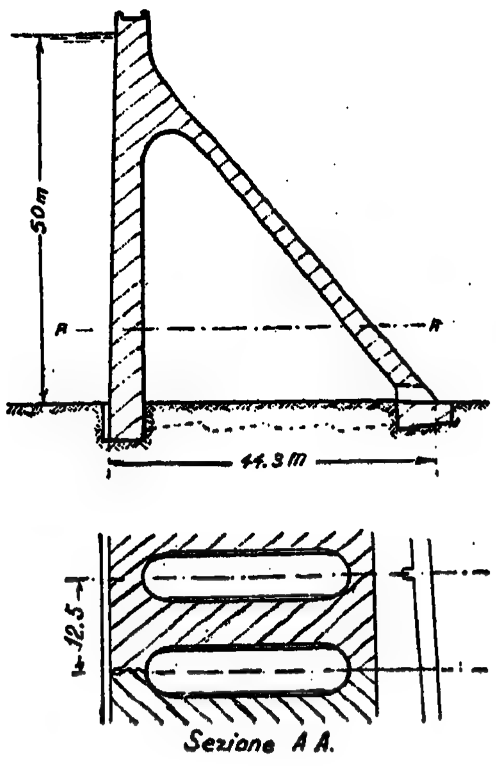


Fig. 10*c*.

tipo proposto dallo Ziegler (fig. 11) per la diga di Harzgeroder (2). Quest'ultimo però si potrebbe anche ascrivere al gruppo delle dighe con contrafforti.

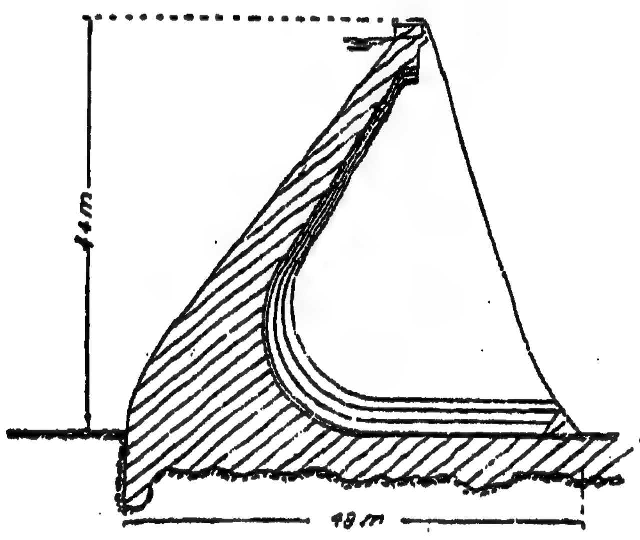


Fig. 11.

Tutti questi tipi speciali di dighe furono studiati e proposti allo scopo di poter risparmiare sul calcestruzzo sfruttando al massimo la resistenza del materiale impiegato; se la loro adozione sia o meno consigliabile anche nel caso di alte dighe è tuttora problematico.

4) *Dighe a contrafforti.*

Ci occuperemo esclusivamente di alcuni tipi caratteristici di dighe a contrafforti che furono adottati specialmente in Italia ed in America.

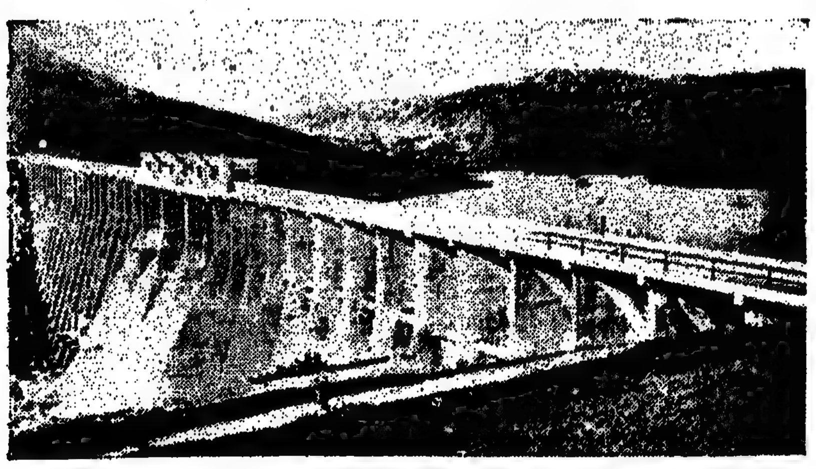


Fig. 12*a*.

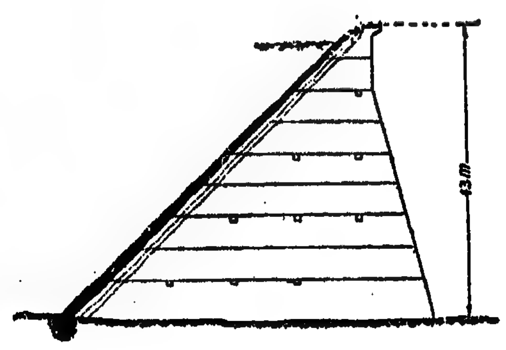


Fig. 12*b*.

Applicazioni relativamente numerose hanno trovato, come dighe tracimabili, quelle del tipo Ambursen (v. fig. 12 *a* e *b*) aventi una sezione e un aspetto a valle molto simile a quello della diga Stony-Gorge (3) costruita di recente in California (lunghezza di coronamento 260 m., altezza 43 m.). In queste dighe la stabilità è ottenuta con l'ausilio del peso dell'acqua gravante sulle solette di cemento armato inclinate di 45° sull'orizzonte e poggianti su contrafforti aventi un interasse di 5,5 metri.

I principali vantaggi di questo tipo di costruzioni consistono in una favorevole distribuzione delle pressioni sul suolo di fondazione e nella possibilità di determinarne in modo abbastanza rigoroso, per via di calcolo, il comportamento statico.

La loro diffusione è tuttavia limitata per il fatto che un interasse di 5,5 metri fra i contrafforti non è in generale economicamente conveniente. Nel caso di vallate con fianchi laterali molto inclinati, il predetto interasse risulta troppo piccolo per garantire una fondazione sicura dei pilastri stessi, mentre nel caso normale di vallate più ampie, ma richiedenti sbarramenti di oltre 40 m. di altezza, il risparmio di calcestruzzo conseguibile con questi tipi di dighe è talvolta soverchiato dal maggior costo unitario delle murature stesse. Pertanto la diga di Tijnana nel Messico, alta 77 m., rappresenta sotto questo aspetto un caso particolare per nulla affatto generalizzabile.

Le condizioni sono assai diverse nel caso di dighe ad archi multipli dove le solette in cemento armato sono sostituite con archi, in modo da permettere un interasse dei pilastri anche di oltre 15 m. Le fig. 13 *a* e *b* rappresentano una sezione e una

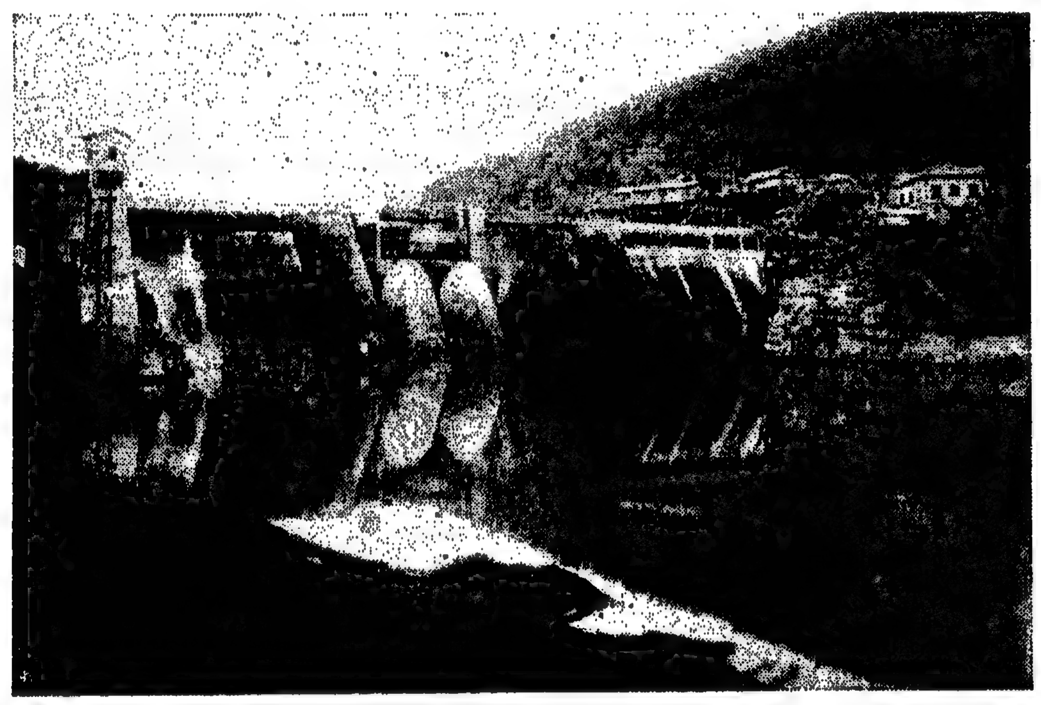


Fig. 13*a*.

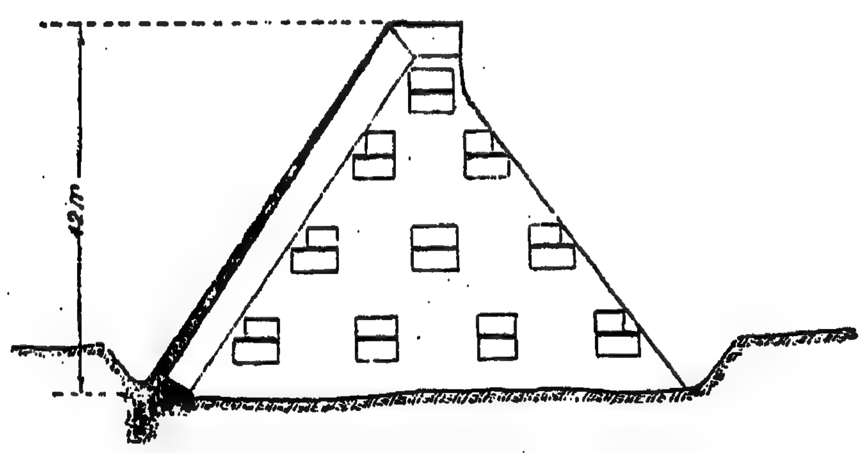


Fig. 13*b*.

vista della diga del torrente Dolo terminata lo scorso anno in Italia (1). Le dighe ad archi multipli sembravano in un primo tempo destinate a sostituire quelle a gravità; possiamo pertanto chiederci come mai, nonostante la maggiore economia che esse consentono di realizzare rispetto a queste ultime, non abbiano avuto la sperata diffusione.

A titolo di esempio si può confrontare la diga ad archi multipli del Vöhrenbach nel Baden, (2) (fig. 14), alta m. 29, con una diga a gravità della stessa altezza di ritenuta; contro uno spessore delle volte di 40 cm. al coronamento e di 60 cm. alla base si avrebbe, nel tipo a gravità, uno spessore di 1 metro e mezzo al coronamento e di 21 metri alla risega di fondazione.

Sebbene le dighe a contrafforti abbiano dimostrato da anni un ottimo comportamento anche per riguardo alla impermea-

(1) *Handbuch fur Eisenbeton*. Vol. IV, 3ª edizione.
(2) ZIEGLER: « Talsperrenbau ». Vol. II, 3ª edizione.
(3) *Engeneering News Record*. Vol. II, 1919.

(1) *L'Energia Elettrica*, 1928 e disegni gentilmente concessi dal Prof. Ganassini di Milano e dalla Società Costruzioni e Fondazioni.
(2) « Der Bau ingenieur », 1923.

bilità, esiste tuttavia un notevole preconcetto contro di esse da parte di molti tecnici i quali diffidano sopratutto degli spessori sottili che caratterizzano queste strutture.

Tali preoccupazioni sono certamente giustificate laddove si

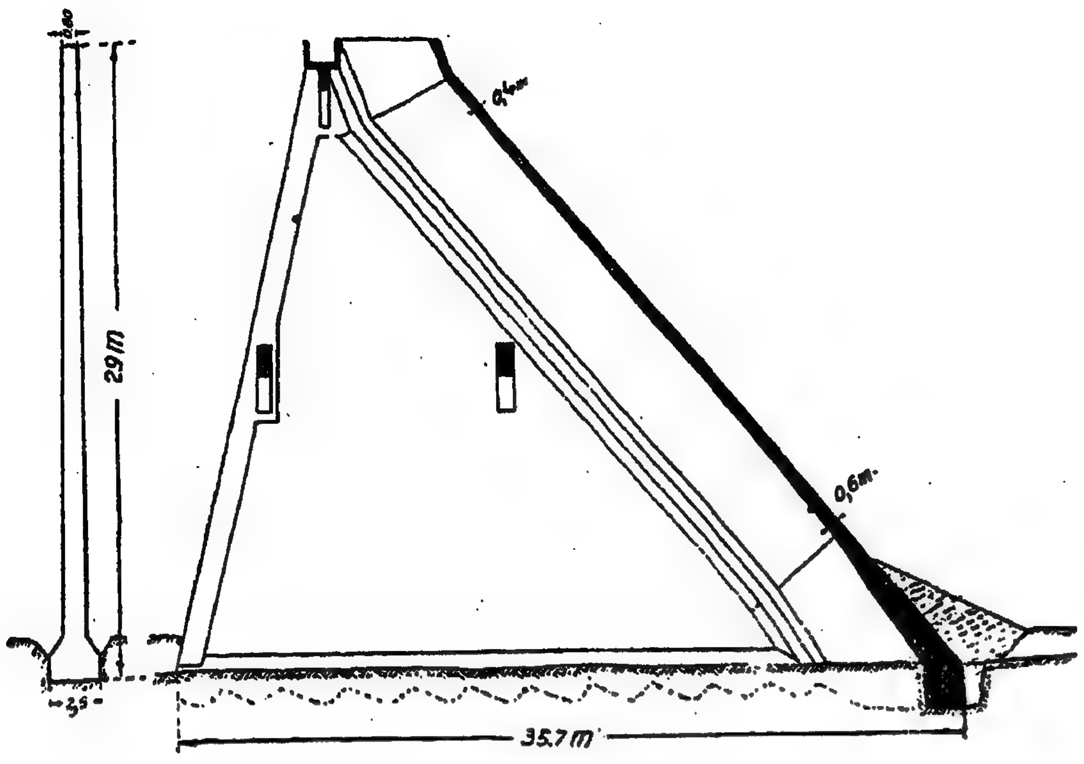


Fig. 14.

richiede una forte armatura; nel caso di archi dello spessore di 50 cm. si è obbligati a tenere il ferro a meno di 5 cm. dal paramento a monte, col pericolo che le inevitabili infiltrazioni di acqua facciano arrugginire il ferro stesso causando lo sgretolamento del cemento. Oltre a ciò gli archi in cemento armato devono essere inclinati sull'orizzonte e questa circostanza è bensì favorevole dal punto di vista della stabilità, ma non lo è da quello costruttivo. Non solo la necessità di spostare successivamente le armature d'ambo i lati in direzione obliqua, comporta una maggiore spesa di costruzione, ma ciò viene a creare anche dei giunti di ripresa orizzontali che possono costituire altrettanti punti deboli nella struttura. Quest'ultimo inconveniente aumenta di gravità con l'aumentare dell'inclinazione del paramento. Ed è per questo che in Italia si è data in molti casi la preferenza ad una inclinazione delle volte relativamente limitata, pur sapendo di incorrere in una costruzione economicamente meno vantaggiosa; citiamo a questo proposito la diga del Tirso, quella di Pavana e quella del Dolo (fig. 13 *a*).

Nella parte superiore e centrale degli archi inclinati è relativamente facile la determinazione della distribuzione degli sforzi; in vicinanza invece della roccia di fondazione le condizioni sono più complesse, risentendosi ivi maggiormente l'influenza dell'incastro. In tale posizione è consigliabile un raccordo a volta come indica la fig. 14; il raccordo indicato invece nella figura 15 della diga di Molato (1) può creare un invito alla fessurazione. In vicinanza del coronamento si sono costruiti in molti casi gli archi verticali o quasi (v. fig. 14); questa disposizione, però, non è assolutamente raccomandabile, poichè favorisce la formazione di fessure, come dimostra la fig. 16 (relativa ad un esempio di costruzione di questo tipo, dopo cinque anni di esercizio).

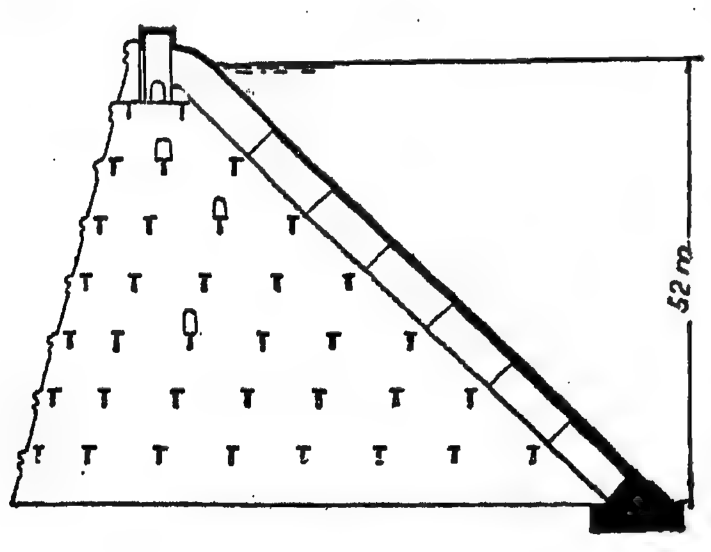


Fig. 15.

Degna di nota è la tendenza manifestatasi negli ultimi tempi in Italia, ad abbandonare la costruzione degli archi in prossimità delle sponde della valle, sostituendoli con spalle a gravità; in tale modo viene assai facilitato lo studio della distribuzione degli sforzi e vengono pure evitate molte cause di fessurazione.

Gli archi più bassi impostati sui fianchi delle vallate sono appunto quelli che possono dare origine ai massimi inconvenienti

(1) *L'Energia Elettrica*, 1928.

essendo anche soggetti a subire delle pericolose deflessioni; come esempio citiamo nuovamente la fig. 16 la quale mostra alcune fessure verificatesi nel paramento a valle degli archi di minore altezza di una diga a volte multiple.

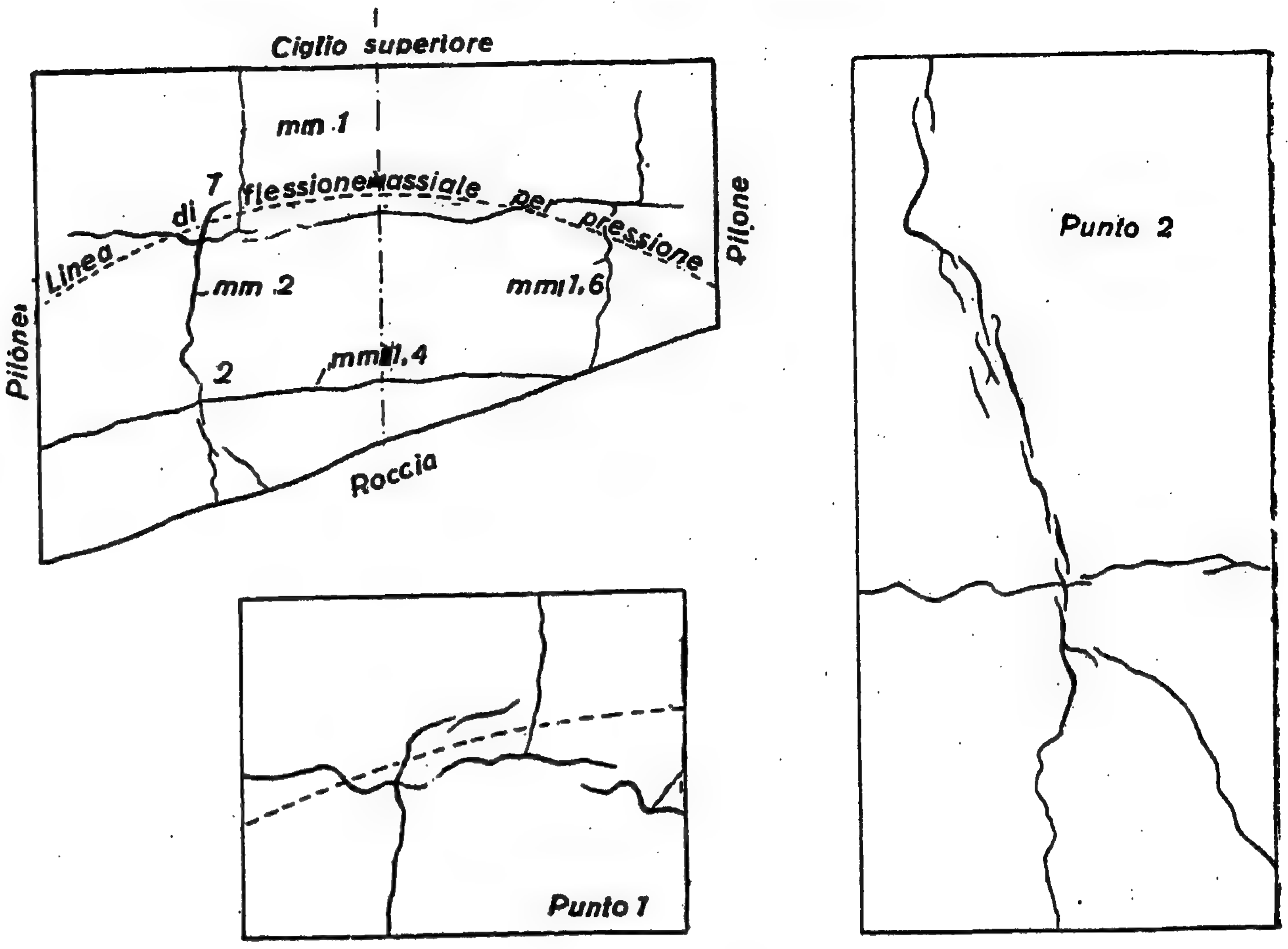


Fig. 16.

Tali fessurazioni, dovute essenzialmente ad una forte deflessione subita dai predetti archi minori, stanno a dimostrare come in simili circostanze sulla funzione statica dell'arco prevalga quella della lastra inflessa.

Lo sviluppo dello studio degli speroni nelle dighe ad archi multipli ha influito in modo decisivo sul problema della stabilità contro le deflessioni laterali. Fintantochè le valli da sbarrare non sono molto ampie, è possibile rinforzare lateralmente detti pilastri mediante apposite strutture di collegamento trasversale, o sbadacchiature, come ad esempio nel caso della diga di Molato (v. fig. 15) dove i contrafforti, dell'altezza di 51 m., possiedono non meno di 35 sbadacchiature trasversali; è però evidente che l'insieme di queste travature comporta non solo una maggiore spesa di costruzione, ma costituisce anche un ostacolo alla rapida esecuzione dell'opera.

Nel caso di gole molto ampie l'efficacia delle sbadacchiature orizzontali tra sperone e sperone appare dubbia, data l'entità delle deformazioni elastiche che tali strutture possono subire. Per tale ragione, il Noetzli, nel progettare la diga di Horseshck, rinunciò senz'altro all'adozione degli sbadacchi orizzontali e progettò invece dei larghi speroni a doppia parete, in

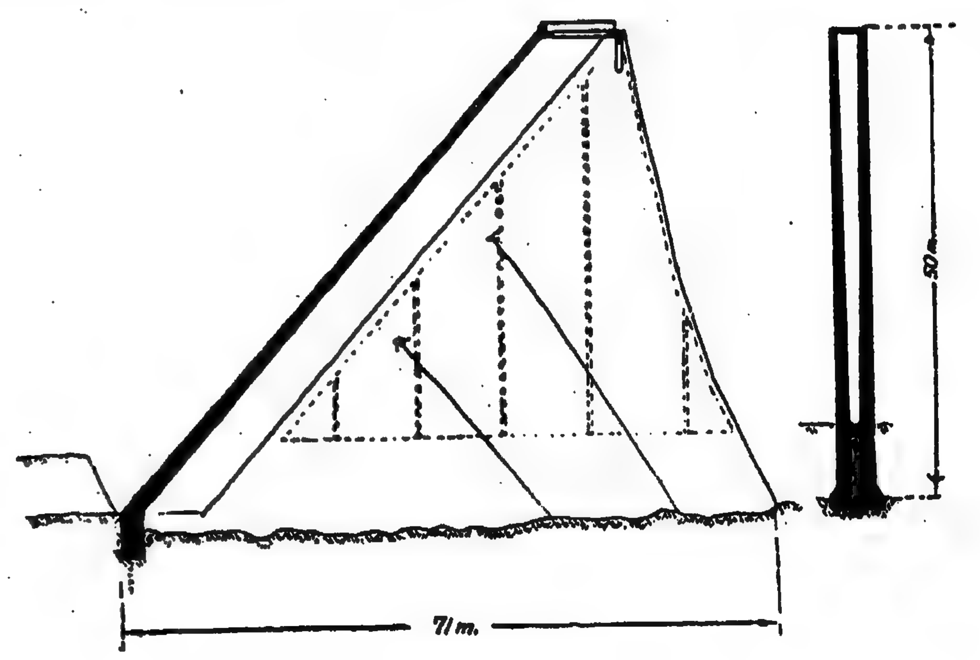


Fig. 17.

cemento armato, irrigiditi mediante nervature verticali collegantì fra loro le due pareti (v. fig. 17). Il fatto che tale dispositivo non abbia dato buoni risultati nel caso della diga di Lake Pleasant (1) alta 77 m. e terminata due anni or sono, sembra

(1) *Engineering News Record*, 1928; *Bauingenieur*, 1928.

dovuto piuttosto a cattiva esecuzione dei pilastri stessi, specie nella loro parte più elevata; ultimamente tale sistema è stato nuovamente impiegato nella diga di Big Dalton (1) alta 50 m. (v. fig. 17).

L'esperienza fatta alle dighe di Lake-Pleasant, Lake-Hodges, Stony-Gorge ed altre, ha richiamato in modo particolare l'attenzione dei tecnici sulla eventuale formazione di pericolose fessurazioni attraverso gli speroni delle dighe ad archi multipli. Le principali cause di queste vanno ricercate, come è noto, nelle variazioni di volume del calcestruzzo. Per tal ragione, là dove si dispone di buon materiale a prezzi convenienti e di mano d'opera esperta, si dà la preferenza alle strutture in muratura di pietrame, le quali sono soggette a variazioni di volume assai minori.

Molto preoccupanti sono sopratutto le spaccature nei pilastri di calcestruzzo a doppia parete, tanto più che le nervature trasversali, per semplicità di costruzione, sono ordinariamente verticali anzichè essere sviluppate parallelamente alla direzione delle sollecitazioni principali (ossia pressochè normalmente agli archi). Nel caso di pilastri massicci provvisti di sbadacchiature orizzontali, invece, tali fessurazioni hanno una importanza minore, in quanto esercitano una influenza limitata sulla stabilità del pilastro stesso, mentre la trasmissione degli sforzi alla roccia avviene pressochè indisturbata. Nella diga di Big Dalton si sono anzi previsti a priori, nella direzione delle massime sollecitazioni principali due giunti paralleli (vedi fig. 17); si tratta di vedere come essi si comporteranno.

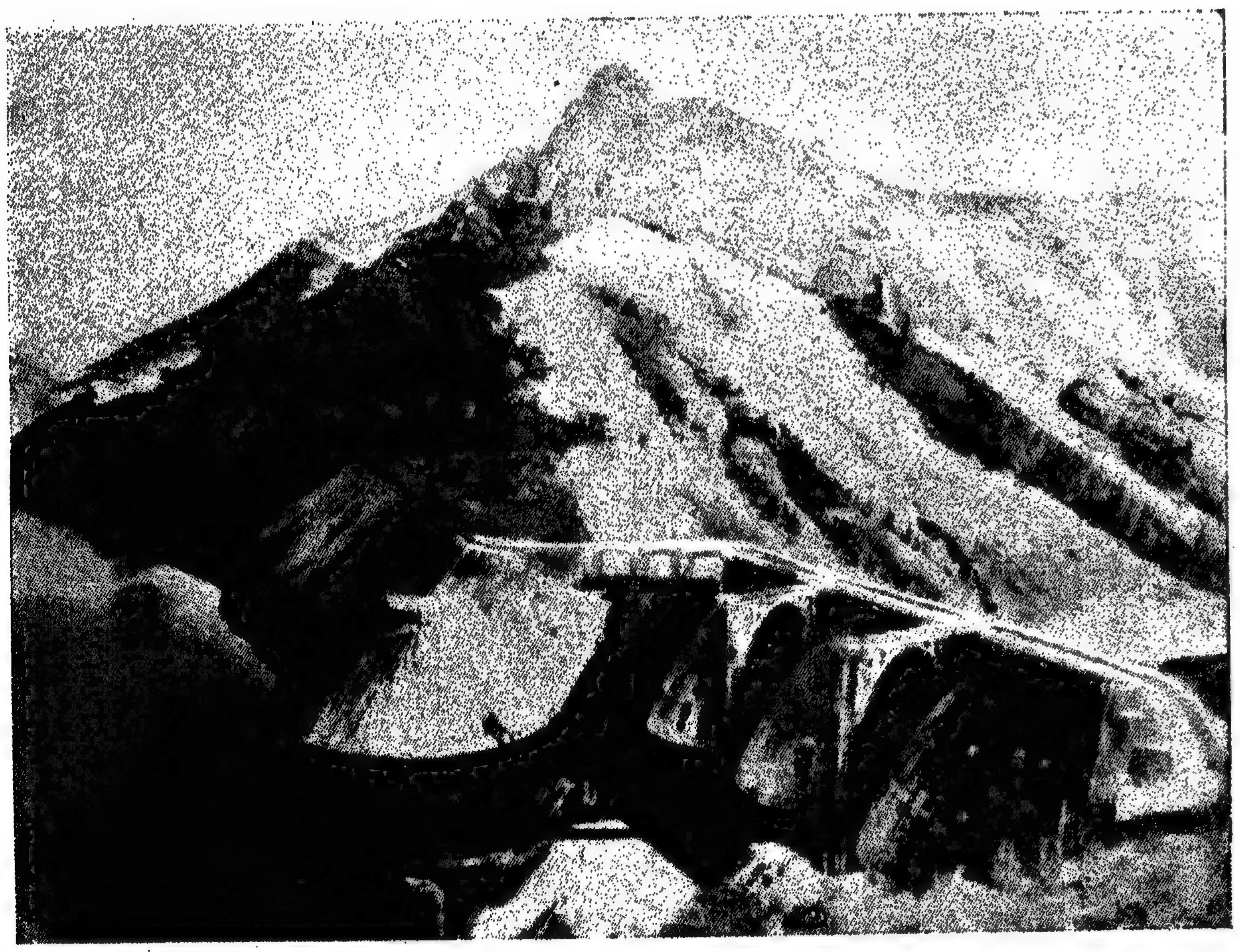


Fig. 18 *a*.

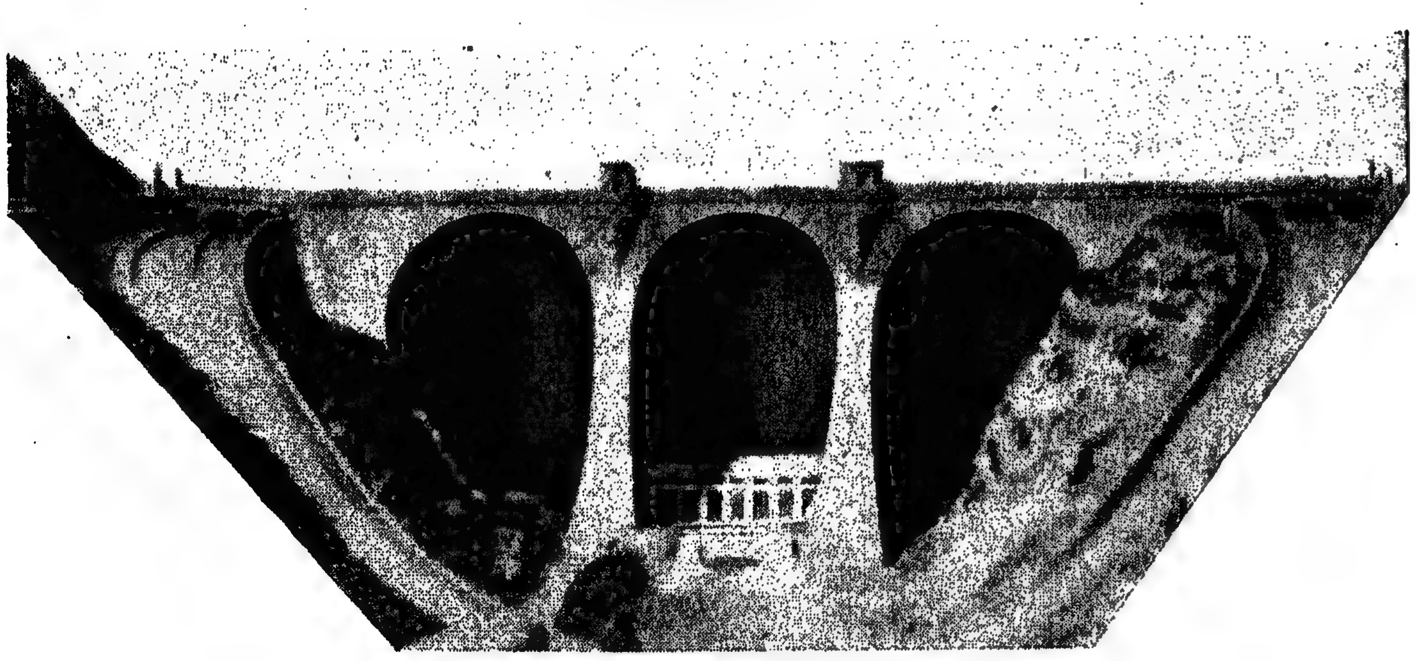


Fig. 18 *b*.

Sorge a questo punto la domanda se le dighe ad archi multipli corrispondano o meno alla forma più conveniente e razionale delle dighe a speroni.

(1) *Engineering News Record*, 1929; *Bauingenieur*, 1930.

Già un tipo assolutamente nuovo è rappresentato dalla diga Coolidge alta 75 metri (vedi fig. 18 *a* e *b*) (1) e costituita da 3 mastodontiche cupole che lateralmente si appoggiano ai fianchi della montagna e verso il centro contro due enormi pilastri distanti m. 55 l'uno dall'altro e indipendenti fra loro. Ivi è scomparsa la leggera struttura a lastre curve, della parete di ritenuta, per lasciare il posto ad una costruzione più rigida e pesante. Per quanto la costruzione di queste cupole enormi possa apparire costosa e difficile, il risparmio di tempo e di denaro realizzato con la diga in questione, rispetto al caso di una equivalente diga massiccia a gravità è tuttavia notevole.

Anche qui, come nella diga di Big Dalton si tenne conto delle variazioni di volume nei pilastri munendoli di due giunti obliqui paralleli alla direzione dei massimi sforzi principali.

Se si paragona la diga di Coolidge da una parte con una diga a gravità della stessa altezza e dall'altra con una di tipo analogo a quella di Big Dalton si riconosce che nel caso in esame ci troviamo di fronte ad un sistema intermedio fra i due citati.

L'utilizzazione del materiale è forse ancora migliore che nelle dighe ad archi multipli; ma a questo vantaggio si contrappone l'inconveniente di una costruzione assai più difficile.

Gli studi preventivi per la diga di Coolidge avevano mostrato che il tipo ad archi multipli avrebbe bensì importato un minor impiego di materiale, ma non una minore spesa. Ed è per ciò che i costruttori si sono, a giusta ragione, rivolti a questa nuova forma costruttiva. Si dovrebbe infatti cercare di ridurre il volume della muratura solo fin dove tale riduzione non possa nuocere alla stabilità e alla sicurezza della costruzione e sopratutto finchè ciò importi una reale economia di spesa. Contro gli spessori di 40-60 cm. della diga illustrata nella fig. 14, riscontriamo nella diga Coolidge degli spessori da m. 1,2 a m. 6,5 tali da lasciare pienamente tranquilli anche per costruzioni in alta montagna.

Un' altra soluzione che tende a migliorare il tipo di sbarramenti ad archi multipli è quella rappresentata dalla diga del Venina (fig. 19) già in esercizio da due anni nelle Alpi italiane (2).

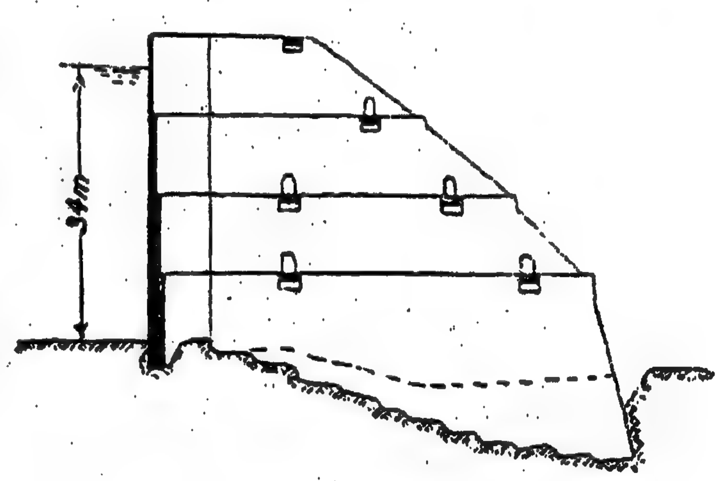


Fig. 19.

In questo manufatto gli archi, anzichè essere inclinati sono verticali; è vero che in tale modo va perduta la componente verticale della spinta idrostatica (favorevole alla stabilità), ma in compenso sono eliminate molte difficoltà costruttive. In tal modo non esistono più neppure delle limitazioni all'interasse dei pilastri. Il diametro dell'arco medio importa, per la diga del Venina, m. 33, mentre le volte laterali hanno un diametro di 15,3 metri.

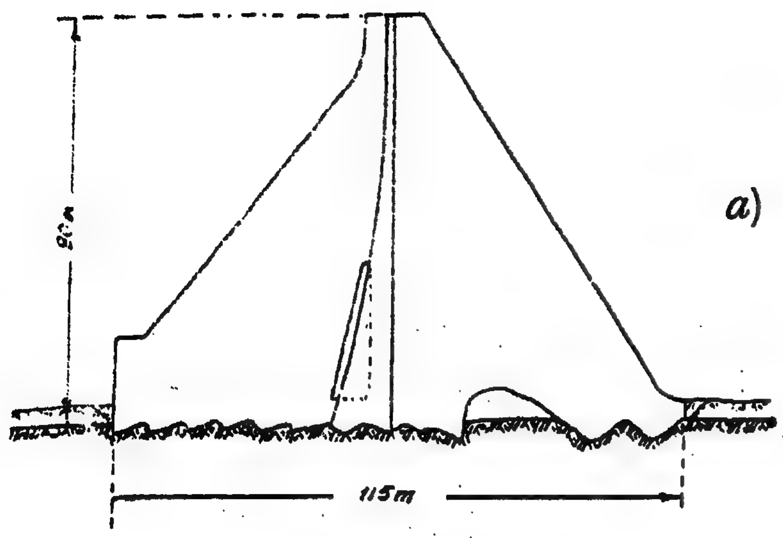
Con gli archi inclinati, non è in generale possibile superare un diametro di 15 metri. Se tuttavia si vuole impiegare un discreto spessore di volta senza per altro uscire dal campo della razionale economia, bisogna aumentare il diametro delle volte. Spesso anche le caratteristiche geologiche delle fondazioni consigliano tale aumento per poter fondare i pilastri nelle posizioni più favorevoli. Naturalmente, mancando la componente verticale della spinta idrostatica, agente in senso favorevole alla stabilità, gli speroni debbono presentare delle dimensioni notevoli, come nel caso citato della diga del Venina (vedi fig. 19).

Sarebbe quindi assai utile ed opportuna una eventuale combinazione dei vantaggi peculiari delle volte verticali con il

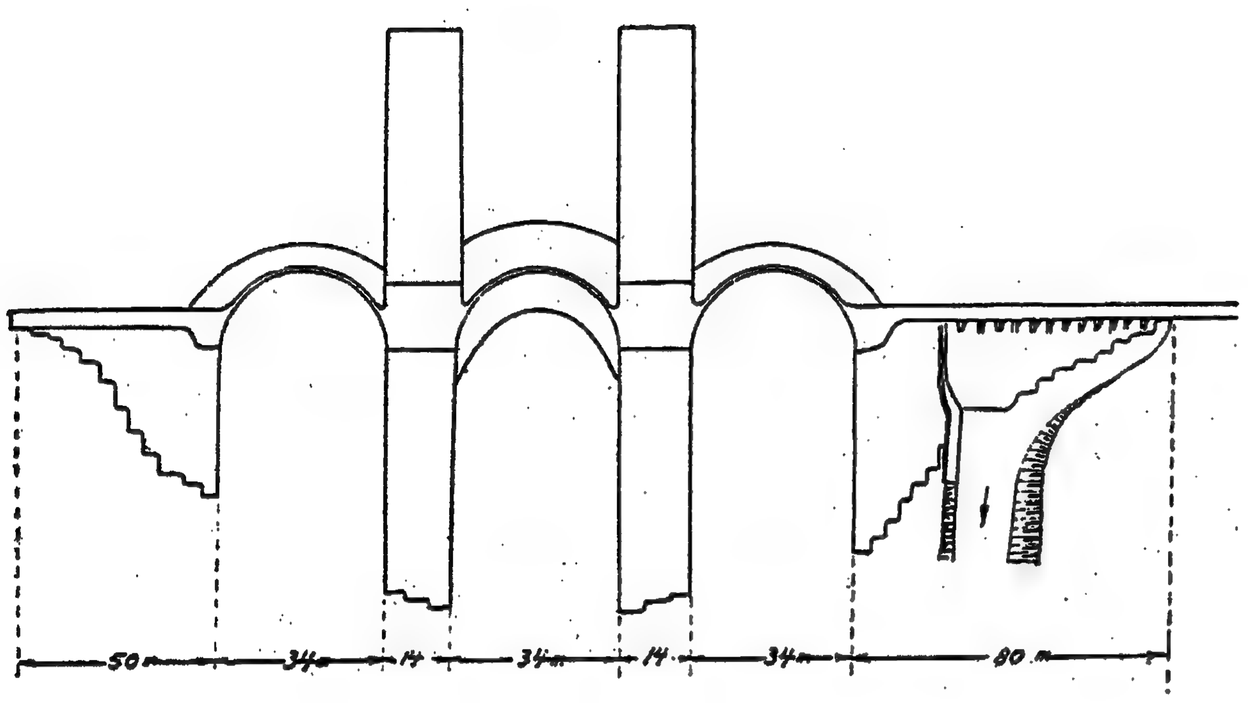
(1) *Engineering News Record*. Vol. II, 1928; *Bauingenieur*, 1929.

(2) *Handbuch für Eisenbetonbau*. Vol. IV, 3ª edizione. — *L'Energia Elettrica*, 1928, nell'articolo « Lo stato costruttivo attuale delle dighe di ritenuta in Italia ».

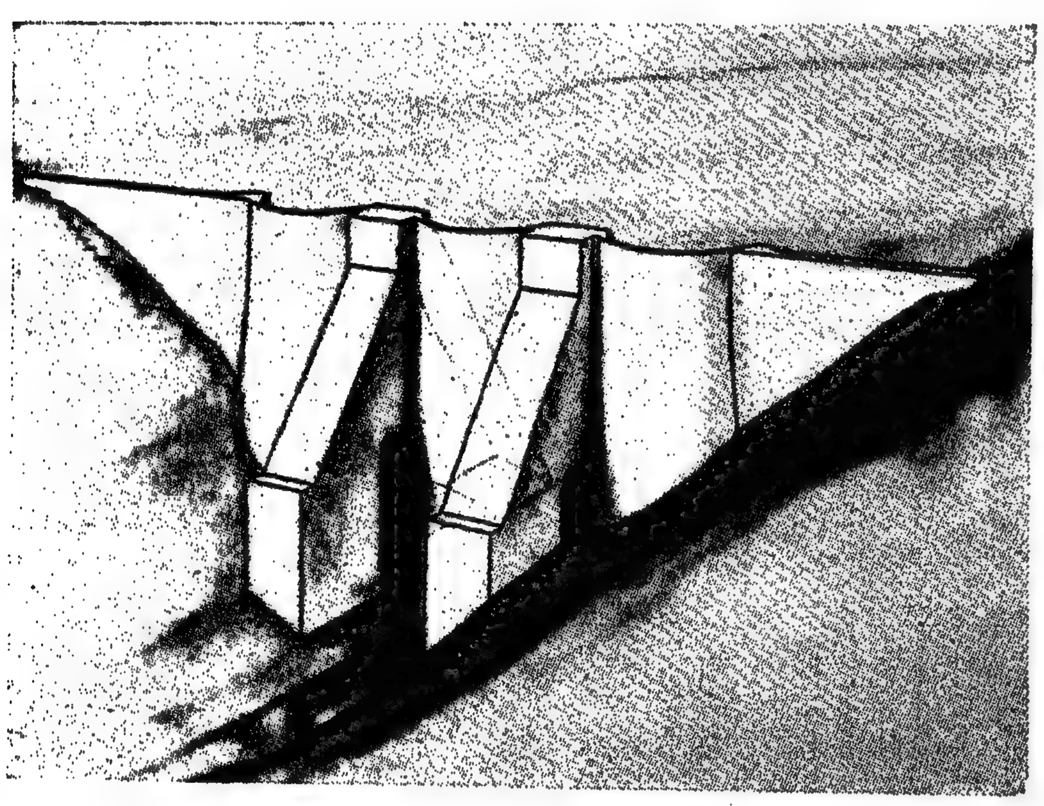
vantaggio di una componente di contrappeso tendente a controbilanciare la pressione idrostatica trasmessa dalle volte agli speroni di sostegno.



a)



b)



c)

Fig. 20.

La fig. 20 *a-b-c* mostra un tipo di diga progettato dagli AA. (per la Sezione « Impianti idroelettrici » della A.E.G.) nell'intento di risolvere tale quesito. Caratteristica di questa diga, alta 90 metri, è la presenza di due pilastri di contrappeso situati nella parte a monte e che sono collegati presso la sommità con gli speroni a valle. In tal modo i due tipi di pilastri possono subire liberamente, nella loro parte inferiore, delle dilatazioni o contrazioni evitando per buona parte gli inconvenienti dovuti alle variazioni di volume delle loro murature.

Onde sfruttare al massimo anche l'effetto della pressione dell'acqua, i pilastri di contrappeso vengono immorsati nella roccia soltanto lungo i bordi perimetrali della loro base. Nella parte centrale della loro fondazione esiste una camera libera alta m. 3 che è accessibile dalla parte a valle e che permette di scaricare eventualmente le acque di infiltrazione. Inoltre anche alla base dei pilastri a valle si è previsto un vuoto che oltre a permettere una piccola economia di materiale, ha anche lo scopo di aumentare la pressione specifica trasmessa dallo sperone al suolo di fondazione e di garantire al tempo stesso una maggior libertà per le eventuali variazioni di volume. In tale modo è possibile trasmettere al piano di fondazione una spinta unitaria che è comunque superiore alla sottopressione dell'acqua e che pertanto rende la diga del tutto insensibile a questa ultima.

Il progetto prevede due pilastri di m. 14 di spessore aventi un interasse di m. 34; lo spessore delle volte aumenta da m. 1,2 a m. 10,5. A bacino pieno gli archi non sono soggetti ad alcuna sollecitazione di trazione, mentre quelle di compressione non superano i 40 kg/cm². La massima pressione sulla fondazione dei pilastri si calcola a 25 kg/cm²., mentre la stessa nel caso di una diga a gravità risulterebbe di $\frac{90 \times 2{,}35}{10} = 21$ kg/cm².

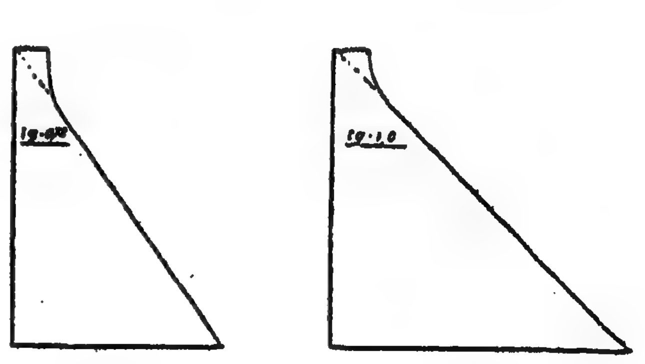
La massima sollecitazione a tensione dei pilastri di contrappeso raggiunge i 5 kg/cm²., tensione che può essere affidata con tutta tranquillità al calcestruzzo se di buona costituzione. Ciò nonostante è stata prevista un'armatura di ferro capace di resistere da sola alle sollecitazioni di tensione. Questo tipo di diga è pertanto caratterizzato dalla presenza di spessori e di masse maggiori sia nelle volte che nei pilastri, dalla maggior facilità di costruzione degli archi verticali (rispetto a quelli inclinati o alle cupole della diga di Coolidge) e infine da un comportamento statico facilmente e rigorosamente determinabile per via di calcolo. Il vantaggio economico sta nel risparmio complessivo del materiale, nella minor superficie di fondazione e nella possibilità di ridurre il tempo di costruzione; una diga a gravità con un angolo al vertice di tang. $a = 0{,}72$ avrebbe richiesto un maggior volume di muratura del 45,5 % e un maggiore scavo di fondazione del 23%.

III – La questione della sicurezza e della economia delle dighe.

Quando si deve progettare una diga di ritenuta, per trovare la migliore soluzione, è opportuno porre a raffronto i requisiti statici, costruttivi ed economici di diversi tipi di dighe tenendo però presenti in modo particolare le condizioni locali che caratterizzano la divisata stretta di sbarramento. Vogliamo esaminare separatamente i principali aspetti di tale questione.

1) *La sicurezza in rapporto al tipo di diga.*

Cosa si deve intendere per sicurezza? Diciamo subito che la sicurezza di un'opera di ritenuta non ha nulla a che vedere con l'impiego di forti spessori; esaminiamo ad esempio il caso delle dighe a gravità; la fig. 21*a* rappresenta una sezione avente tang. $\alpha = 0{,}72$ con $\gamma = 2{,}35$ Tonn/mc., mentre la sezione della fig. 21 *b* rappresenta un profilo esagerato avente tang. $\alpha = 1$; può sembrare, a prima vista, che la sezione maggiore, offra anche una maggiore sicurezza, come del resto risulterebbe dalla regola del trapezio.



a) b)

Fig. 21.

Se tuttavia si tiene conto del fatto che una diga massiccia a gravità non è una diga di muratura a secco, ma è una struttura rigida che risente tutte le deformazioni della roccia di fondazione, si comprende facilmente come i termini della questione si spostino. A serbatoio pieno, la parte a valle della diga è inevitabilmente soggetta a pressioni maggiori ed anche la distribuzione degli sforzi interni deve essere in realtà affatto diversa da quella indicata dalla regola del trapezio. Nella parte

a valle, può pertanto manifestarsi una inflessione della muratura che è tanto più perniciosa quanto maggiore è la larghezza della base.

Qual'è dunque il risultato che ci si può attendere dall'adozione di un forte spessore? Secondo la regola del trapezio le quello orizzontale e infine una sensibile perdita di tempo durante la esecuzione.

Nel caso delle dighe a speroni, come già si è accennato, sono sopratutto notevoli i vantaggi di un razionale comportamento statico, facilmente determinabile per via di calcolo, e di una



a) b) c)

Fig. 22.

sollecitazioni dovrebbero risultare minori; gli sforzi secondari, però aumentano notevolmente; e questa circostanza porta ad uno svantaggio gravissimo sopratutto in relazione alle variazioni iniziali di volume, dovute alla presa del calcestruzzo, e a quelle di origine termica. Nel calcolo, invece, per semplicità bisogna ammettere che il volume della muratura sia invariabile. Nel caso di dighe a gravità ci si può avvantaggiare suddividendo il manufatto in varii blocchi separati da giunti di dilatazione.

Qual'è tuttavia il comportamento di questi blocchi nel senso trasversale della diga? Una diga di 100 m. di altezza ha, secondo la fig. 21 *a*, una base di 72 m. e secondo la 21 *b* una base di 100 m. Date queste dimensioni non è il caso di preoccuparsi delle eventuali variazioni di volume in senso trasversale, le quali potrebbero essere anche più nocive di quelle in senso longitudinale? Se lo sbarramento ha uno spessore notevole la possibilità di eventuali variazioni di volume in senso trasversale rappresenta una pericolosissima alleata della tendenza già insita nella falda a valle della diga a fessurarsi, per inflessione. Come si vede dunque, un aumento di spessore può importare in diversi casi non già una maggiore sicurezza ma, al contrario, un indebolimento del manufatto. E tale inconveniente è tanto più sentito quanto maggiore è l'altezza di ritenuta. Lo spessore di una diga non è pertanto un fattore che caratterizzi la sicurezza di questa.

Un altro inconveniente che, ad esempio, non si riscontra nel caso delle dighe a speroni del tipo rappresentato nelle fig. 18 *a* e *b*, consiste in ciò: che nelle dighe a gravità è impossibile rilevare in tempo opportuno l'eventuale formazione di fessurazioni interne sviluppate nel senso longitudinale alla diga. Naturalmente anche nel caso delle dighe a gravità si potrebbero prevedere dei giunti longitudinali, obliqui, muniti di una rete di tubazioni atte alla chiusura successiva delle fughe, con cemento iniettato; questo accorgimento però implicherebbe un notevole aumento di spesa per la necessità di eseguire dei giunti di ripresa a incastro, sia nel senso verticale che in minore sensibilità agli effetti delle sottopressioni idrostatiche; a questi vantaggi però si contrappongono — e ciò specialmente per le dighe a volte inclinate — maggiori difficoltà costruttive, con eventuale formazione di zone di minor resistenza (come giunti di ripresa orizzontali ecc. vedi fig. 22 *c*) e una particolare sfiducia nella durata degli archi inclinati; sfiducia non sempre ingiustificata, che trova appunto la sua principale ragion d'essere nella insufficiente garanzia che possono offrire gli esigui spessori che si riscontrano quasi sempre nelle opere in oggetto.

Come già si è accennato al Cap. II, coi tipi di dighe rappresentati dalle fig. 18-19-20 i predetti inconvenienti risulterebbero pressochè eliminati, mentre si conserverebbero immutati i principali vantaggi delle dighe ad archi multipli.

Le dighe a volta unica hanno un campo d'applicazione piuttosto limitato, poichè esse sono eseguibili soltanto nelle gole strette e rocciose che presentino ottimi requisiti geognostici. Anche queste dighe possono dare le migliori garanzie di sicurezza quando la loro costruzione sia molto accurata e, nel progettarle, si tenga debito conto del diverso comportamento statico della parte superiore a volta elastica e di quella più profonda e massiccia assimilabile ad un tampone di muratura a gravità. È comunque indiscutibile che alle dighe ad arco dovrebbe spettare senz'altro la preferenza ogni volta che si trattasse di scegliere fra una di esse od una a gravità.

2) *Considerazioni generali sulla sicurezza degli sbarramenti, indipendentemente dal tipo di diga.*

a) *Fondazioni.*

Una scrupolosa ed accurata esecuzione delle fondazioni, previa scelta di un suolo avente sufficienti requisiti di compattezza, impermeabilità e resistenza, costituisce una delle condizioni essenziali per la resistenza delle dighe. È noto infatti

che buonissima parte dei casi di rottura delle dighe sinora verificati è imputabile a difetti di fondazione.

Scelta l'ubicazione della diga, sia in base a criteri idrologici che geomorfologici, è sempre raccomandabile di procedere ad un accuratissimo esame del suolo di fondazione, mediante numerosi sondaggi opportunamente distribuiti, allo scopo di premunirsi contro sgradite sorprese. Queste indagini preliminari, anche se risultano spesso assai costose, costituiscono una garanzia non solo per la sicurezza dell'opera ma anche per l'economia complessiva della costruzione. Talvolta, per un falso criterio di economia, si tende a limitare il numero dei sondaggi; ma in tal caso, durante gli scavi di fondazione si possono avere sgradite sorprese che costringano a ritardare l'inizio dei lavori con grave danno economico. In qualche caso può anche presentarsi la necessità di abbandonare uno scavo già eseguito per cambiare l'impostazione della diga. È evidente come simili inconvenienti, oltre a causare maggiori spese per lavori inutili, possano ripercuotersi sulla durata stessa dei lavori e quindi sugli interessi passivi di costruzione, obbligando talvolta ad abbandonare o a modificare radicalmente il programma tecnico e finanziario preventivato.

La roccia di fondazione non deve essere studiata soltanto dal punto di vista della resistenza meccanica, bensì anche per rapporto alla permeabilità e al suo comportamento al contatto dell'acqua. Naturalmente, gli scavi debbono essere spinti sino alla roccia sana.

Si dovrebbe inoltre sistemare il piano di fondazione a gradoni in modo da poter trasmettere gli sforzi perpendicolarmente alla roccia. Tale provvedimento acquista particolare importanza nel caso delle imposte delle dighe a volta. Nel caso di roccia stratificata o comunque presentante dei piani di scorrimento è opportuno esaminare accuratamente l'eventuale influenza che la stratificazione stessa può avere sulla stabilità della diga. Molta importanza bisogna pure attribuire ad un buon immorsamento delle spalle.

A scavo eseguito è raccomandabile di procedere ad una accurata lavatura della roccia; prima della gettata di calcestruzzo converrà inoltre integrare e consolidare il piano di fondazione mediante apposite iniezioni di cemento.

Lungo il paramento a monte è poi consigliabile di praticare una o più serie di iniezioni (a $5 \div 8$ atm.) sufficientemente profonde, allo scopo di creare, in seno alla roccia, una specie di diaframma che ostacoli il più possibile il passaggio dell'eventuale acqua di permeazione; qualora tali iniezioni non possano ritenersi sufficienti si ricorrerà anche alla costruzione di un apposito taglione sufficientemente profondo.

b) *Calcolo e materiali.*

La sicurezza delle dighe è anche in stretta relazione con l'attendibilità delle ipotesi, sulla distribuzione degli sforzi interni, poste a base del calcolo e con la maggiore o minore rispondenza della forma e degli accorgimenti costruttivi adottati, alle ipotesi suddette.

Pure assai importante, agli effetti della sicurezza delle dighe, è che i requisiti dei materiali impiegati corrispondano perfettamente a quelli ammessi per il calcolo. Oggi le nozioni acquisite sulla resistenza dei materiali e i mezzi d'indagine di cui si dispone sono così sviluppati che è possibile evitare gli errori che si commettevano invece facilmente dieci o venti anni fa. È tuttavia deplorevole che non tutti i cantieri delle importanti dighe che si vanno costruendo posseggano laboratori sufficientemente attrezzati ed organizzati per eseguire le prove necessarie sui materiali impiegati.

La composizione di un calcestruzzo, come è noto, può variare sensibilmente a seconda che l'impasto debba soddisfare a particolari requisiti di impermeabilità o di resistenza oppure debba soddisfare ad entrambe queste condizioni. Nel caso delle dighe a gravità, p. es., il requisito principale che si richiede al calcestruzzo destinato alla parte a monte è un alto grado di impermeabilità; per il calcestruzzo destinato alla parte a valle, il requisito principale è la resistenza meccanica.

Nel caso delle dighe a volta, invece, si richiedono al tempo stesso un alto grado di impermeabilità ed una elevata resistenza specifica. Non è certo questo il luogo ove convenga diffonderci sopra la teoria e la pratica dei calcestruzzi e dei materiali da costruzione in genere; a questo proposito rimandiamo il lettore alle «Vorlesungen über Eisenbeton» (1) del primo degli autori del presente studio.

Assai istruttivi, per ciò che concerne le gravi conseguenze dell'impiego di materiale non accuratamente confezionato o non adeguato all'impiego cui era destinato, sono alcuni esempi che si possono trarre dall'esperienza delle costruzioni americane. La fig. 22 *a* mette in evidenza le conseguenze deleterie, sopra una diga di dimensioni relativamente grandi, dell'impiego di un calcestruzzo troppo fluido sul quale ha avuto campo di esplicare la propria azione disgregatrice il gelo. La fig. 22 *b* sta a dimostrare la scarsa efficacia ed utilità dell'intonaco di impermeabilizzazione, quale viene ancor oggi adottato in molti casi. Anche il migliore intonaco non è certo in grado di proteggere, contro l'azione del gelo e delle permeazioni di acqua, un cattivo calcestruzzo, troppo poroso; ma pure nelle migliori condizioni è pressochè impossibile costruire un intonaco di cemento che aderisca per lungo tempo al paramento rivestito senza subire fessurazioni o scrostamenti.

La fig. 22 *c* mostra la superficie interna di una volta di cemento armato di una diga ad archi multipli, la quale non venne costruita con sufficiente cura. I maggiori inconvenienti derivano da alcuni giunti di ripresa, male eseguiti, i quali non solo danno luogo a sensibili perdite di acqua, ma offrono anche dei pericolosi punti di attacco all'azione del gelo.

3) *Questione economica.*

In relazione a quanto si è detto al Cap. II, circa i requisiti economici dei diversi tipi di dighe, si possono trarre le seguenti conclusioni: Le dighe a gravità hanno il vantaggio di una facile costruzione; a questo vantaggio però si contrappone l'inconveniente di richiedere grandi masse murarie e notevoli volumi di scavo. Sebbene nel tipo Ambursen ed in quello ad archi multipli i prezzi unitari delle murature risultino maggiori che nel caso precedente, sono tuttavia frequenti i casi in cui questi tipi di dighe si raccomandano sopratutto per la sensibile economia che consentono di realizzare rispetto a quelle a gravità. La loro scarsa diffusione è da attribuirsi più che altro alle cause citate nel precedente paragrafo. Coi tipi indicati nelle fig. 18 e 20 i quali sono caratterizzati da un grande interasse fra i pilastri ed hanno volte con forti spessori, gli inconvenienti lamentati per le dighe ad archi multipli inclinati sono quasi del tutto eliminati; anche rispetto alle dighe a gravità non si possono disconoscere parecchi vantaggi dal punto di vista della sicurezza; è ben vero che il risparmio di materiale non è più così sensibile come nel caso di dighe ad archi multipli leggeri; tuttavia la loro costruzione è notevolmente semplificata.

IV – Metodi di studio e di indagine.

Per approfondire e perfezionare le nostre nozioni sul comportamento delle dighe si possono seguire i tre metodi di indagine seguenti:

(1) «Beton, Anregungen zur Verbesserung des Materals» Berlino 1927 Ed. Springer.

— Studi e ricerche teoriche.
— Prove su modelli.
— Misure e rilievi su opere esistenti.

Le ricerche sperimentali sui modelli hanno portato notevoli contributi in varii campi della tecnica; esistono però dei casi in cui essi portano a conclusioni non applicabili per intero alle costruzioni reali; uno di questi casi è appunto quello delle dighe; non esiste infatti probabilmente alcun altro tipo di costruzione il cui comportamento statico sia influenzato in modo così capitale dalla natura della roccia di fondazione; inoltre il comportamento del calcestruzzo in un modello di dimensioni ridotte non ha nulla a che vedere con quello dello stesso materiale nel corpo di una diga reale; basti accennare all'influenza delle dimensioni granulometriche in rapporto alle dimensioni delle opere considerate nonchè alle diverse condizioni in cui avvengono, nei due casi suddetti, la presa e il ritiro del calcestruzzo stesso.

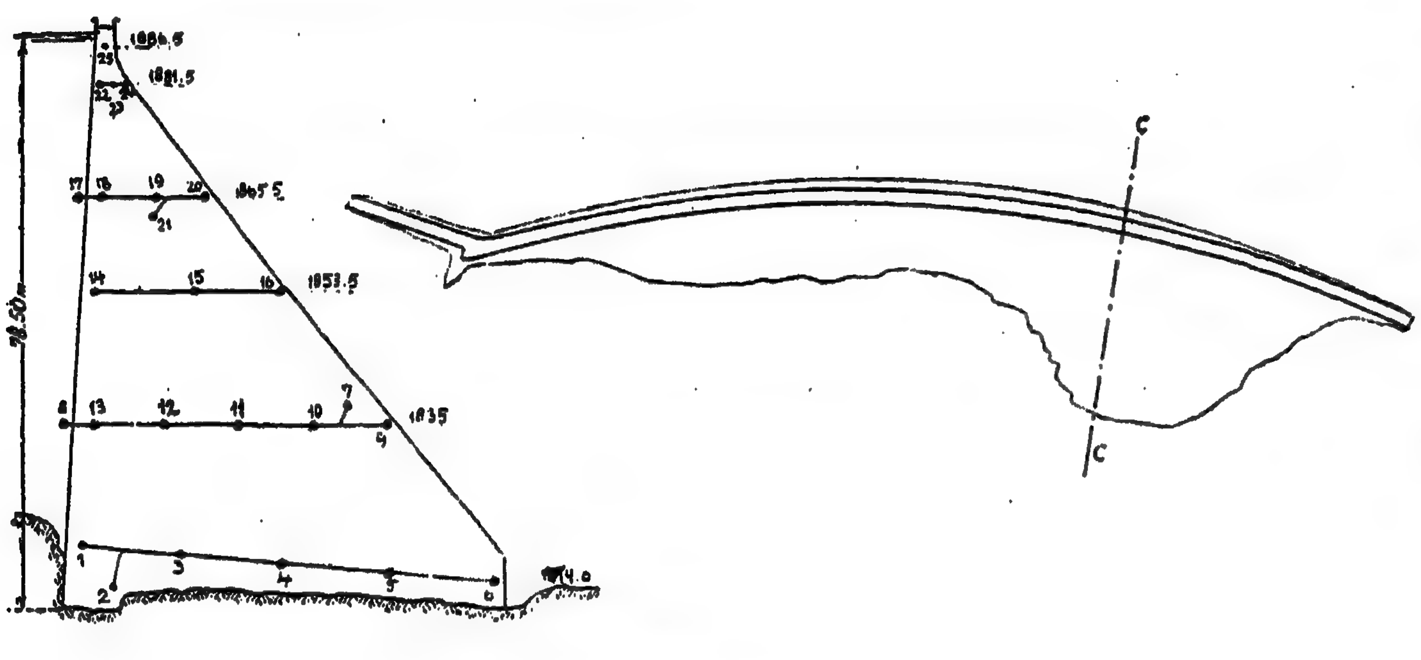


Fig. 23.

Le notevoli osservazioni teoriche di Kalman (1) hanno pure mostrato come sia tutt'altro che indifferente l'indagine sul modo di trasmissione degli sforzi esterni.

Per esempio nelle prove su modelli si trascura di solito l'effetto dell'acqua accumulata a monte. Poichè diga e roccia debbono essere considerate come una sola unità è appunto nel caso delle dighe a gravità che bisogna sopratutto tener conto dell'effetto dell'acqua a monte.

Un notevole progresso nel campo delle indagini sperimentali sulle dighe è stato realizzato con la creazione della diga Stevenson-Creek la quale ha consentito di eseguire ricerche e studi del massimo interesse. Per completare questa iniziativa sembrerebbe ora logico costruire una seconda diga del genere seguendo però tutti gli accorgimenti e i perfezionamenti suggeriti dalla prima esperienza; solo allora si potrebbe valorizzare il lavoro eseguito dai teorici su di essa.

(1) *L'Energia Elettrica*, 1927.

Per le indagini teoriche bisogna ripetere che esse hanno valore soltanto fino a che la costruzione pratica ne può rispettare le ipotesi fondamentali; pertanto misure ed osservazioni sulle opere esistenti resteranno ancora sempre i migliori mezzi per progredire nella costruzione degli sbarramenti specialmente se integrate da studi teorici basati direttamente sui risultati dell'esperienza.

Fra le misure che vengono ormai eseguite presso tutti i principali sbarramenti moderni, sono da annoverarsi in primo luogo quelle delle temperature nell'interno dei massicci murari. Specialmente diffuso è, a tal uopo, l'impiego di termometri a resistenza. L'importanza di tali osservazioni sistematiche può essere mostrata dai dati relativi alla diga della Barberine raccolti ed elaborati dalla Direzione delle Ferrovie Federali Svizzere la quale ce li ha gentilmente comunicati: la fig. 23 mostra il dispositivo adottato per le misure nella sezione trasversale *c-c*; le fig. 24 *a*) *b*) *c*) *d*) *e*) riproducono le isoterme annuali trovate per la stessa sezione, dal 1923 sino ad oggi. Si rileva chiaramente come dopo 4 anni dalla ultimazione dell'opera, il calore generato nella parte interna della muratura, dalla presa del calcestruzzo, non fosse ancora del tutto dissipato. Solo dopo sei anni dalla ultimazione la temperatura interna appare influenzata esclusivamente da quella esterna.

Specialmente nel caso di dighe a gravità, si è cercato di indagare anche la reale distribuzione delle sottopressioni, ricorrendo ad appositi e semplici apparecchi di misura; e in molti casi, come ad esempio in una serie di dighe della Westfalia tali rilievi hanno dato risultati interessanti. Il sistematico impiego di simili apparecchi e la pubblicazione dei risultati ottenuti consentirebbero di chiarire in breve tempo ed in modo esauriente il fenomeno tanto discusso delle sottopressioni.

Nella diga di Stevenson Creek ha fatto ottima prova l'impiego di un *telemetro* destinato a misurare sia le deformazioni che la temperatura del calcestruzzo in un punto interno qualsiasi di una diga. Apparecchi di tal genere potrebbero prestarsi a chiarire anche la questione della ripartizione degli sforzi nell'interno delle dighe a gravità. A tale uopo si potrebbe adottare ad es. la disposizione già proposta da uno dei due sottoscritti Autori per la diga dello Schluchsee. In una sezione prossima alla mezzaria della valle vengono installati circa 20 telemetri ad un metro al di sopra del piano di fondazione della diga e precisamente due per ciascun punto di misura. Uno dei telemetri serve a misurare gli spostamenti orizzontali e l'altro quelli verticali. Lo scopo di queste misure è quello di determinare la reale distribuzione delle pressioni verticali e sopratutto delle sollecitazioni a scorrimento nel piano di fondazione delle dighe.

È ovvio che oltre ai suddetti rilievi non vanno trascurate anche accurate e sistematiche ispezioni alle dighe, onde poter rilevare e seguire l'eventuale formazione di screpolature o di fessurazioni. Il comportamento delle opere murarie di sbarra-

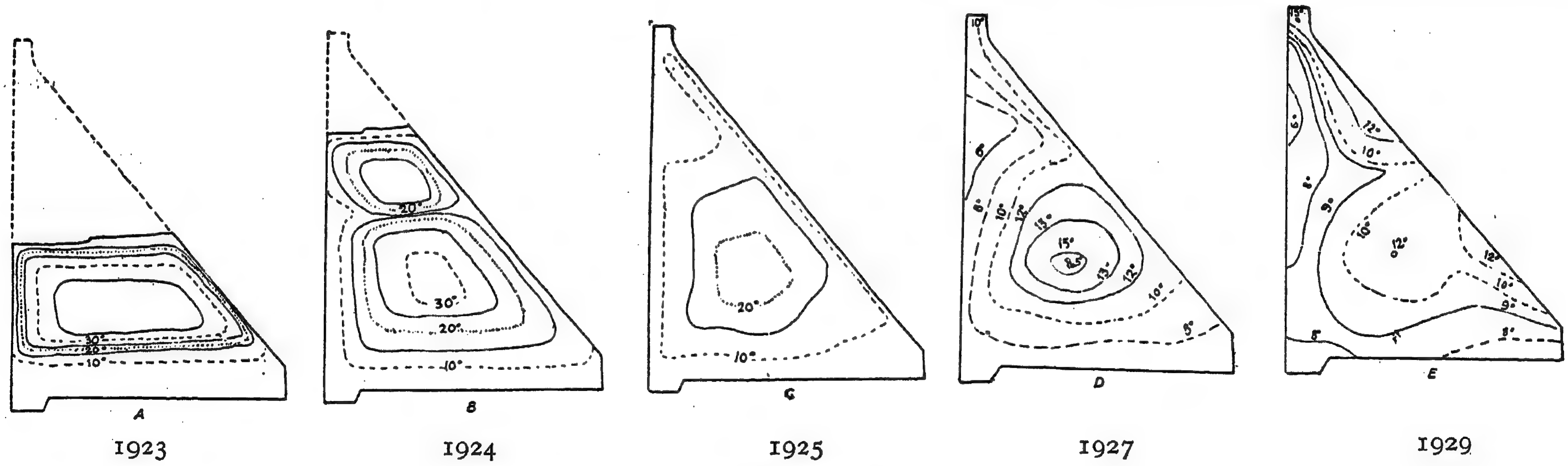


Fig. 24.

mento rispetto alla permeabilità e all'azione degli agenti atmosferici è pure da tenersi in considerazione agli effetti delle indagini in oggetto.

Nelle dighe a gravità, poi, non si dovrebbe mai rinunciare alla costruzione di cunicoli e di pozzi di ispezione in corrispondenza dei giunti di dilatazione, onde poter controllare il comportamento di questi anche con l'ausilio di appositi dispositivi di misura.

V – Conclusioni.

Abbiamo cercato di fare una rassegna obiettiva dello stato attuale della tecnica costruttiva delle dighe, con speciale riguardo alle questioni statiche ed economiche che si connettono a tali opere. In seguito abbiamo cercato di mostrare quali sono le deficienze alle quali oggi giorno si può ritenere di aver rimediato e quelle che si potranno eliminare o ridurre in avvenire; abbiamo pure esaminato i diversi provvedimenti costruttivi che conviene prendere in considerazione nei singoli casi. In base alla nostra esperienza di molti anni di lavoro e a conclusione di quanto è stato precedentemente esposto vorremmo pertanto avanzare alcune proposte che la Commissione internazionale per le dighe potrebbe tenere presenti nel compilare il proprio programma.

Riteniamo, precisamente, che per il progresso della tecnica costruttiva delle dighe siano particolarmente raccomandabili i seguenti provvedimenti;

I - Una estesa indagine obiettiva e critica sui tipi di dighe sino ad oggi adottati, con particolare riguardo ai loro requisiti statici, costruttivi ed economici.

II - Applicazione a tutte le dighe in costruzione e possibilmente anche a buon numero di quelle già costruite dei criteri e dei sistemi di indagine e di misura dianzi accennati, con riguardo speciale ai seguenti fenomeni od inconvenienti:

1° Formazione di eventuali fessurazioni e difetti costruttivi inerenti.

2° Permeazioni d'acqua, loro causa e conseguenze.

3° Entità e distribuzione delle sottopressioni.

4° Influenza del clima e delle variazioni di temperatura.

5° Cause probabili di eventuali rotture.

III - Esecuzione di misure sistematiche intese a chiarire il reale comportamento statico delle dighe di ritenuta, rispetto alle varie sollecitazioni alle quali possono venire sottoposte. Parallelamente a tali misure, sono poi raccomandabili esaurienti ed accurate indagini ed elaborazioni teoriche.

1° Variazioni di temperatura nell'interno dei manufatti in rapporto alla presa del calcestruzzo e alle oscillazioni della temperatura esterna.

2° Sottopressioni.

3° Funzionamento dei giunti di dilatazione.

4° Misure atte a determinare l'entità e la distribuzione delle sollecitazioni interne dovute al carico idrostatico, ai fenomeni di ritiro del calcestruzzo e alle variazioni di temperatura.

IV - Costituzione di un archivio tecnico internazionale.

Prof. Dr. Ing. E. Probst e Dr. Ing. F. Tölke.

ING. CARLO DRIOLI
DELLA SOCIETÀ MERIDIONALE DI ELETTRICITÀ

Sulle trasformazioni grafiche dei diagrammi limnimetrici

Le caratteristiche di un deflusso d'acqua naturale o artificiale vengono praticamente determinate attraverso la *scala di deflusso*, espressione sperimentale del legame funzionale fra altezze idrometriche e portate in una sezione opportunamente scelta e sistemata, e ai *diagrammi limnimetrici*, registrazione delle variazioni d'altezze di acqua in funzione del tempo nella stessa sezione.

La possibilità di ricavare direttamente come dato primitivo le portate è attualmente limitata a pochissimi casi per la difficoltà pratica di assicurare condizioni di stabilità nella curva di deflusso e semplicità di registrazione negli apparecchi di osservazione. Così le sistemazioni a Venturimetri, a molinelli registratori o con trasformazione delle registrazioni limnimetriche attraverso puleggie sagomate in funzione del legame $Q = f(h)$, si adattano, le due prime quasi unicamente a deflussi in condotte forzate, mentre l'ultima, come principio, sembrerebbe offrire una soluzione di carattere generale. Ma così non è. Infatti è ben noto a chi si occupi di studi idrologici o di studi statistici analoghi, come la difficoltà di sorveglianza effettiva di apparecchi sistemati in località di difficile accesso e affidati in normale manutenzione a gente del posto spesso sprovvista della più elementare cultura, rendano quasi sempre preferibile la raccolta diretta dei soli dati limnimetrici come quelli che, con apparecchi di più agevole registrazione e manutenzione, meglio si prestano allo scopo. Non sarà infatti mai abbastanza curata la precisione nella raccolta del dato primitivo che, senza possibilità di un ulteriore controllo, può con la sua incertezza infirmare tutte le successive elaborazioni in sè esatte e rigorose.

Al caso pratico si impone quindi, anche fuori del ristretto campo qui considerato, la trasformazione dei dati primitivi raccolti in quelli derivati che interessino un dato studio. Ora questo lavoro è di estrema semplicità, però per la sua materialità e spesso per la sua mole può diventare veramente gravoso.

Io credo che per chi si occupa di questi studi non riuscirà priva di interesse la realizzazione di un apparecchio atto a compiere con semplicità ed esattezza le successive elaborazioni, sì da trascrivere direttamente il diagramma trasformato in relazione a quello primitivo ed alla imposta legge di trasformazione. Il vantaggio di un forte risparmio di tempo non sarà certamente inferiore alla quasi totale eliminazione di sforzo mentale.

L'apparecchio, rappresentato nella fig. 6, e che ho denominato « Funziografo », ha come scopo principale di *effettuare la trasformazione grafica di una espressione primitiva* $x = D$ (t) *secondo una legge di trasformazione* $y = f(x)$ *nota a priori.*

PRINCIPIO DI FUNZIONAMENTO.

Lo scopo prefisso nella ideazione del «Funziografo» porta a dover creare un sistema meccanico ideale capace di alterare con un rapporto comunque variabile $y = f(x)$ la dimensione x di una figura piana lasciandone invariata l'altra t.

Tracciamo secondo la fig. 1, un sistema d'assi cartesiani z, x e consideriamo due punti, H di coordinate generiche z, o e B di coordinate generiche o, x. Colleghiamo questi due punti, con un sistema articolato $a\ b\ c\ d$ che abbia nel punto D di coordinate o, o un angolo di calettamento rigido $\Theta < \pi$. Se supponiamo di spostare, con traslazione lungo l'asse delle z, il punto H in H', il punto B, per il vincolo derivante dalle relazioni geometriche del sistema articolato e dalla ipotesi di doversi muovere lungo l'asse delle x, passerà in B'. Considerando i due spostamenti $H\,H'$ e $B\,B'$ come differenza fra le proiezioni ortogonali del sistema articolato $a\ b$ sull'asse

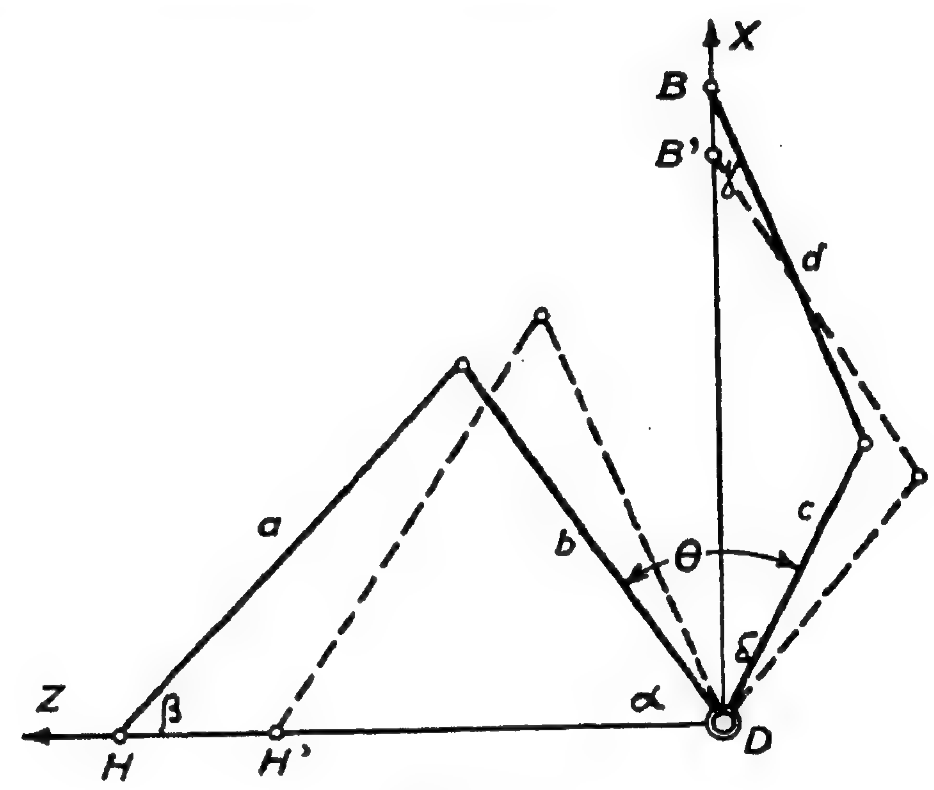


Fig. 1.

delle z e del sistema articolato $c\ d$ sull'asse delle x prima e dopo lo spostamento, avremo, seguendo le notazioni in figura e indicando con un indice i valori variati nello spostamento, che

$$H\,H' = a\,(\cos\beta - \cos\beta') + b\,(\cos\alpha - \cos\alpha')$$
$$B\,B' = c\,(\cos\delta - \cos\delta') + d\,(\cos\gamma - \cos\gamma')$$

Sussistendo ora le relazione geometriche

$$\alpha + \Theta - \frac{\pi}{2} = \delta$$

$$\text{sen}\,\beta = \frac{b}{a}\,\text{sen}\,\alpha$$

$$\text{sen}\,\gamma = \frac{c}{d}\,\text{sen}\left(\alpha + \Theta - \frac{\pi}{2}\right)$$

potremo rendere le espressioni degli spostamenti funzione della sola variabile α e avremo che

$$H\,H' = a\left[\sqrt{1-\left(\frac{b}{a}\,\text{sen}\,\alpha\right)^2} - \sqrt{1-\left(\frac{b}{a}\,\text{sen}\,\alpha'\right)^2}\,\right] + $$
$$+\ b\,(\cos\alpha - \cos\alpha')$$

$$B\,B' = c\left[\cos\left(\alpha + \Theta - \frac{\pi}{2}\right) - \cos\left(\alpha' + \Theta - \frac{\pi}{2}\right)\right] +$$

$$+\ d\left[\sqrt{1-\left[\frac{c}{d}\,\text{sen}\left(\alpha + \Theta - \frac{\pi}{2}\right)\right]^2} - \right.$$

$$\left. - \sqrt{1-\left[\frac{c}{d}\,\text{sen}\left(\alpha + \Theta - \frac{\pi}{2}\right)\right]^2}\,\right]$$

Poniamo ora la condizione che fra lo spostamento $H\ H'$ e lo spostamento $B\ B'$ esista una legge di semplice proporzionalità. Sia cioè

$$B\ B' = m\ H\ H'$$

Questa espressione dovrà essere identicamente soddisfatta per qualunque valore di α. Risultano allora come condizioni necessarie, le relazioni

$$\Theta = \frac{\pi}{2}$$

$$c = m\ b$$

$$d = m\ a$$

Come del resto naturale, non vi compare in esse alcun legame necessario fra a e b.

Potremo allora porre una ulteriore condizione logica. Supponiamo secondo la fig. 2 che l'angolo φ passi nei successivi

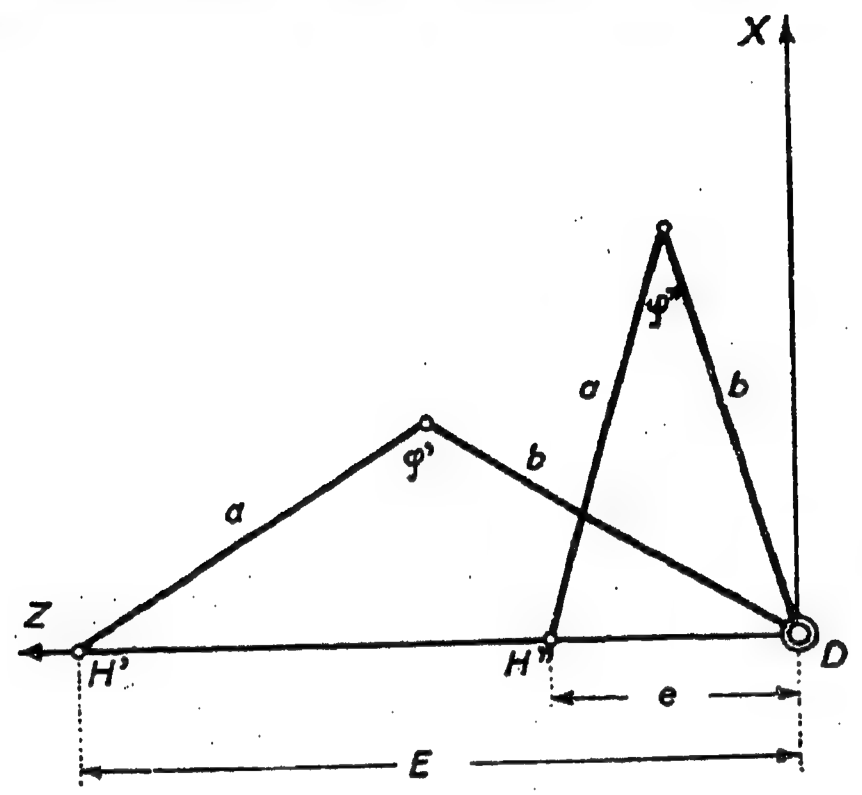


Fig. 2.

spostamenti del punto H da un valore massimo $\varphi' < \pi$ ad uno minimo $\varphi'' > o$. Chiamiamo con e la distanza $H''\ D$ sottesa dalle aste $a\ b$ sotto un angolo $\varphi = \varphi''$, con E la distanza $H'\ D$ sottesa dalle aste a, b sotto un angolo $\varphi = \varphi'$, e poniamo la condizione che dati φ'' ed e la somma delle due aste $a + b$ sia massima. Risulterà allora massima anche la distanza E e quindi la escursione $E - e$ che il punto H potrà compiere.

Considerando il triangolo di lati a, b ed e abbiamo

$$e = \sqrt{a^2 + b^2 - 2\,a\,b\cos\varphi''}$$

e quindi

$$a + b = a\,(\cos\varphi'' + 1) \pm \sqrt{a^2\,(\cos^2\varphi'' - 1) + e^2}$$

Dalla condizione che la $\dfrac{d\,(a+b)}{d\,a} = o$ ricaviamo che

$$a = \frac{e}{\sqrt{2}\ \sqrt{1 - \cos\varphi''}} = b$$

Sviluppando la derivata seconda di $a + b$ rispetto ad a e sostituendovi per a il valore trovato, abbiamo che la

$$\frac{d^2\ (a+b)}{d\ a^2} = -\ \frac{2\ \text{sen}^2\ \varphi''}{a\,(1 - \cos\varphi'')^2} < o$$

Risulta allora che la condizione affinchè $a + b$ e quindi l'escursione $E - e$ che il punto H potrà compiere, sia massima è che sia soddisfatta l'uguaglianza $a = b$.

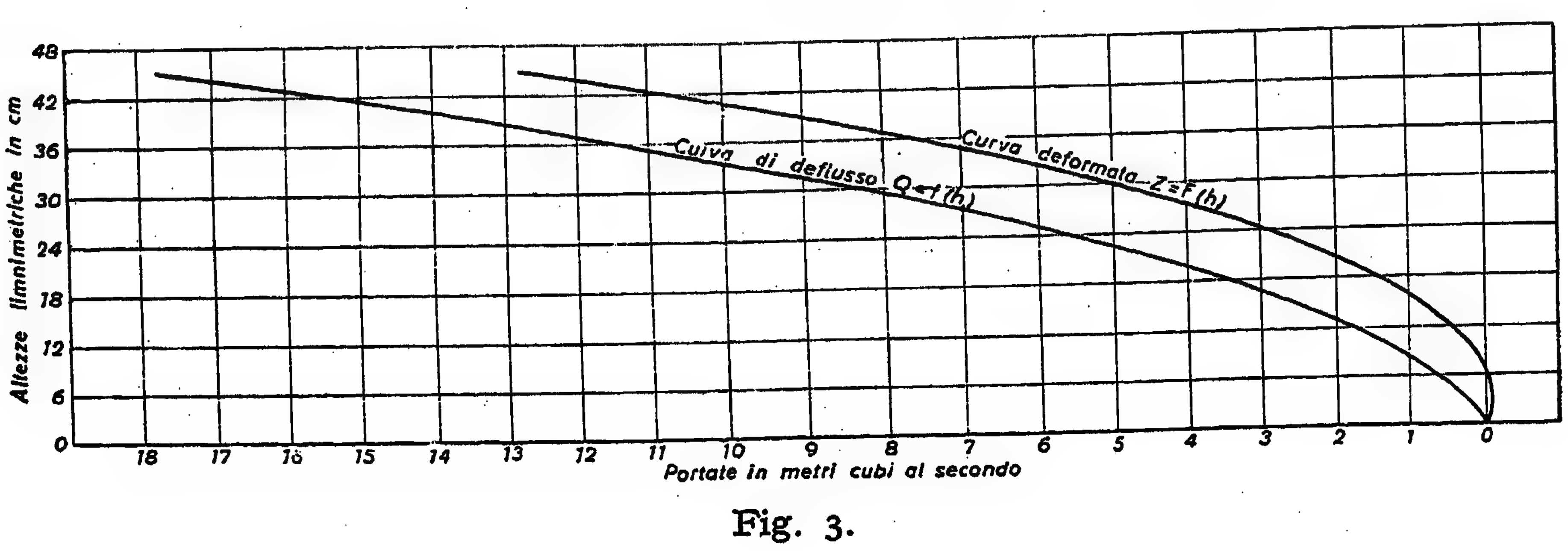


Fig. 3.

Riassumendo concludiamo che: *Condizione necessaria alla trasmissione di un moto con legge di semplice proporzionalità fra i punti H e B e quando si richieda che l'ampiezza della escursione del punto H risulti massima, è che siano soddisfatte le relazioni*

$$\Theta = \frac{\pi}{2}, \quad a = b, \quad c = d = m\ b$$

Supponiamo ora di far compiere al punto H e contemporaneamente al punto D una identica traslazione parallela all'asse delle x. È evidente che la stessa traslazione sarà seguita anche dal punto B.

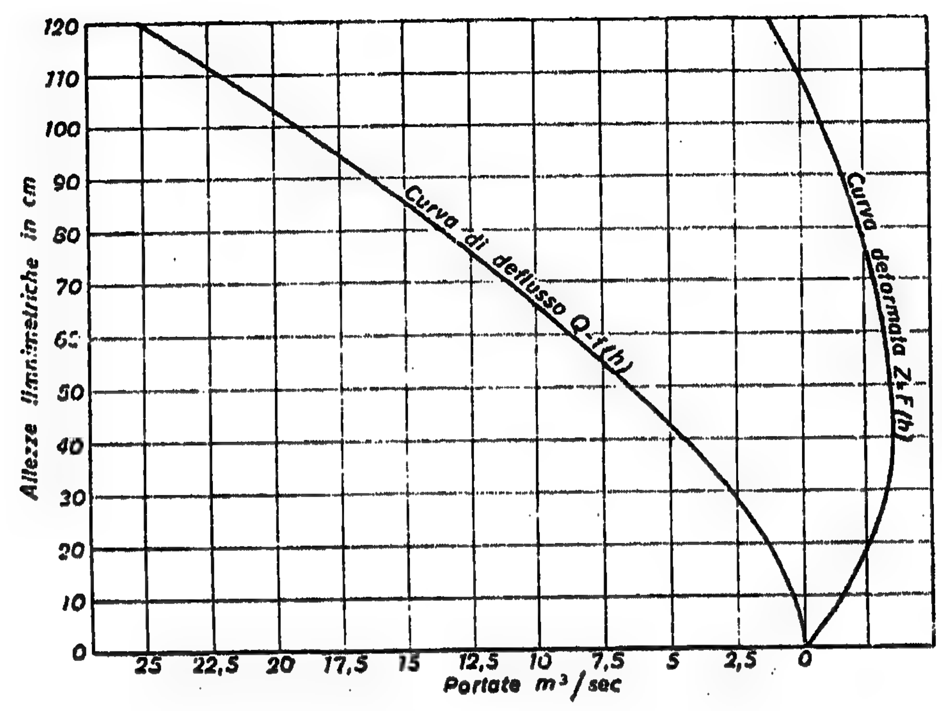


Fig. 4.

Se ora al punto H imponiamo una legge di movimento definita dalla espressione $z = F\,(x)$ sarà sempre possibile considerare lo spostamento effettivo del punto H come somma

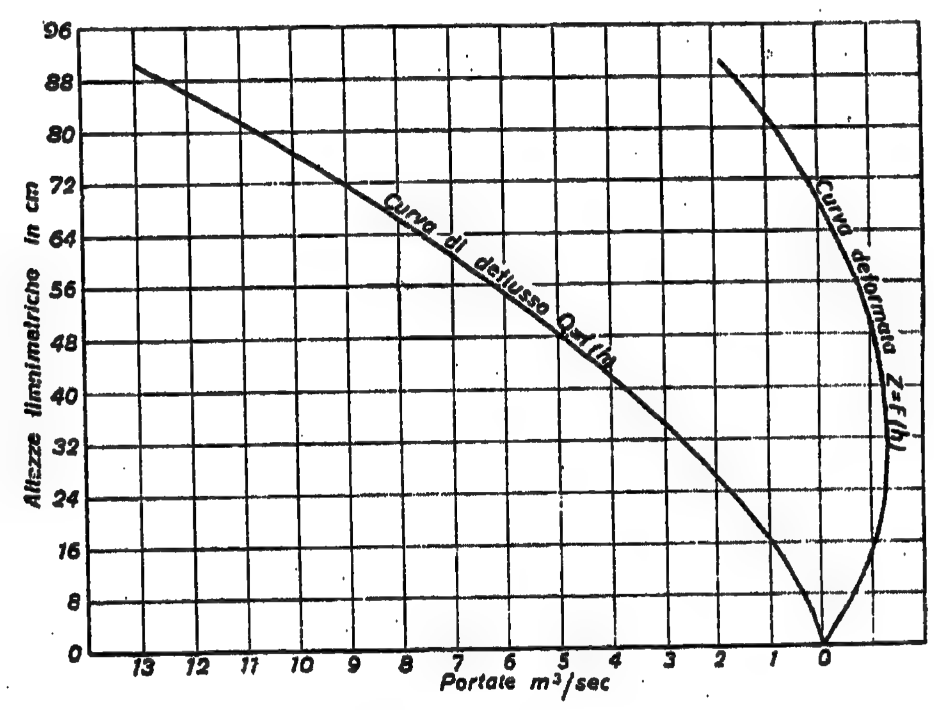


Fig. 5.

geometrica di uno spostamento lungo l'asse delle z e di uno spostamento parallelo all'asse delle x. Supponendo ora che lo spostamento x sia applicato anche al punto D, secondo le dimostrazioni date, il sistema articolato trasmetterà al punto B una legge di movimento espressa dalla relazione

$$y = m\ F\ (x) + x$$

quando si supponga l'asse delle y sovrapposto all'asse delle x.

Se ora vogliamo che il movimento del punto B risulti imposto dalla espressione $y = f\,(x)$ dovrà essere

$$F\ (x) = \frac{f\ (x) - x}{m}.$$

Ricaviamo quindi che: *Condizione necessaria alla realizzazione di un moto del punto B con legge $y = f\,(x)$ è che il vincolo da imporre al movimento del punto H sia rappresentato non dalla espressione di trasformazione imposta ma bensì da una sua semplice deformata*

$$F\ (x) = \frac{f\ (x) - x}{m}.$$

Questa condizione è di notevole interesse pratico permettendo di ottenere un campo di escursione nei valori y ed x notevolmente ampio pur con dimensioni del sistema articolato molto ridotte. Ciò è reso evidente dalle figure 3, 4 e 5 che riportano alcuni casi pratici.

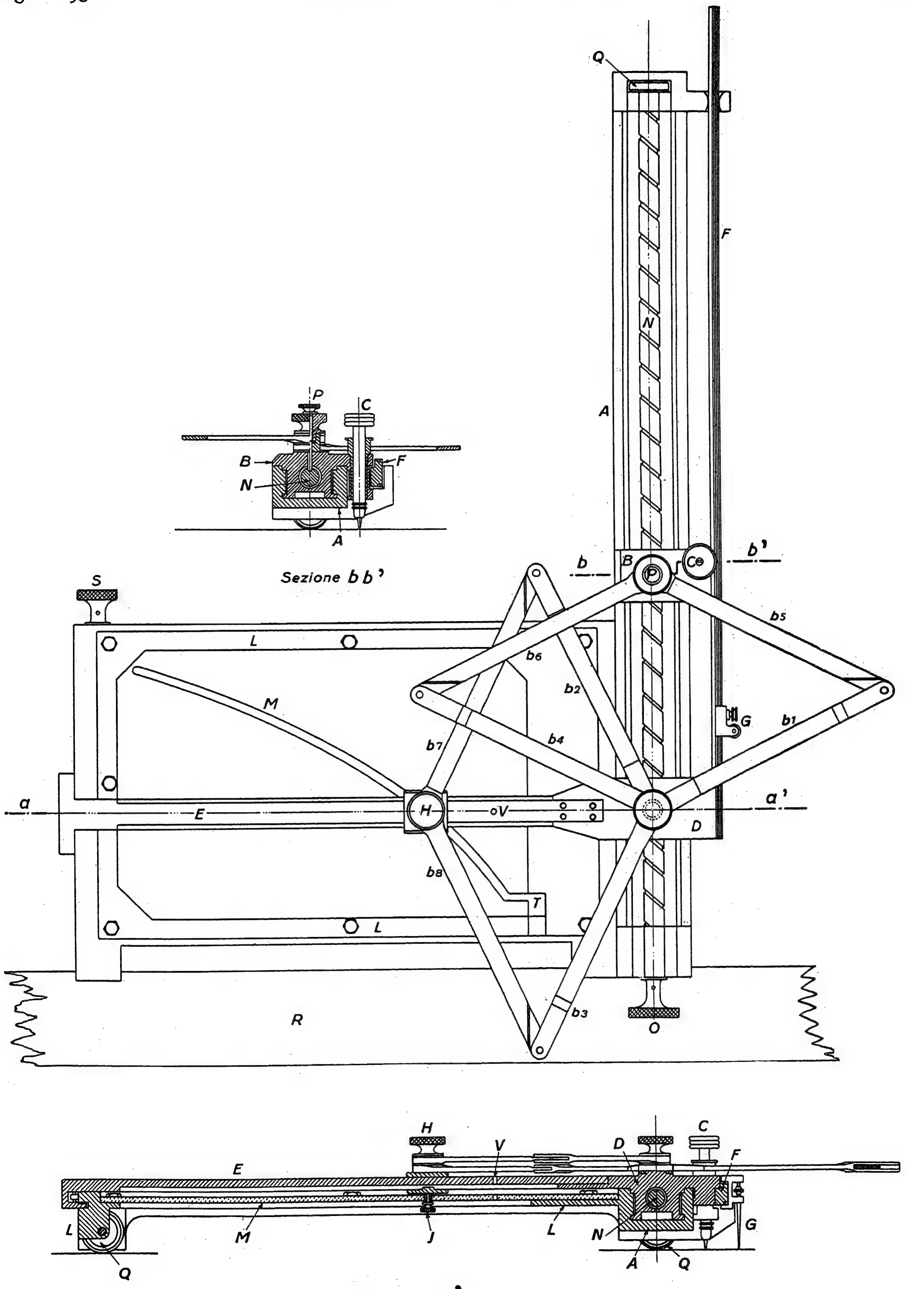

Q
F
N
A
P
C
B
F
N
A
Sezione b b'
b
B
P
Ce
b'
S
L
b5
b6
b2
M
G
b1
b7
b4
a
E
H
V
a'
D
b8
T
L
R
b3
O
H
V
C
D
F
E
L
M
J
L
N
G
Q
A
Q
Sezione a a'

Fig. 6.

Se infine imponiamo al sistema d'assi cartesiani un moto di traslazione parallelo all'asse delle z, definito dal parametro t, otterremo attraverso il punto B lo sviluppo del diagramma $y = x(t)$ quando il punto D segua il diagramma primitivo $x(t)$ e trasmetta al punto H lo spostamento di traslazione x.

Dalla condizione $a = b$ sopra ricavata risulta attraverso le espressioni che legano le caratteristiche geometriche del sistema articolato, un rapido proporzionamento del sistema stesso.

Abbiamo infatti

$$E - e = a \sqrt{2} \left[\sqrt{1 - \cos \varphi'} - \sqrt{1 - \cos \varphi''}\right]$$

$$E = a \sqrt{2} \sqrt{1 - \cos \varphi'}$$

$$e = a \sqrt{2} \sqrt{1 - \cos \varphi''}$$

Praticamente ho trovato che i limiti di variazione dell'angolo è bene tenerli fra

$$\cos \varphi' = 0.9712$$

$$\cos \varphi'' = 0.8432$$

e ne risulta che

$$E - e = 1.43\ a$$

$$E = 1.99\ a$$

$$e = 0.56\ a$$

Naturalmente questi valori non sono di carattere assoluto e li riporto unicamente per maggior chiarezza.

Descrizione del funziografo.

La realizzazione pratica dei due principî su esposti è rappresentata nella fig. 6.

Lungo la guida A opportunamente sagomata scorre, comandato dalla vite N di passo conveniente, il carrello principale B con la punta scrivente C. Imperniato su questo carrello, il sistema articolato $b_1 - b_8$ ne segue, deformandosi, gli spostamenti e li trasmette al carrello guida G. Questo carrello compone il movimento trasmessogli dal sistema articolato, con il vincolo derivante dal perno a rullo I, obbligato nel suo moto a seguire la sagoma M, e ne trasmette la risultante al carrello secondario D e quindi alla punta indice G.

L'apparecchio poggia su quattro rotelle Q ed è guidato nel suo moto da una comune riga da disegno R. Il moto di traslazione provocato dal bottone S calettato sul treno di rotelle posteriori o comunque derivante, composto con quello ortogonale dovuto alla vite N, determina, attraverso la punta scrivente C, lo sviluppo del diagramma trasformato quando la punta indice H segua quello primitivo.

La sagoma M può essere facilmente tracciata in una lastrina di celluloide seguendo con una punta a fresa una sagoma precedentemente tracciata in lamierino.

La sagoma va introdotta e fissata sul telaio quando il carrello H stia nella sua sede di riposo T.

Il foro di spia V messo in corrispondenza con un punto del diagramma di coordinate note permette una immediata registrazione dell'indice G lungo il corsoio F e la possibilità di determinare il valore y della base del diagramma. Il corsoio F è di lunghezza praticamente sufficiente a far si che il diagramma trasformato sia contenuto nello stesso foglio del diagramma primitivo.

In alcuni casi, del resto molto particolari, risulta più conveniente comandare con la vite N il carrello secondario D invece di quello principale B. La modifica, del resto intuitiva, è indicata nello schizzo planimetrico.

Applicazioni.

Dalla estensione più generale data alla definizione del «Funziografo» risultano come applicazioni pratiche:

1°) la trasformazione di diagrammi rappresentanti dati sperimentali primitivi (altezze limnimetriche, diagrammi d'invaso, ecc.) nei loro diagrammi derivati (portate, diagrammi di capacità, ecc.) attraverso leggi di derivazione sperimentali o analitiche (curve di deflusso, diagrammi dei volumi, ecc.);

2°) l'amplificazione o riduzione a rapporto costante della scala delle altezze di un diagramma lasciandone inalterata l'altra dimensione;

3°) la possibilità di ricavare contemporaneamente attraverso un *solo comando* applicato al bottone O un diagramma primitivo e il suo derivato, quando alla punta indice G si sostituisca una punta scrivente e il moto di traslazione venga affidato alla carta di diagramma. La possibilità di un unico comando porta il vantaggio pratico di una registrazione diretta del dato primitivo di effettiva realtà.

Se questo metodo, applicato ai limnigrafi in modo da renderli contemporaneamente registratori di portata, sia da preferire in confronto della soluzione già da tempo nota delle puleggie sagomate, non ho potuto finora verificarlo sperimentalmente, ma dovrà risultare da una prossima applicazione che mi prometto di realizzare.

L'apparecchio sopra descritto è stato da me studiato e costruito in relazione agli studi idrografici eseguiti presso la Direzione Costruzioni Idrauliche della Società Meridionale di Elettricità.

Napoli, 31 marzo 1930 - VIII.

Ing. Carlo Drioli.

L'ordinamento razionale amministrativo-contabile della sezione utenti di una azienda elettrica, riferito all'archivio dei contratti, agli schedari degli utenti ed alla statistica dei consumi

Ebbi occasione di intrattenermi tempo addietro con una personalità dell'industria elettrica in Italia in merito all'interessante, pregevole articolo dell' Eg. Ing. Levi Cases pubblicato sul numero di marzo c. a. di questa Rivista.

In tale colloquio, in cui io intervenivo nella mia veste di «amministrativo», si convenne nella opportunità, direi quasi nella necessità, di uniformare con criteri e mezzi razionali, pratici ed economici il vasto e complesso funzionamento amministrativo e contabile delle Aziende Elettriche e particolarmente delle Sezioni Utenti, in modo da poter ottenere « normalmente » dati precisi relativi alle varie utenze e di conseguenza rendere possibile il seguire l'« erogazione » dell'energia prodotta a traverso le varie e più interessanti fonti di consumo.

Affronto il problema con il seguente articolo, lontano dall'idea di aver trovato sull'argomento il sistema migliore, ma lusingato dalla speranza che ottimi e competenti colleghi intervengano nell'esame e nella discussione del problema proposto con la loro competenza e con altrettanto entusiasmo e buona volontà.

In proposito richiamo all'attenzione del lettore l'interessante e dettagliata memoria scritta dall'Egr. Rag. Luigi Bergamaschini dell'Azienda Elettrica Municipale di Torino, dal titolo: « Organizzazione del lavoro di accertamento, contabilizzazione e incasso dei consumi presso l'Azienda Elettrica Municipale di Torino »; memoria presentata al 3° Congresso Internazionale di Organizzazione Scientifica del Lavoro tenuto a Roma nel mese di Settembre 1927-V, e pubblicata nel Volume II degli Atti del Congresso, pag. 804.

I benefici dalla cordiale collaborazione auspicata, non potranno certamente mancare.

Archiviazione verticale dei contratti.

Il sistema della « classificazione o della archiviazione verticale della corrispondenza », riconosciuto ormai razionale, pratico ed economico da aziende industriali e commerciali importanti, dovrebbe essere seriamente esaminato anche dalle aziende elettriche, per quanto riguarda la conservazione dei contratti di fornitura energia elettrica per illuminazione e forza motrice sottoscritti dai singoli utenti.

Non si crede di esagerare affermando che oggi la quasi totalità delle aziende per distribuzione di energia elettrica (si possono aggiungere anche quelle per la distribuzione di gas e acqua potabile) usano il sistema della archiviazione orizzontale, valendosi, all'uopo, di cartelliere o di semplici casellari o scaffali, oppure adoperando dei raccoglitori i quali, sempre nel campo dell'archiviazione in esame, danno luogo all'inconveniente della perforazione, e richiedono parecchio tempo, e talvolta parecchia pazienza, per asportare ed esaminare un contratto, massime se a questo è annessa della corrispondenza e per riporlo a posto.

La cartella contratto individuale (fig. 1) sulla quale è basato il sistema dell'archiviazione verticale, elimina gli inconvenienti dei vecchi sistemi e acconsente di custodire, con grande economia di spazio, i diversi contratti in cassetti scorrevoli.

L'archiviazione verticale sarà resa pratica e razionale mediante la classificazione alfabetica.

Appositi cartoncini rigidi, con guide visibili sporgenti, divideranno i contratti in vari gruppi, in modo che, a cassetto aperto, l'occhio, vedendo direttamente le guide alfabetiche, possa facilmente individuare il contratto ricercato.

Che se poi si applica il concetto della diversità di tinta del modulo di contratto, per esempio:

bianco, per contratti di illuminazione a contatore,

rosa pallido, per contratti cumulativi di forza e di illuminazione a contatore (difficilmente avviene la richiesta per sola forza motrice),

verde pallido, per contratti illuminazione a forfait,

paglierino, per contratti cumulativi di forza e di illuminazione a forfait,

l'archiviazione verticale può, senza aggravio alcuno, facilitare eventuali operazioni di verifica e di accertamento e la sollecita evasione di particolari richieste di dati e di informazioni specialmente di carattere statistico.

Il contratto sarà completato a mano in tutte le sue parti, mentre nelle caselline a sinistra del bordo sovrastante, verranno stampati i dati contenuti nelle targhette metalliche antecedentemente punzonate nella misura *di una per ogni utenza*, in modo che il personale incaricato della archiviazione dei contratti, possa assicurarsi dell'avvenuta inscrizione dell'utente fra gli impianti funzionanti.

Schedari.

Nelle grandi Aziende Elettriche è quasi standardizzata la suddivizione degli utenti nelle categorie:

Utenti illuminazione e utenti forza, sia a contatore che a forfait e le categorie distinte alla loro volta:

1) « privati » ed « esercenti »;
2) a tariffa normale e speciale;
3) di grande, media e piccola importanza.

La categoria viene contraddistinta dalle sigle:

Lc per utenti illuminazione a contatore;
Lf per utenti illuminazione a forfait;
Fc per utenti forza a contatore;
Ff per utenti forza a forfait,

le quali sigle trovano corrispondenza nel colore della scheda nominativa e precisamente:

bianco	per utenti	illuminazione	a contatore;
rosa pallido .	»	»	forza a contatore;
verde pallido	»	»	illuminazione a forfait;
paglierino ..	»	»	forza a forfait;

colori uguali a quelli dei moduli di contratto sopra esaminati, mentre le ulteriori successive suddivisioni 1 - 2 - 3 vengono precisate mediante i numeri dall'1 al 12 come dal seguente specchio:

« PRIVATI »	a tariffa normale	piccola importanza	1
		media »	2
		grande »	3
	a tariffa speciale	piccola »	4
		media »	5
		grande »	6
« ESERCENTI »	a tariffa normale	piccola importanza	7
		media »	8
		grande »	9
	a tariffa speciale	piccola »	10
		media »	11
		grande »	12

Le suddette indicazioni numeriche precedute dalle sigle sopra specificate, fanno parte degli elementi indispensabili costituenti la targhetta metallica dell'utente, e devono risultare su ogni scheda in modo istantaneo, mediante una sporgenza a sinistra o a destra del lato superiore della scheda stessa.

Deposito { Eseguito il 15-2-1930 / Bolletta N. 7875 L. 50.—

Collaudo { Pagato il 15-2-1930 / Bolletta N. 15360

Posa cont. { Pagato il 15-2-1930 / Bolletta N. 9376

} Rimessi bollettini all'officina il 15-2-1930

Allacc.to eseguito il 1-3-1930

Subentra a ....

Cessato il funzionamento il ....

per ....

Protocollo Cessazioni N. ....

Annotazioni

....

a tergo è stampato il testo del contratto

58795-Lc8-BRUNELLI FRANCESCO
Via Mercato Vecchio 5
33- Forniture Industriali
Via S. Benedetto 12

N.° Prot. 58795
Categ. Lc 8
Classe 33

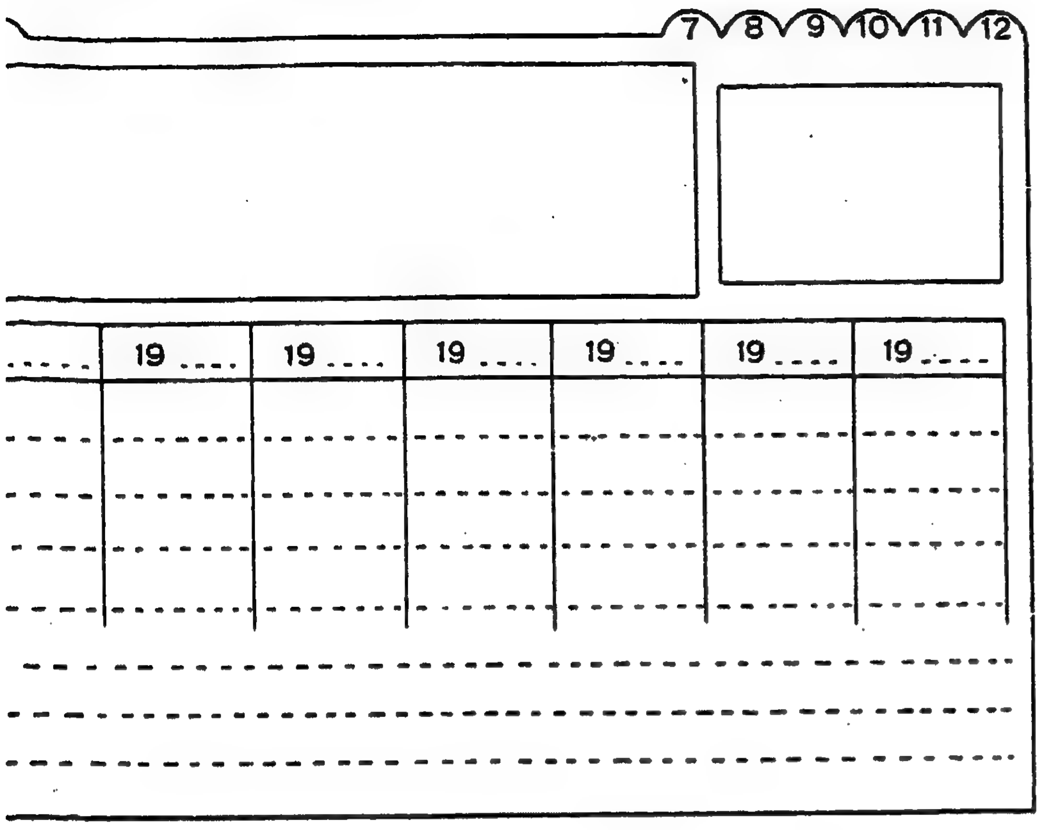
Utente *Brunelli Francesco*
Località *Via Mercato Vecchio 5*
Rione N. *15* Giro N. *6*

(lembo per individuare il contratto e chiudere la tabella)

Fig. 1. - Cartella-contratto individuale.

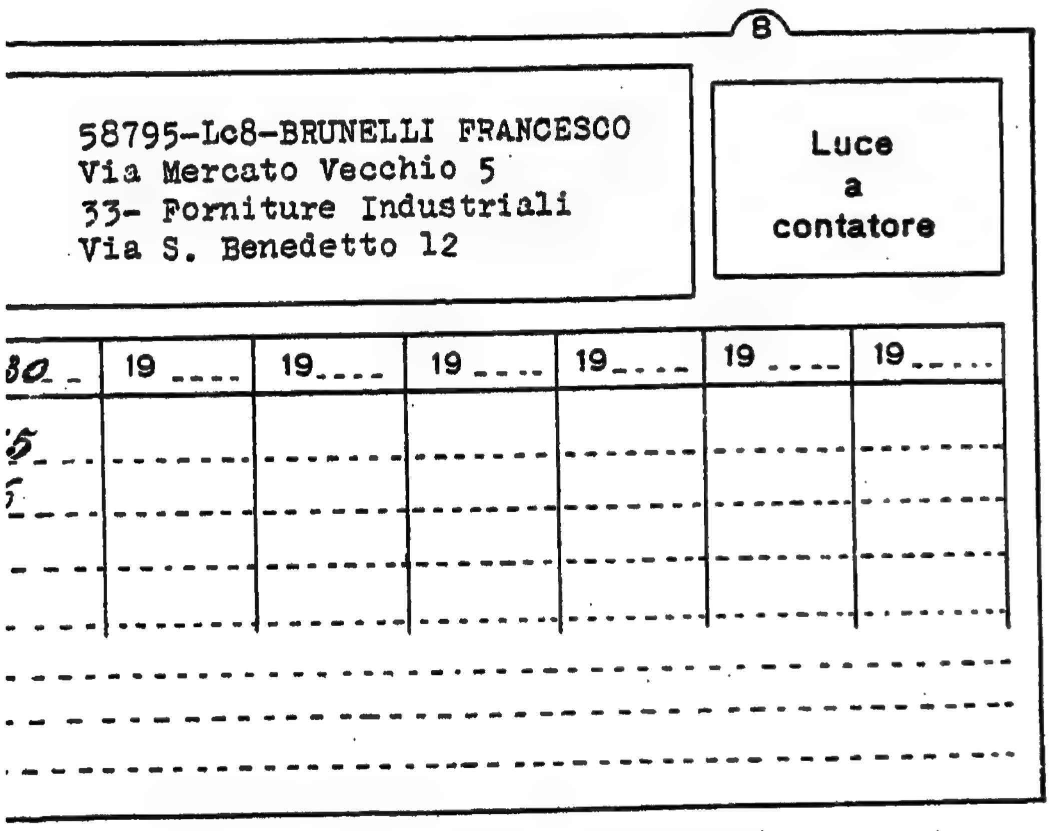
·········· linee secondo cui viene piegato il modulo.

fig. 2) sono stampate nei quattro colori sopra-
ɔondenti alle categorie delle utenze e sono con-
do da avere al lato superiore sei sporgenze a
destra, con uno spazio libero nel centro per la
inativo e per la visibilità dell'indice sporgente
lfabetico divisorio.



. 2. - Scheda per rubrica nominativa.
.ensioni scheda originale cm 18 × 10,5).

mpati sulla scheda, con l'apposita macchina per
menti contenuti sulla targhetta metallica, dato
.enti è compreso, come detto sopra, anche quello
divisioni 1 - 12, si asporteranno le sporgenze che
(fig. 3).
ivamente le singole schede negli appositi cassetti
schedari, la corrispondenza degli indici sporgenti
d'occhio e nel modo più rapido, semplice, ra-



:. 3. - Scheda per rubrica nominativa.

ıomico gli utenti, nelle dodici suddivisioni esa-
: il colore degli indici preciserà la categoria del-

ɔpartenenti alla categoria « ESERCENTI » ven-
volta suddivise in 34 classi, come dal prospetto
ıssi possono aumentare o diminuire a seconda dei
singole Aziende):

Uffici Commerciali, di rappresentanza, di collocamento, di informazione, di trasporti;
Agenzie di pubblicità in genere (Pubbl. luminosa)
Banche e Assicurazioni;
Amministrazioni Pubbliche;
Professionisti sanitari;
Professionisti Ingegneri, Architetti, Scultori, Pittori, Edili, ecc;
Professionisti Avvocati, Procuratori, Notai, Ragionieri, ecc;
Alberghi, Pensioni;
Caffè, Restaurant, Trattorie, Osterie;
Bar e Pasticcerie;

III	11	Teatri;	
	12	Cinematografi;	
	13	Esposizioni, Fiere, Mercati;	
	14	Associazioni e Circoli culturali, politici, sportivi e di divertimento;	
IV	15	Ospedali e Case di Cura;	
	16	Collegi, Convitti, Istituti di Beneficenza;	
	17	Chiese e Conventi;	
V	18	Fonderie in genere e Stabilimenti Siderurgici;	
	19	Stabilimenti Meccanici e Metallurgici;	
	20	Stabilimenti di filatura, di tessitura, tintorie e stamperie tessuti in genere;	
	21	Stabilimenti per la lavorazione del legno;	
	22	Stabilimenti Chimici e Farmaceutici;	
	23	Stabilimenti Arti grafiche, tipografie e stamperie;	
	24	Imprese edilizie e stradali;	
	25	Imprese auto-trasporti e garages;	
VI	26		generi alimentari e latterie;
	27		vestiario, mercerie, profumerie, chincaglierie, articoli da viaggio;
	28	Magazzini	mobili e arredamento in genere della casa;
	29	Depositi	librerie, cartolerie, oggetti di cancelleria;
	30		farmacie e prodotti chimoco-farmaceutici ed igienici;
	31	Negozi	parrucchieri;
	32		fotografi e articoli di fotografia, sport in genere;
	33		articoli industriali;
	34		diversi.

Il numero che contraddistingue la classe fa parte delle indicazioni della targhetta metallica dell'utente.



Questa è del formato di cm 9 × 2,50, formato comune è il più economico, avente quattro righe utilizzabili, nelle quali verranno ripartite le indicazioni seguenti:

1ª riga: numero dell'utente (corrispondente al numero di protocollo della domanda); una delle quattro sigle Lc-Lf-Fc-Ff; il numero di categoria (Numeri dall'1 al 12); cognome e nome dell'utente.

2ª riga: località dell'utenza.

3ª riga: numero della classe « ESERCENTI » e specificazione dell'« ESERCIZIO ».

4ª riga: località del recapito per l'esazione.

Per tutte le utenze prive di recapito e per quelle della categoria « PRIVATI », la seconda riga della targhetta potrà essere utilizzata per il completamento del cognome e del nome, qualora questi dati non potessero essere contenuti interamente nella prima riga.

Tutte le indicazioni sopra specificate verranno desunte dal modulo di contratto che sarà trasmesso, ad utenza perfezionata, al personale incaricato dell'esercizio delle macchine per indirizzi, ed a prova dell'eseguita punzonatura della targhetta e per dar modo al controllo ed all'archivio di assicurarsi della sua regolarità, verrà effettuata sul modulo di contratto la stampa nell'apposito spazio a sinistra del bordo sovrastante.

Su ciascuno dei quattro tipi di schede sopracitate sarà stampata, nella casellina a destra dello spazio riservato alla impressione della targhetta metallica dell'utente, la indicazione:

Illuminazione a contatore: per la scheda bianca,
Forza motrice a contatore: per la scheda rosa pallido,
Illuminazione a forfait: per la scheda verde pallido,
Forza motrice a forfait: per la scheda paglierino;

le quali indicazioni troveranno logicamente esatta corrispondenza colla sigla che precede il numero di suddivisione dell'utenza, oltre che col colore della scheda stessa.

La rubrica nominativa sopra esaminata viene completata da altre tre rubriche e precisamente:

rubrica stradale,
rubrica « ESERCENTI »,
rubrica sottostazioni.

Le schede relative (v. figure 4, 5 e 6) sono confezionate per tinta ed indici sporgenti come la rubrica nominativa, solo il formato è un po' più piccolo in altezza e il contenuto a stampa

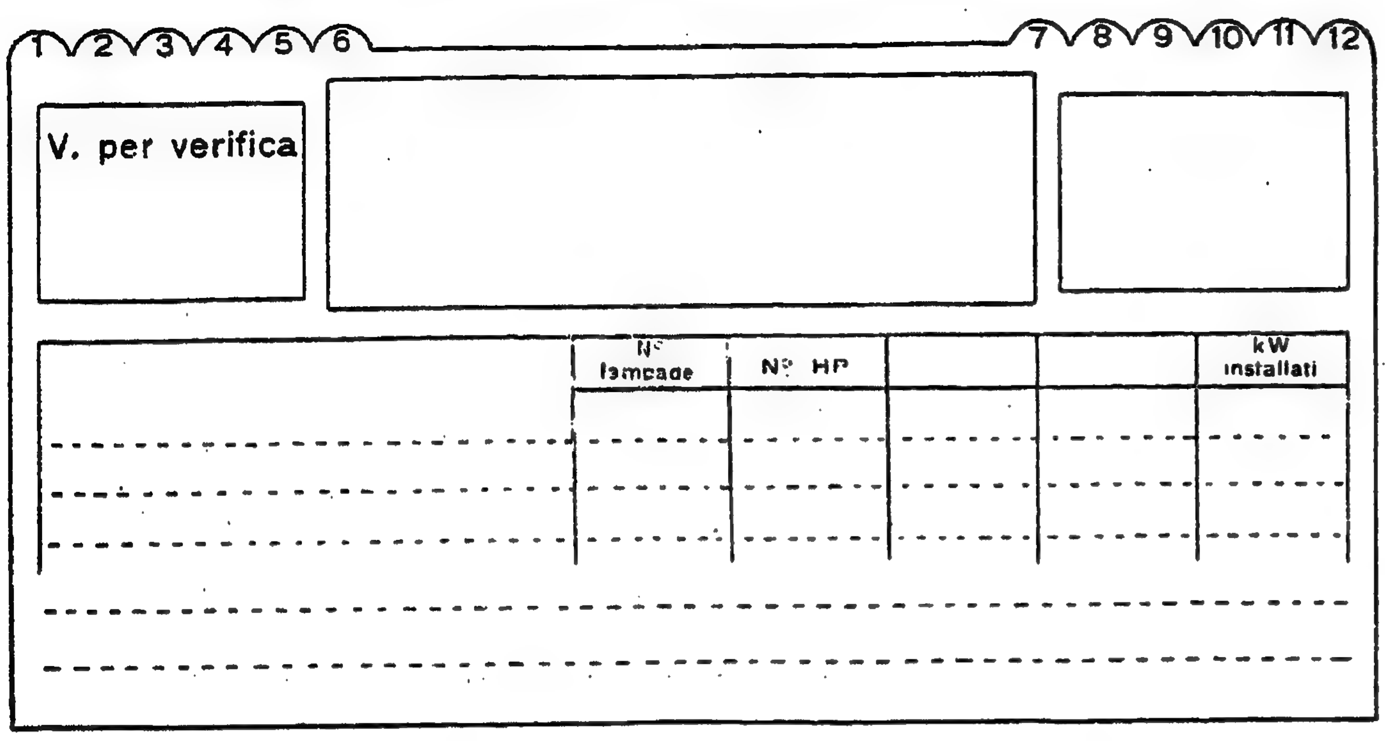


Fig. 4. - Scheda per rubrica stradale.

diverso; vengono intestate, servendosi della stessa targhetta metallica, successivamente alla scheda della rubrica nominativa, in tal modo si evita ogni e qualsiasi possibilità di errori fra le indicazioni delle varie schede riguardanti l'utente.

In che ordine devono essere tenute le schede delle quattro rubriche esaminate?

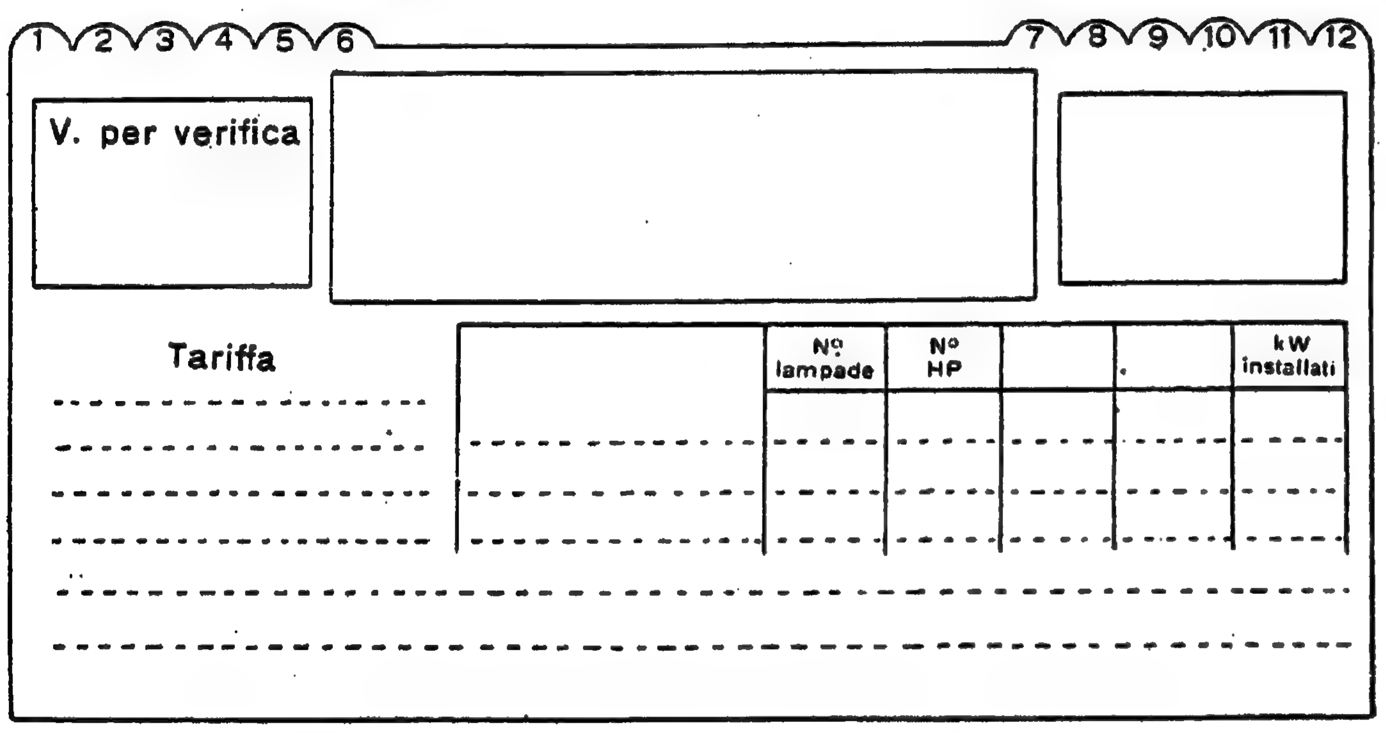


Fig. 5. - Scheda per rubrica categoria « Esercenti ».

Rubrica nominativa: in ordine alfabetico non solo della lettera iniziale, ma anche delle successive, con cartellini divisori muniti di indici sporgenti visibili per la razionale divisione in gruppi,

Rubrica stradale: in ordine alfabetico stradale con cartellini divisori muniti di indici sporgenti visibili portanti il nome della strada o della località.

Ogni gruppo stradale in ordine di numero civico, ed ogni numero civico in ordine alfabetico nominativo di utente.

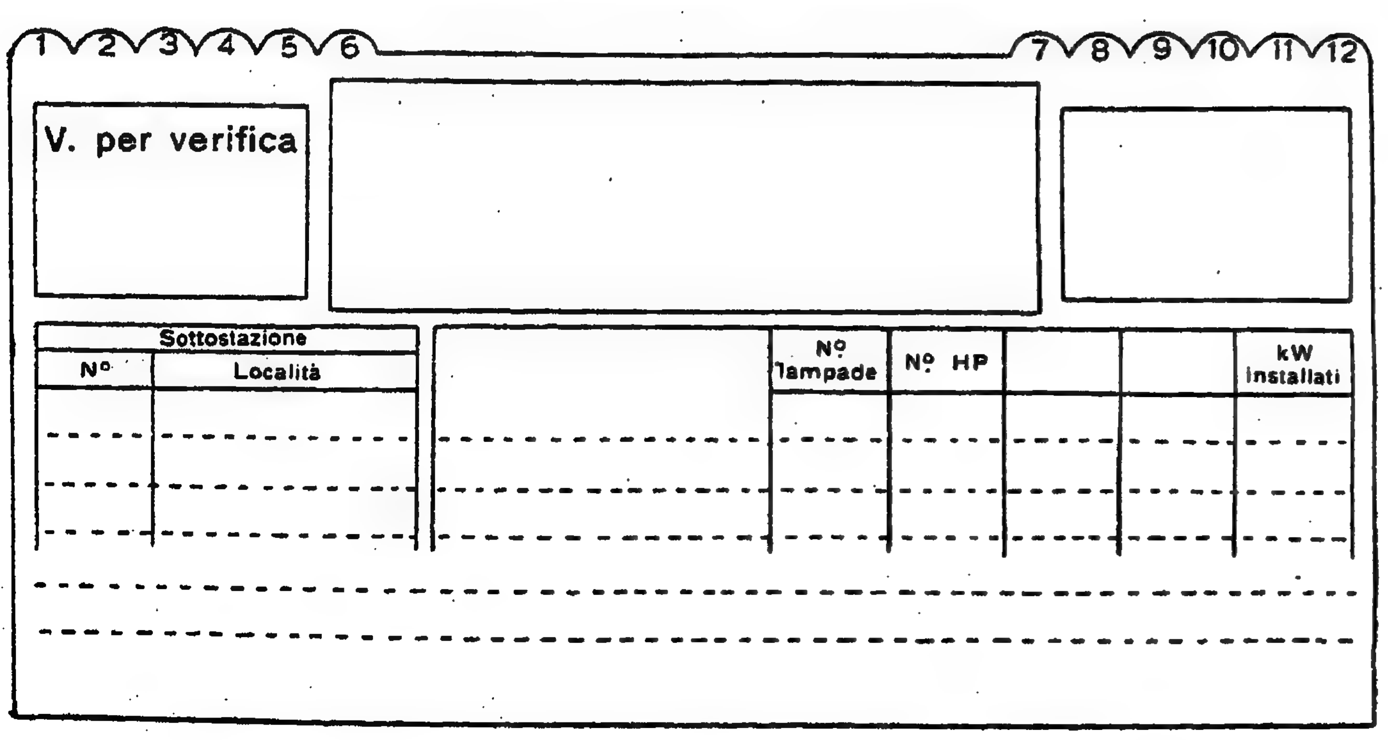


Fig. 6. - Scheda per rubrica sottostazioni.

Rubrica « Esercenti »: nell'ordine del numero di classe di cui allo specchio precedente, con cartellini divisori muniti di indici sporgenti visibili portanti l'indicazione del numero dela classe, ed ogni classe in ordine alfabetico nominativo di utentle

Rubrica sottostazioni: in ordine di numero di sottostazione con cartellini divisori muniti di indici sporgenti visibili portanti l'indicazione del numero della sottostazione, ed ogni sottostazione in ordine stradale e questo, alla sua volta, in ordine alfabetico nominativo di utente.

Quali i vantaggi pratici e razionali dei quattro schedari esaminati?

a) *La rubrica nominativa* oltre a permettere, come tutte le altre rubriche del genere la ricerca della partita dell'utente, mantiene costantemente aggiornata la suddivisione in categorie di utenza, con riferimento tanto alla modalità di fornitura e all'uso dell'energia, quanto all'importanza dell'utente ed alla tariffa applicata.

b) *La rubrica stradale* oltre ad accertare le utenze effettivamente funzionanti nelle varie località, offre anche la stessa suddivisione in categorie di cui sub a) e rende possibile per ogni località l'accertamento della potenza e del numero delle lampade e degli HP installati.

c) *La rubrica « Esercenti »* permette in modo rapido e preciso, di determinare il numero delle utenze relative alla categoria esercenti suddivise per classi e per ogni classe i dati di impianto di cui sub b).

d) *La rubrica sottostazioni* acconsente di stabilire la potenza installata facente carico ad ogni sottostazione.

STATISTICA DEI CONSUMI.

Quanto è stato fino ad ora esaminato riguarda l'utenza « in atto », indipendentemente dal consumo di energia effettuato.

Esaminiamo ora l'utenza dal lato del consumo e la possibilità di collegare questo con la suddivisione statistica dettagliatamente esposta in precedenza.

Non è opportuno ora soffermarsi sull'ordinamento razionale amministrativo e contabile della sezione utenti di una azienda elettrica, perchè la materia è vastissima e richiederebbe una unga esposizione corredata da un numero non indifferente di moduli.

L'ordinamento è opportuno venga trattato dividendolo nelle sue parti più importanti e cioè:

1°) Rapporti della sezione utenti con il pubblico o con reparti di officina;
2°) lettura contatori;
3°) liquidazione consumi;
4°) riassunto generale consumi;
5°) esazione;
6°) reclami e consulenza legale.

In prosieguo di tempo potrà essere esaminato e singolarmente, il funzionamento delle 6 suddivisioni sopra elencate; intanto è sufficiente limitarsi ad alcuni cenni, indispensabili, sulla modalità delle liquidazioni e del riassunto dei consumi.

Come per la intestazione delle varie schede esaminate si è dimostrata la necessità di un impianto completo di macchine per indirizzi, necessità che maggiormente sussiste per l'intestazione delle bollette, così per la liquidazione e il riassunto dei consumi si rende altrettanto necessario l'uso di macchine addizionatrici-sottratrici scriventi, con dispositivi automatici per l'inserimento dei fogli, per la spaziatura e per la tabulazione.

Nei riguardi delle macchine per indirizzi si ritiene opportuno fare presente che uno speciale dispositivo, chiamato rigo fisso, installato sulla macchina stampatrice, acconsente la stampa del mese al quale si riferisce il consumo, contemporaneamente alla intestazione delle bollette.

Quello che si deve ottenere per facilitare la statistica dei consumi è l'accertamento rapido e semplice di questi a seconda delle categorie e delle classi di utenti, come pure a seconda delle tariffe, dei raggruppamenti topografici e del carico sottostazioni.

Tale accertamento può effettuarsi in due modi:

1°) dallo spoglio dei singoli fogli di riassunto;
2°) dalle copie espressamente eseguite delle bollette consumo.

Il modulo di riassunto (fig. 7) contiene le colonne per la categoria, per la classe e per il prezzo o tariffa.

In base alle indicazioni che verranno trascritte su dette colonne (indicazioni rilevate dai libri di lettura) si potrà facilmente con una macchina addizionatrice celere non scrivente riassumere ogni singolo foglio, o vari fogli di un giro o di un rione, per ordine

...ssione mese di .... Riassunto Rione .... Giro ....

...e	Cate-goria	Classe	Letture		Diffe-renza kWh	Prezzo per kWh	Importo consumo e tasse	Nolo contatore		Bollo	Totale	N. bolletta	Data esazione
			del mese	precedenti									

(recto)

DISTINTA BOLLETTE

Emissione di .... Rione .... Giro ....

Rese	Esatte	Importo bollette	N. bolletta	Bollette trattenute in cassa

(tergo)

Fig. 7. - Foglio di riassunto con annessa distinta bollette stampata sul retro del foglio e da sovrapporre a questo.

Abbon. al bollo

Per Quietanza

Illuminazione a Contatore - Bolletta N. ....

58795-Lc8-BRUNELLI FRANCESCO
Via Mercato Vecchio 5
33- Forniture Industriali
Via S. Benedetto 12

GENNAIO 1930.

Letture		kWh consumati	Prezzo per kWh	Importo consumo e tasse	Nolo contatore		Bollo	Totale
del mese	precedente							

Nel prezzo per kWh sono comprese L. 0,30 di tassa governativa e L. 0,20 di tassa comunale. Con riserva di esazione di qualunque arretrato.

(retro metà superiore bolletta)

Illuminazione a Contatore - Bolletta N. ....

Bollettino

per classificazione dei consumi

58795-Lc8-BRUNELLI FRANCESCO
Via Mercato Vecchio 5
33- Forniture Industriali
Via S. Benedetto 12

GENNAIO 1930.

	kWh consumati	Prezzo	Importo consumo e tasse

Fig. 8. - Bolletta bianca consumo, sciolta.

Figura 9.

Bolletta consumo a striscie.

Abbon. al bollo

Per Quietanza

Illuminazione a Contatore - Bolletta N. ....

58795-Lc8-BRUNELLI FRANCESCO
Via Mercato Vecchio 5
33- Forniture Industriali
Via S. Benedetto 12

GENNAIO 1930.

Letture		Kw-ora consumati	Prezzo per Kw-ora	Importo consumo e tasse	Nolo contatore		Bollo	Totale
del mese	precedente							

Nel prezzo per Kw-ora sono comprese L. 0,30 di tassa governativa e L. 0,20 di tassa comunale. Con riserva di esazione di qualunque arretrato.

Abbon. al bollo

Per Quietanza

Illuminazione a Contatore - Bolletta N. ....

58795-Lc8-BRUNELLI FRANCESCO
Via Mercato Vecchio 5
33- Forniture Industriali
Via S. Benedetto 12

GENNAIO 1930.

Letture		Kw-ora consumati	Prezzo per Kw-ora	Importo consumo e tasse	Nolo contatore		Bollo	Totale
del mese	precedente							

Nel prezzo per Kw-ora sono comprese L. 0,30 di tassa governativa e L. 0,20 di tassa comunale. Con riserva di esazione di qualunque arretrato.

Abbon. al bollo

Per Quietanza

Illuminazione a Contatore - Bolletta N. ....

58795-Lc8-BRUNELLI FRANCESCO
Via Mercato Vecchio 5
33- Forniture Industriali
Via S. Benedetto 12

GENNAIO 1930.

Letture		Kw-ora consumati	Prezzo per Kw-ora	Importo consumo e tasse	Nolo contatore		Bollo	Totale
del mese	precedente							

Nel prezzo per Kw-ora sono comprese L. 0,30 di tassa governativa e L. 0,20 di tassa comunale. Con riserva di esazione di qualunque arretrato.

Abbon. al bollo

Per Quietanza

Illuminazione a Contatore - Bolletta N. ....

58795-Lc8-BRUNELLI FRANCESCO
Via Mercato Vecchio 5
33- Forniture Industriali
Via S. Benedetto 12

GENNAIO 1930.

Letture		Kw-ora consumati	Prezzo per Kw-ora	Importo consumo e tasse	Nolo contatore		Bollo	Totale
del mese	precedente							

Nel prezzo per Kw-ora sono comprese L. 0,30 di tassa governativa e L. 0,20 di tassa comunale. Con riserva di esazione di qualunque arretrato.

Abbon. al bollo

Per Quietanza

Illuminazione a Contatore - Bolletta N. ....

58795-Lc8-BRUNELLI FRANCESCO
Via Mercato Vecchio 5
33- Forniture Industriali
Via S. Benedetto 12

GENNAIO 1930.

Letture		Kw-ora consumati	Prezzo per Kw-ora	Importo consumo e tasse	Nolo contatore		Bollo	Totale
del mese	precedente							

Nel prezzo per Kw-ora sono comprese L. 0,30 di tassa governativa e L. 0,20 di tassa comunale. Con riserva di esazione di qualunque arretrato.

Fig. 9. - Bollette di consumo in striscie.

Illuminazione a Contatore - Bolletta N. ....

Bollettino per classificazione dei consumi

58795-Lc8-BRUNELLI FRANCESCO
Via Mercato Vecchio 5
33- Forniture Industriali
Via S. Benedetto 12

GENNAIO 1930.

Kw-ora consumati	Prezzo	Importo consumo e tasse	Nolo contatore		Bollo	Totale

Illuminazione a Contatore - Bolletta N. ....

Bollettino per classificazione dei consumi

58795-Lc8-BRUNELLI FRANCESCO
Via Mercato Vecchio 5
33- Forniture Industriali
Via S. Benedetto 12

GENNAIO 1930.

Kw-ora consumati	Prezzo	Importo consumo e tasse	Nolo contatore		Bollo	Totale

Illuminazione a Contatore - Bolletta N. ....

Bollettino per classificazione dei consumi

58795-Lc8-BRUNELLI FRANCESCO
Via Mercato Vecchio 5
33- Forniture Industriali
Via S. Benedetto 12

GENNAIO 1930.

Kw-ora consumati	Prezzo	Importo consumo e tasse	Nolo contatore		Bollo	Totale

Illuminazione a Contatore - Bolletta N. ....

Bollettino per classificazione dei consumi

58795-Lc8-BRUNELLI FRANCESCO
Via Mercato Vecchio 5
33- Forniture Industriali
Via S. Benedetto 12

GENNAIO 1930.

Kw-ora consumati	Prezzo	Importo consumo e tasse	Nolo contatore		Bollo	Totale

Illuminazione a Contatore - Bolletta N. ....

Bollettino per classificazione dei consumi

58795-Lc8-BRUNELLI FRANCESCO
Via Mercato Vecchio 5
33- Forniture Industriali
Via S. Benedetto 12

GENNAIO 1930.

Kw-ora consumati	Prezzo	Importo consumo e tasse	Nolo contatore		Bollo	Totale

del numero di categoria, di classe ed anche di tariffa, *limitatamente ai kWh consumati e all'importo del consumo*.

Il secondo sistema di accertamento è senza dubbio più sollecito ed acconsente una maggiore chiarezza di dettagli; esso richiede però la copia della bolletta consumo.

Le bollette consumo possono essere di due specie:

1°) isolate (fig. 8),
2°) a striscie di 5 bollette ciascuna (fig, 9) e volendo anche di più.

In tutti e due i casi il colore delle bollette è opportuno corrisponda a quello dei contratti e delle schede.

Le bollette isolate sono costituite da un foglietto piegato in due alla estremità superiore; la parte esterna contiene l'originale e la parte interna la scheda, o bollettino statistico, per la classificazione dei consumi.

Nel retro dell'originale esistono tre tratti « carbonati » corrispondenti agli spazi destinati all'intestazione, ai kWh consumati, alla tariffa e all'importo del consumo.

Detti tratti « carbonati » che suppliscono, in modo geniale, la comune carta a carbone, acconsentono la compilazione della scheda statistica contemporaneamente all'intestazione e alla liquidazione della bolletta consumo.

Quindi nessuna scritturazione in più, e nessuna possibilità di errore di trascrizione.

Le bollette a striscie sono costituite da un foglio dell'altezza corrispondente a quella di cinque bollette, piegato in due al lato destro oppure al lato sinistro e, come le bollette isolate la parte esterna della striscia contiene gli originali e la parte interna le schede statistiche.

Il sistema di bollette a striscie permette l'uso della carta a carbone, sia per l'intestazione che per la liquidazione, e ció per il fatto che l'inserimento della striscia di carta a carbone riesce assai più pratico e sollecito in questo secondo caso che non nel primo.

Le schede, o bollettini statistici di consumo, vengono riuniti nell'ordine corrispondente alle esigenze di ciascuna Azienda e successivamente riassunti, per quanto riguarda i kWh e l'importo del consumo, con una macchina addizionatrice celere non scrivente.

***

Il foglio di riassunto viene eseguito a mezzo ricalco contemporaneamente alle bollette consumo.

Detto foglio, che rimane nella macchina addizionatrice-sottrattrice scrivente fino al suo completamento e che è regolato da una spaziatura propria indipendente dall'inserimento delle bollette, siano singole che a striscie, è coperto dall'alto al basso e dalla prima colonna delle letture alla colonna del numero di bolletta esclusa, da un foglio di carta carbone e le bollette vengono allineate con movimento indipendente mediante l'uso di un'apposita asta orizzontale.

Sicchè con una unica operazione di scritturazione a macchina si ottiene:

1°) la bolletta consumo;
2°) la scheda o bollettino statistico di consumo;
3°) il riassunto;
4°) la distinta per l'esattore, della quale si parlerà in altra occasione.

* * *

DOTT. DONATELLO LUPI

Teoria e pratica del metodo A. R. A.

(Attiva Reattiva Apparente)

TEORIA DELLE TENSIONI AUSILIARIE (1)

1) DISPOSIZIONE E NOMENCLATURA DEI QUATTRO APPARECCHI WATTMETRICI MONOFASI OCCORRENTI:

$$\begin{matrix} A & B \\ C & D \end{matrix}$$

2) ANGOLO DI METODO:

$$\alpha$$

È l'angolo fisso, positivo o negativo per gli apparecchi A e C, negativo o positivo per gli apparecchi B e D, di cui si spostano artificialmente le tensioni ausiliarie di misura, rispetto: alle tensioni stellari, per gli apparecchi A e B; e alle tensioni concatenate, per gli apparecchi C e D.

Può variare, teoricamente, da 0° a ± 90°.

3) VALORE DELLE TENSIONI STELLARI DI LINEA:

$$\frac{1}{\sqrt{3}} E$$

4) VALORE DELLE TENSIONI CONCATENATE DI CARICO:

$$E$$

5) VALORE DELLE TENSIONI AUSILIARIE DI MISURA:

$$E' = \frac{\sqrt{3}}{2 \cdot \cos \alpha} \cdot E$$

6) SPECCHIO DEI VALORI DI E' IN FUNZIONE DI α:

$\pm \alpha$	E'
0	0,866 E
15	0,897 E
30	1 E
45	1,225 E
60	1,732 E
75	3,346 E
90	∞ E

7) ANGOLO VETTORIALE DELLE TENSIONI DI MISURA NEGLI APPARECCHI A E B:

$$120 - 2\alpha$$

8) ANGOLO VETTORIALE DELLE TENSIONI DI MISURA NEGLI APPARECCHI C E D:

$$60 + 2\alpha$$

9) ANGOLO VETTORIALE DELLE TENSIONI DI MISURA NEGLI APPARECCHI A E C, B E D:

$$90$$

10) SENSO CICLICO DELLE FASI:

1 (R) —> 2 (S) —> 3 (T)

11) ORDINE DI INSERZIONE DELLE DUE CORRENTI DI MISURA:

$$\begin{matrix} A\ (I_1) & B\ (I_2) \\ C\ (I_1) & D\ (I_2) \end{matrix}$$

12) ORDINE DI INSERZIONE DELLE DUE TENSIONI CONCATENATE FONDAMENTALI:

1 ↘ 3 ↙ 2

13) REGOLA DI INSERZIONE DELLE QUATTRO TENSIONI AUSILIARIE DI MISURA:

in A, l'indice 1 all'entrata di tensione,
in B, l'indice 2 all'entrata di tensione,
in C, l'indice 2 all'entrata di tensione,
in D, l'indice 1 all'uscita di tensione.

Si sottintende che, agli indici 1 e 2, sia per le correnti, sia per le tensioni, sia per gli angoli di fase, si possono sempre sostituire, in ordine ciclico, gli indici 2 e 3, 3 e 1.

14) SEGNO E GRANDEZZA DELLE QUATTRO LETTURE, IN FUNZIONE DI α, PER VARIAZIONI DI φ DA 0° A 90° (RITARDO):

$\alpha = 0° \div 90°$	$\alpha = 0° \div -90°$
$A\ (+) \overline{\geqq} B\ (\pm)$	$A\ (\mp) \overline{\leqq} B\ (+)$
$C\ (\mp) \overline{\leqq} D\ (+)$	$C\ (+) \overline{\geqq} D\ (\mp)$

15) VARIAZIONI DI φ E DI COS φ, IN FUNZIONE DI α, ENTRO LE QUALI LE QUATTRO LETTURE SONO TUTTE POSITIVE:

$\pm \alpha$	$+ \varphi$	Cos φ
0	0 ÷ 90	1 ÷ 0
15	15 ÷ 75	0,966 ÷ 0,259
30	30 ÷ 60	0,866 ÷ 0,5
45	45 ÷ 45	0,707 ÷ 0,707

$\alpha = \pm 45°$ è il valore limite, oltre il quale, o una, o due letture, sono sempre negative.

16) ESPRESSIONI DI MISURA DEI QUATTRO APPARECCHI:

$$A = \frac{\sqrt{3}}{2 \cdot \cos \alpha} \cdot E \cdot I_1 \cdot \cos (\varphi_1 \mp \alpha)$$

$$B = \frac{\sqrt{3}}{2 \cdot \cos \alpha} \cdot E \cdot I_2 \cdot \cos (\varphi_2 \pm \alpha)$$

$$C = \frac{\sqrt{3}}{2 \cdot \cos \alpha} \cdot E \cdot I_1 \cdot \text{sen} (\varphi_1 \mp \alpha)$$

$$D = \frac{\sqrt{3}}{2 \cdot \cos \alpha} \cdot E \cdot I_2 \cdot \text{sen} (\varphi_2 \pm \alpha).$$

(1) Avrei potuto sviluppare, semplicemente, i paragrafi 19 e 27, che sono materia nuova e importante, tanto dal lato teorico che pratico, in aggiunta e a completamento della materia già largamente sviluppata nella mia precedente memoria: *Metodo integrale di misurazione dell'energia A. R. A.*, fasc. 1, vol. VI, Gennaio 1929, di questa Rivista; ma ho ritenuto più opportuno di riassumerla tutta, in forma soltanto schematica, non solo per dare una figurazione completa del metodo, ma anche per raggiungere il massimo di brevità e di obbiettività.

17) Relazioni di misura principali:

a) Carichi equilibrati:

$$A + B = E \,.\, I \,.\, \sqrt{3} \,.\, \cos\varphi = P = \text{Potenza attiva}$$

$$C + D = E \,.\, I \,.\, \sqrt{3} \,.\, \text{sen}\,\varphi = Q = \text{Potenza reattiva.}$$

b) Carichi squilibrati:

$$A + B = P' \gtreqless P$$

$$C + D = Q' \gtreqless Q$$

18) Relazioni cicliche di misura nel caso di carichi squilibrati:

$$\Sigma \,.\, P' = 3 \,.\, P$$

$$\Sigma \,.\, Q' = 3 \,.\, Q$$

Cioè: in una rotazione ciclica di misura, supposto lo stesso carico e lo stesso squilibrio, la somma degli errori assoluti è nulla.

19) Equazioni generali di misura dei carichi squilibrati:

$$m \,.\, (A + B) + n \,.\, (C - D) = P$$

$$m \,.\, (C + D) - n \,.\, (A - B) = Q$$

dove:

$$m = \frac{1}{2} + \frac{\cos(2\alpha - 30)}{\sqrt{3}}$$

$$n = \frac{1}{2\sqrt{3}} + \frac{\text{sen}(2\alpha - 30)}{\sqrt{3}}$$

Infatti, sostituendo ad A, B, C, D i valori dati dalle 16), e a m ed n i valori ora scritti, si ha l'equivalenza con le espressioni di misura Aron:

$$m \,.\, (A + B) + n \,.\, (C - D) = E \,.\, I_1 \,.\, \cos(\varphi_1 - 30) + + E \,.\, I_2 \,.\, \cos(\varphi_2 + 30) = P$$

$$m \,.\, (C + D) - n \,.\, (A - B) = E \,.\, I_1 \,.\, \text{sen}(\varphi_1 - 30) + + E \,.\, I_2 \,.\, \text{sen}(\varphi_2 + 30) = Q$$

20) Specchio dei valori di m ed n in funzione di α: Fig. 1.

$+\alpha$	m	n	$-\alpha$	m	n
0	1	0,577	0	1	0,577
15	1,077	0,289	15	0,789	0,789
30	1	0	30	0,5	0,866
45	0,789	—0,211	45	0,211	0,789
60	0,5	—0,289	60	0	0,577
75	0,211	—0,211	75	—0,077	0,289
90	0	0	90	0	0

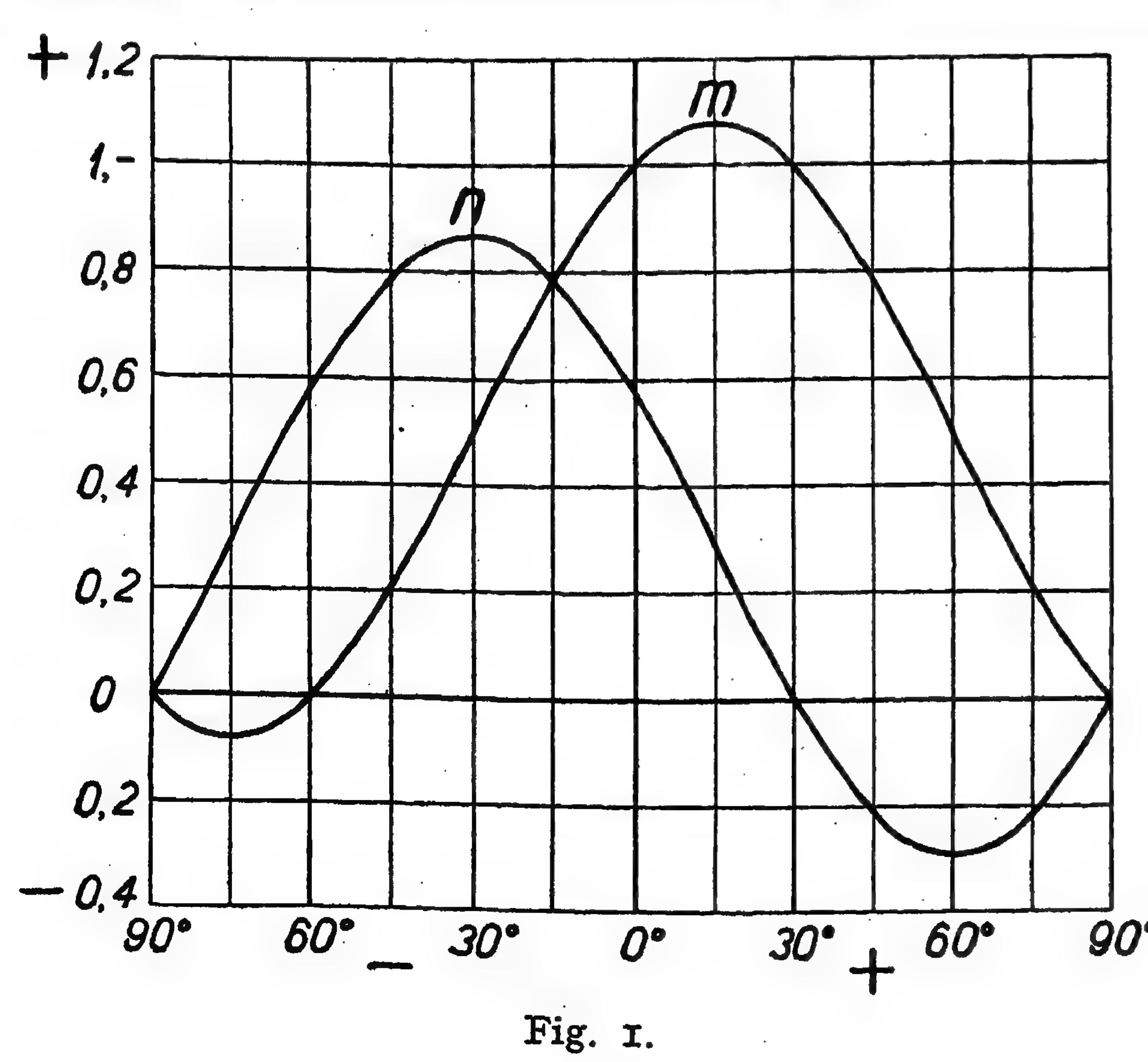


Fig. 1.

21) Costante di metodo:

È definita dal rapporto tra le due somme in diagonale, e si esprime con la lettera K.

Nei carichi equilibrati, è una semplice funzione dell'angolo di metodo α; e quindi, è perfettamente indipendente, sia dalle variazioni di carico, sia dalle variazioni di fattore di potenza, tanto di ritardo che di anticipo:

$$\frac{A + D}{B + C} = \text{Tang}\,(\alpha + 45) = K$$

22) Specchio dei valori di K in funzione di α:

$+\alpha$	K	$-\alpha$	K
0	1	0	1
15	1,732	15	0,577
30	3,732	30	0,268
45	∞	45	0
60	—3,732	60	—0,268
75	—1,732	75	—0,577
90	—1	90	—1

23) Costante di utenza.

È definita, ancora, dallo stesso rapporto tra le due somme in diagonale, e si esprime con la lettera K'.

Nei carichi squilibrati, oltre che funzione dell'angolo di metodo α, è anche funzione del diverso grado di squilibrio tra le diverse fasi; perciò può assumere tre diversi valori a seconda della diversa coppia di correnti casualmente scelta per le misure. Ma siccome questa coppia non varia più, e, generalmente, non varia neppure, o varia di ben poco, anche la forma di squilibrio di ogni singola utenza, così K' mantiene un valore praticamente costante, e non troppo diverso dal valore di K:

$$\frac{A + D}{B + C} = K' \gtreqless K$$

Il rilievo iniziale e periodico, ad ogni serie di letture, della costante di utenza, è un elemento fondamentale, ed un pregio essenziale. del metodo A. R. A.

Infatti: un valore di K' troppo diverso da K in principio, o una brusca variazione del valore di K' in seguito, denotano; o inesattezza di inserzione, o alterazione accidentale del circuito di misura.

Anche il segno e la grandezza relativa delle singole letture, sono un indice prezioso, per riconoscere l'esattezza e l'efficienza del circuito di misura.

24) Misura della potenza apparente:

Per carichi praticamente equilibrati, e per spostamenti di fase compresi fra 30 e 60 gradi di ritardo, le due somme in diagonale, dànno, con sufficiente approssimazione, delle grandezze proporzionali alla potenza apparente del sistema:

$$a \,.\, (A + D) \simeq E \,.\, I \,.\, \sqrt{3} \simeq R$$

$$b \,.\, (B + C) \simeq E \,.\, \sqrt{3} \simeq R$$

dove:

$$a = \frac{2\cos\alpha}{(\cos\alpha + \text{sen}\,\alpha) \,.\, (\cos\varphi + \text{sen}\,\varphi)}$$

$$b = \frac{2\cos\alpha}{(\cos\alpha - \text{sen}\,\alpha) \,.\, (\cos\varphi + \text{sen}\,\varphi)}$$

o anche:

$$a = 1{,}44\,\frac{\cos\alpha}{\cos\alpha + \text{sen}\,\alpha}$$

$$b = 1{,}44\,\frac{\cos\alpha}{\cos\alpha - \text{sen}\,\alpha}$$

essendo, fra 30° e 60°, con errori massimi del $\pm$ 1,7%:

$$\frac{2}{\cos\varphi + \text{sen}\,\varphi} = 1{,}440$$

Le espressioni:

$$a \,.\, (A + D) \simeq R$$

$$b \,.\, (B + C) \simeq R$$

non sono certamente valide, nè per misure istantanee, nè per misure di lunga integrazione di potenza apparente; ma possono esserlo per misure di registrazione, o di indicazione, delle massime richieste di detta potenza, riferite a brevi periodi di tempo: generalmente, dieci minuti, o un quarto d'ora.

Basterà inserire, secondo $A + D$, i due elementi wattmetrici, o di un Wattmetro registratore trifase, o di un Contatore trifase con indicatore di massima.

In tali circostanze, si può essere quasi sicuri che le variazioni di φ sono contenute nei limiti stabiliti, poichè fattori di potenza più alti di 0,866 ($\varphi < 30$) sono soltanto istantanei, e fattori di potenza più bassi di 0,5 ($\varphi > 60$) sono soltanto medi di un lungo periodo di lavoro.

Una misura wattmetrica delle richieste di massima potenza apparente, è sicuramente più precisa della usuale misura amperometrica con indicatori Wright, o con amperometri registratori.

25) Specchio dei valori di a e di b in funzione di α:

$+\alpha$	a	b	$-\alpha$	a	b
0	1,440	1,440	0	1,440	1,440
15	1,135	1,966	15	1,966	1,135
30	0,912	3,404	30	3,404	0,912
45	0,718	∞	45	∞	0,718
60	0,527	—1,966	60	—1,966	0,527
75	0,304	—0,527	75	—0,527	0,304
90	0	0	90	0	0

Per α positivo, l'espressione:

$$a \,.\, (A + D) \simeq R$$

ha sempre un valore pratico; mentre non lo ha l'espressione:

$$b \,.\, (B + C) \simeq R$$

Il contrario, per α negativo.

26) Misura del fattore di potenza (geometrico):

$$\frac{Q}{P} = \text{Tang}\ \Phi$$

da cui, o con curve, o con tabelle, o con regolo calcolatore sistema Landis & Gyr, si passa al valore di:

$$\text{Cos}\ \Phi = \text{Cos arc tang}\ \frac{Q}{P}$$

27) Scomposizione grafica (Fig 2).

Serve per una rapida calcolazione delle potenze attive reattive ed apparenti stellari del sistema; e sostituisce la ricerca analitica, qui non accennata, sebbene facile a intuirsi, perchè troppo lunga e laboriosa.

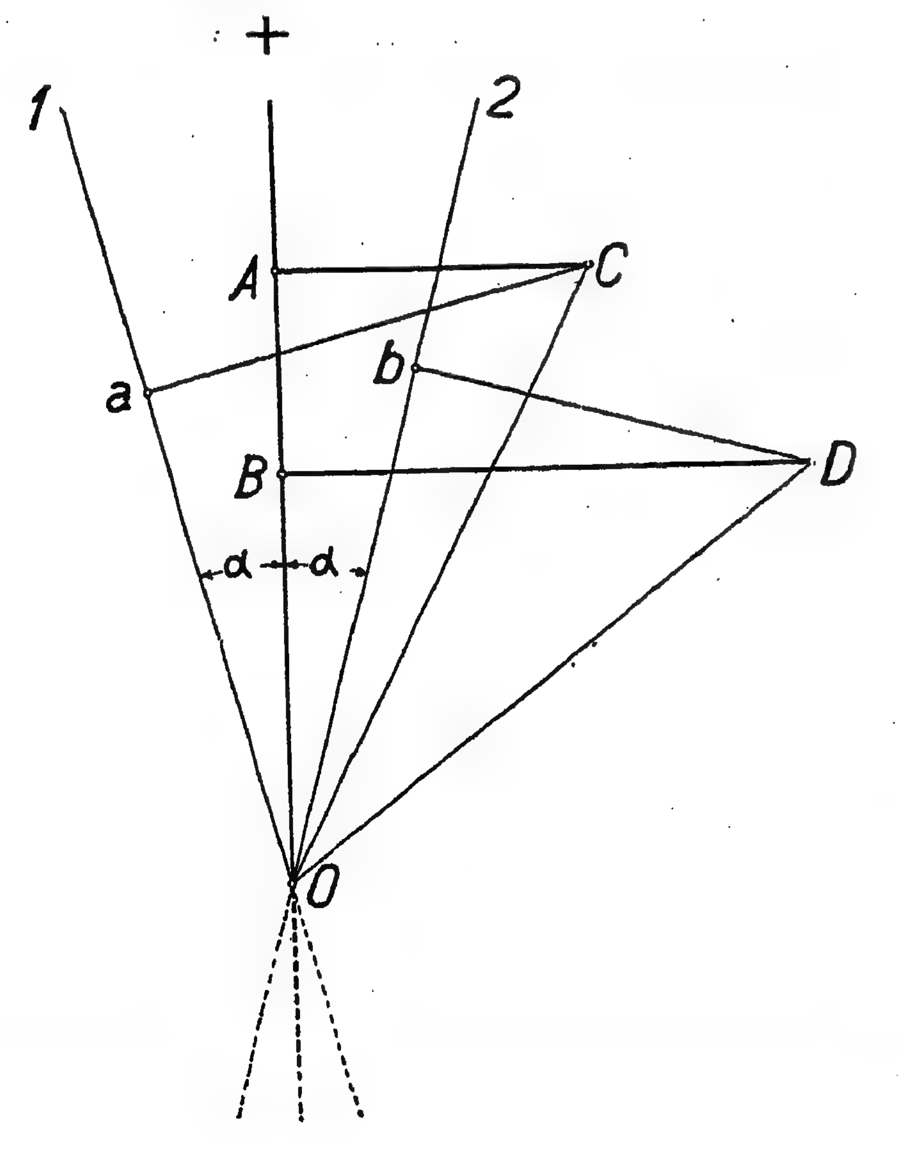


Fig. 2.

Sopra un'asse verticale (asse delle tensioni di misura di A e di B), si fanno incrociare, in un punto O, due assi ugualmente inclinati, rispetto al primo, dell'angolo di metodo α (assi delle tensioni stellari delle due correnti di misura prescelte).

Ora, a partire da O, si riportano: o verso l'alto per letture positive, o verso il basso per letture negative, i valori di A e di B.

Dai segni che limitano questi valori, in direzioni orizzontali (assi delle tensioni di misura di C e di D), si riportano: o verso destra per letture positive, o verso sinistra per letture negative, i valori di C e di D, rispettivamente.

Infine, dai segni che limitano questi ultimi valori, si abbassano due perpendicolari; e precisamente: dal segno limite di C, sull'asse inclinato di sinistra; e dal segno limite di D, sull'asse inclinato di destra.

Restano così individuati due triangoli: OaC, ObD, le grandezze dei cui lati, moltiplicate per uno stesso coefficiente di riduzione, danno i valori esatti delle potenze attive reattive ed apparenti stellari delle due fasi di misura prescelte

$$h.Oa = p_1 \qquad h.aC = q_1 \qquad h.OC = r_1$$
$$h.Ob = p_2 \qquad h.bD = q_2 \qquad h.OD = r_2$$

Ora, per differenza coi valori globali di P e di Q, dati dalle 19), si hanno subito anche i valori esatti delle potenze attiva e reattiva stellari della terza fase, e, in funzione di queste, anche della relativa potenza apparente:

$$P - (p_1 + p_2) = p_3$$
$$Q - (q_1 + q_2) = q_3$$
$$\sqrt{p_3^2 + q_3^2} = r_3.$$

28) Coefficiente di riduzione ai valori stellari:

Esso è dato, evidentemente, dal rapporto tra il valore delle tensioni stellari, cui le singole potenze vanno riferite, e il valore delle tensioni ausiliarie di misura, agenti negli apparecchi A, B, C, D.

Avendolo indicato con h, si ha:

$$h = \frac{\frac{1}{\sqrt{3}} \,.\, E}{\frac{\sqrt{3}}{2 \,.\, \cos\alpha} \,.\, E} = \frac{2}{3} \cos\alpha.$$

29) Specchio dei valori di h in funzione di α:

$\pm\alpha$	h
0	0,667
15	0,644
30	0,577
45	0,471
60	0,333
75	0,173
90	0

30) Quadro generale di misura:

a) Potenze attive reattive e apparenti stellari:

$$p_1 \quad q_1 \quad r_1$$
$$p_2 \quad q_2 \quad r_2$$
$$p_3 \quad q_3 \quad r_3$$

b) Fattori di potenza stellari:

$$\cos\varphi_1 = \frac{p_1}{r_1}$$
$$\cos\varphi_2 = \frac{p_2}{r_2}$$
$$\cos\varphi_3 = \frac{p_3}{r_3}$$

c) Potenza attiva trifase:

$$m \,.\, (A + B) + n \,.\, (C - D) = P = \Sigma \,.\, p$$

d) Potenza reattiva trifase:

$$m \,.\, (C + D) - n \,.\, (A - B) = Q = \Sigma \,.\, q$$

e) Potenza apparente trifase (geometrica):

$$R_g = \sqrt{P^2 + Q^2}$$

f) Potenza apparente trifase (aritmetica):

$$R_a = \Sigma . r$$

g) Fattore di potenza trifase (geometrico):

$$\text{Cos}\ \Phi = \text{Cos arc tg}\ \frac{Q}{P} = \frac{P}{R_g}$$

h) Fattore di potenza trifase (aritmetico):

$$\text{Cos}\ \varphi = \frac{P}{R_a}.$$

31) Conclusione.

La teoria delle tensioni ausiliarie di misura, qui sintetizzata, e che stà a base del metodo A.R.A, è una teoria nuova, per la quale il problema della misura di tutti gli elementi energetici e derivati dei sistemi trifasi simmetrici squilibrati a tre conduttori, è risoluto con un numero illimitato di soluzioni; cioè, con un numero illimitato di analoghi accoppiamenti di quattro apparecchi wattmetrici monofasi perfettamente identici tra loro.

La preferenza da accordarsi all'una o all'altra di tante soluzioni, non può dipendere da questioni di principio, poichè il principio è unico per tutte; ma deve necessariamente dipendere dall'esame delle qualità caratteristiche degli apparecchi impiegati per le misure.

In pratica, questi apparecchi sono, si può dire quasi esclusivamente, dei Contatori a induzione.

Ora, per diminuirne gli errori, o renderli più paragonabili tra loro, e anche per renderne più omogeneo il logorio di funzionamento, bisogna aggiungervi il meno possibile di sfasamenti sussidiari, e avvicinarne il più possibile le letture.

Sotto tutti questi aspetti, la soluzione:

$$\alpha = 0^o$$

assume il carattere di soluzione fondamentale del metodo A.R.A.; cui segue la soluzione:

$$\alpha = 15^o$$

più semplice e più originale di ogni altra. Si trascura la soluzione:

$$\alpha = 30^o$$

la quale ripete schemi già noti, per la cattiva utilizzazione dei Contatori *B* e *C*, così spesso, o quasi fermi, o invertiti di segno.

PRATICA DEL METODO A.R.A.

32) Caratteri peculiari della soluzione fondamentale.

Angolo di metodo

$$\alpha = 0^o$$

Divisione delle due tensioni concatenate fondamentali

$$(0 - 0{,}5 - 0{,}866 - 1) . E$$

Valore delle quattro tensioni ausiliarie di misura

$$E' = 0{,}866\ E$$

Schema vettoriale (fig. 3).

Schema topografico (fig. 4).

Espressioni di misura

$$A = 0{,}866\ E . I_1 \cos \varphi_1 \qquad B = 0{,}866\ E . I_2 . \cos \varphi_2$$
$$C = 0{,}866\ E . I_1 \text{ sen } \varphi_1 \qquad D = 0{,}866\ E . I_2 . \text{ sen } \varphi_2$$

Relazioni di misura

a) Carichi equilibrati

$$A + B = P$$
$$C + D = Q$$

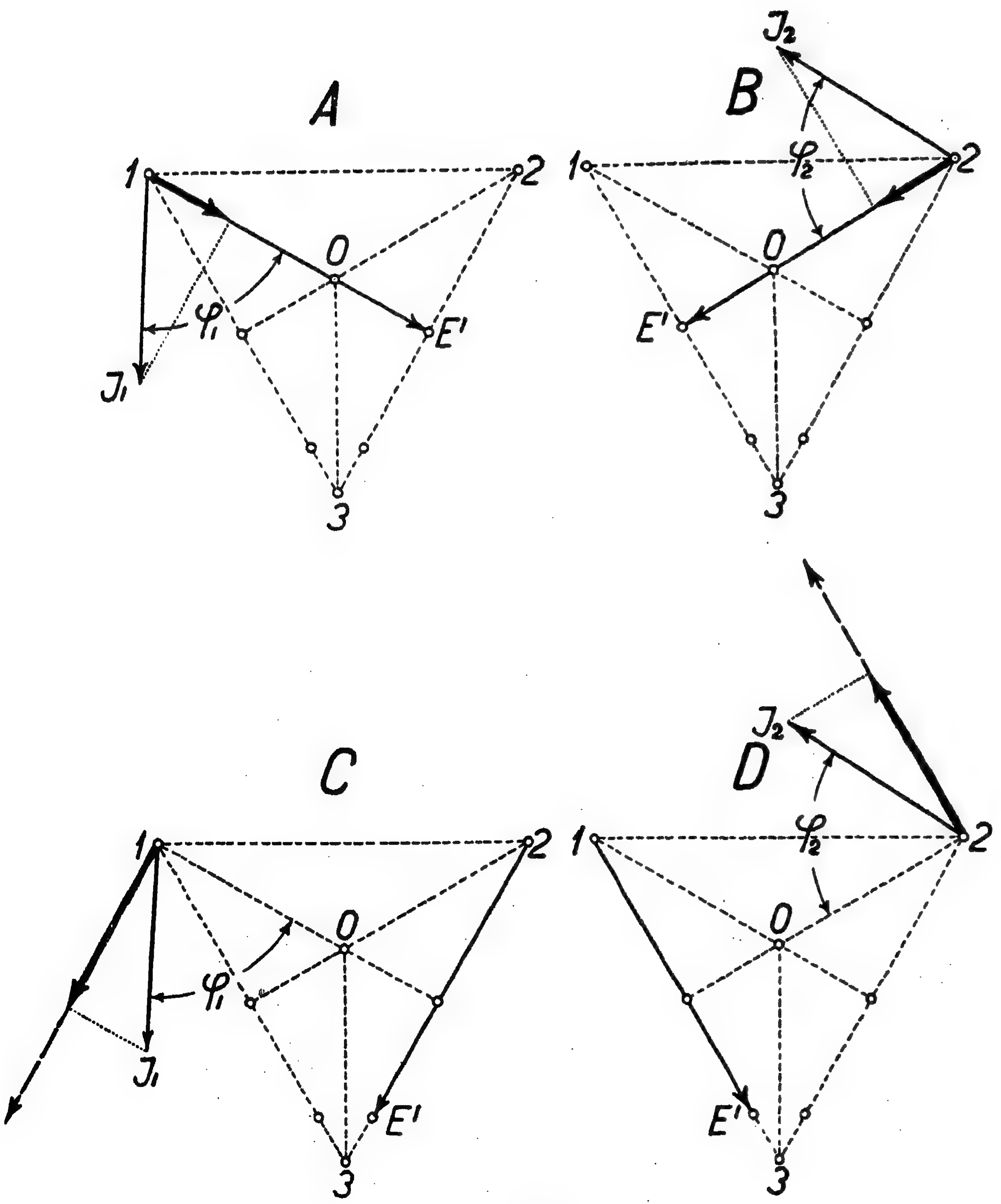


Fig. 3.

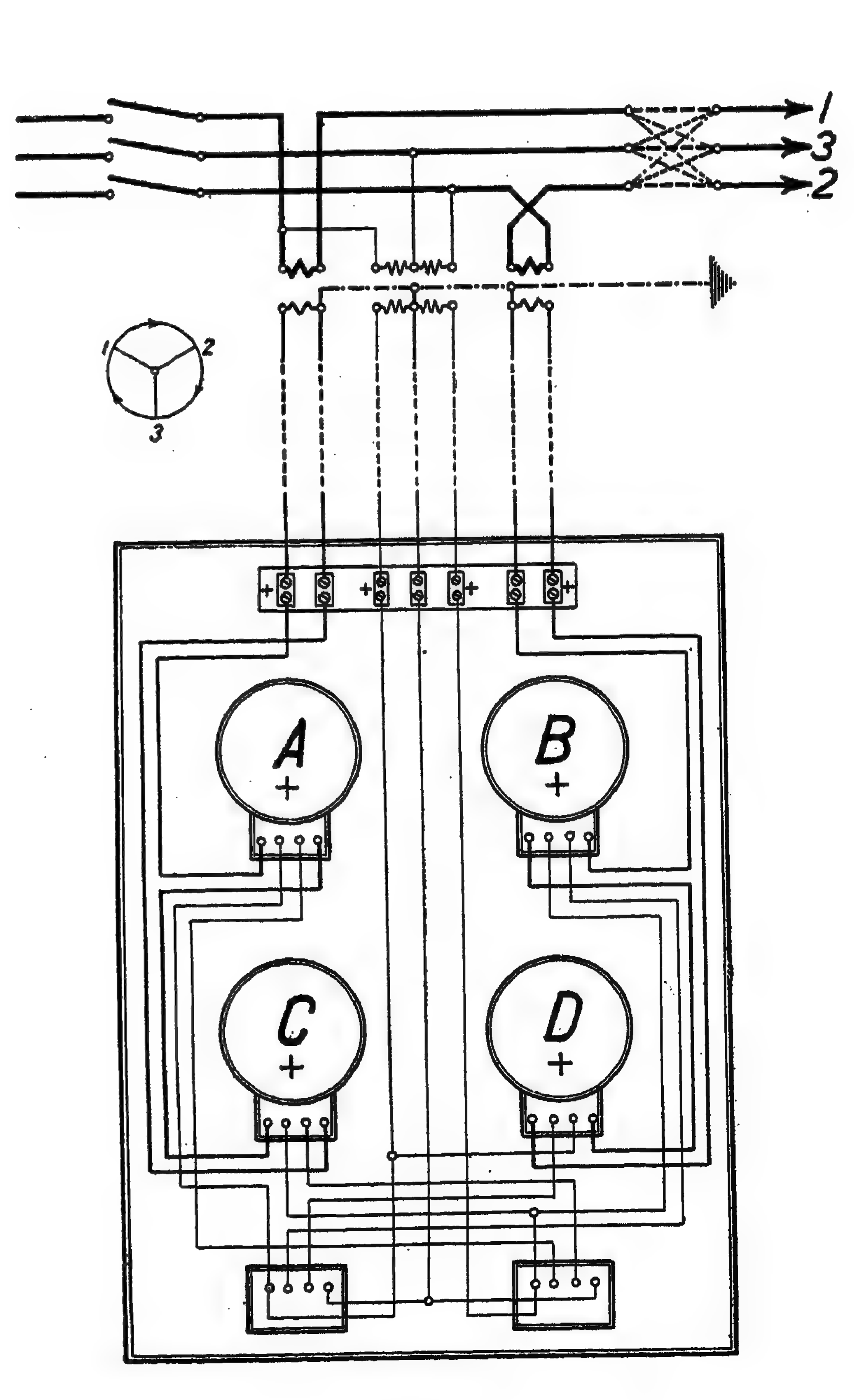


Fig. 4.

b) Carichi squilibrati

$$A + B = P' \gtrless P$$

$$C + D = Q' \gtrless Q$$

$$P' + 0{,}577\, q' = P$$

$$Q' - 0{,}577\, p' = Q$$

essendo:

$$A - B = p'$$

$$C - D = q'$$

Costanti di metodo e d'utenza.

$$\frac{A + D}{B + C} = K' \gtrless K = 1.$$

Scomposizione grafica

Qui, è perfettamente inutile, poichè le letture dei Contatori dànno, senz'altro, delle grandezze proporzionali alle potenze attive e reattive stellari delle due fasi di misura prescelte:

$$p_1 = 0{,}667\, A \qquad p_2 = 0{,}667\, B$$

$$q_1 = 0{,}667\, C \qquad q_2 = 0{,}667\, D$$

e quindi:

$$p_3 = P - (p_1 + p_2)$$

$$q_3 = Q - (q_1 + q_2)$$

Segno e grandezza delle quattro letture

$\cos\varphi = 1 \div 0$
$A\,(+) = B\,(+)$ $C\,(+) = D\,(+)$ $A, B \gtrless C, D$

salvo più o meno sensibili variazioni, in caso di squilibrio.

Misura delle richieste di massima potenza apparente.

$$1{,}44\,(A + D) \simeq R$$

$$1{,}44\,(B + C) \simeq R$$

Osservazioni.

Questa soluzione apparirebbe particolarmente adatta per i casi di carichi fortemente squilibrati, ove interessasse, anche, di conoscere, a prima vista, gli squilibrii di potenza stellari; ma tali casi sono assai rari, e, d'altra parte, nessuna Società, sinora, considera o penalizza gli squilibrii; perciò, quello che è il pregio maggiore della soluzione $\alpha = 0^o$, è, per ora almeno, senza alcuna utilità pratica.

33) CARATTERI PECULIARI DELLA SOLUZIONE ADOTTATA IN PRATICA.

Angolo di metodo

$$\alpha = 15^o$$

Divisione delle due tensioni concatenate fondamentali

$$(0 - 0{,}732 - 1)\,.\,E$$

Valore delle due tensioni ausiliarie di misura

$$E' = 0{,}897\, E$$

Schema vettoriale (fig. 5).

Schema topografico (fig. 6).

Espressioni di misura

$$A = 0{,}897\, E\,.\,I_1\,.\,\cos(\varphi_1 - 15)$$

$$B = 0{,}897\, E\,.\,I_2\,.\,\cos(\varphi_2 + 15)$$

$$C = 0{,}897\, E\,.\,I_1\,.\,\mathrm{sen}(\varphi_1 - 15)$$

$$D = 0{,}897\, E\,.\,I_2\,.\,\mathrm{sen}(\varphi_2 + 15)$$

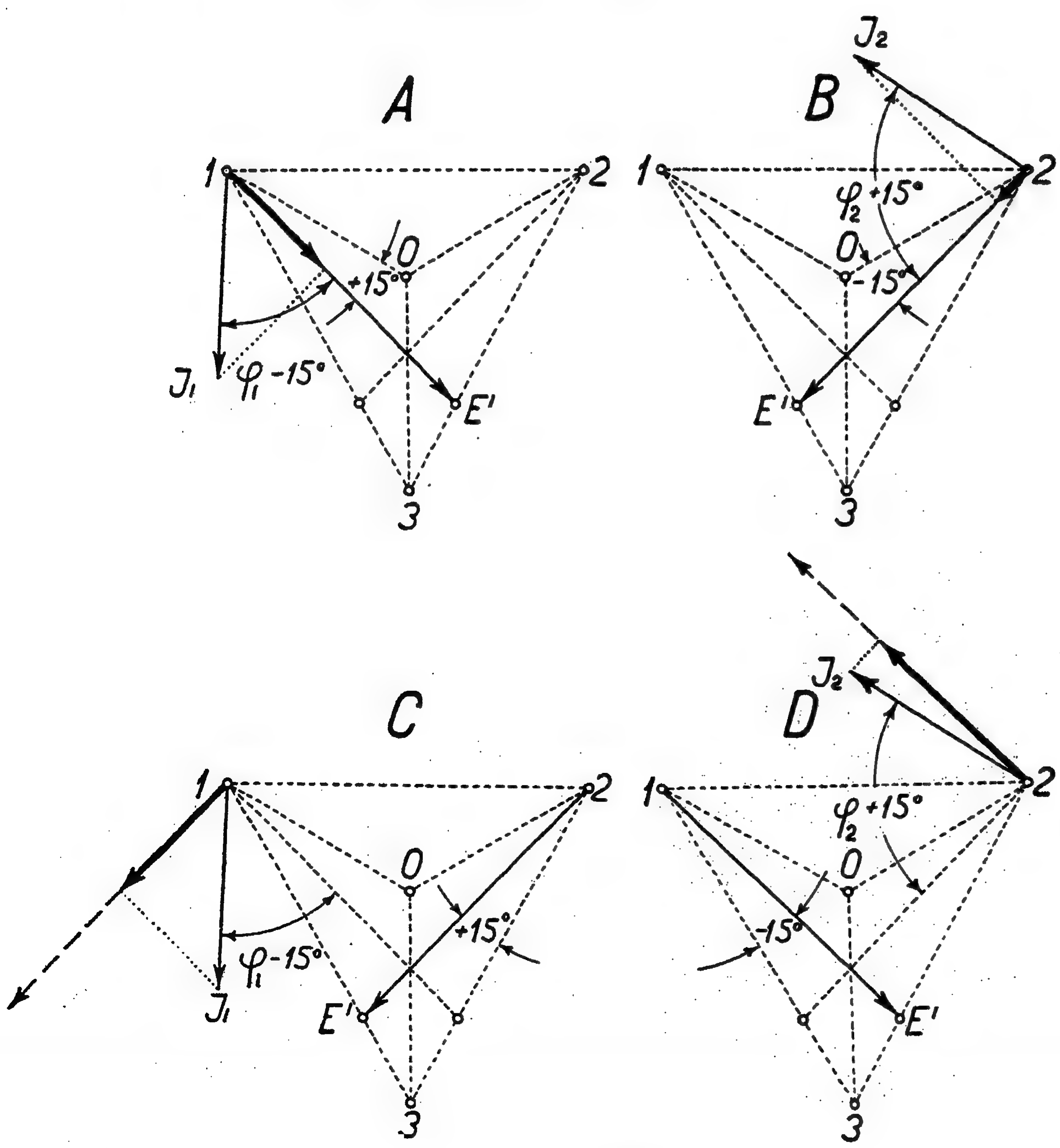


Fig. 5.

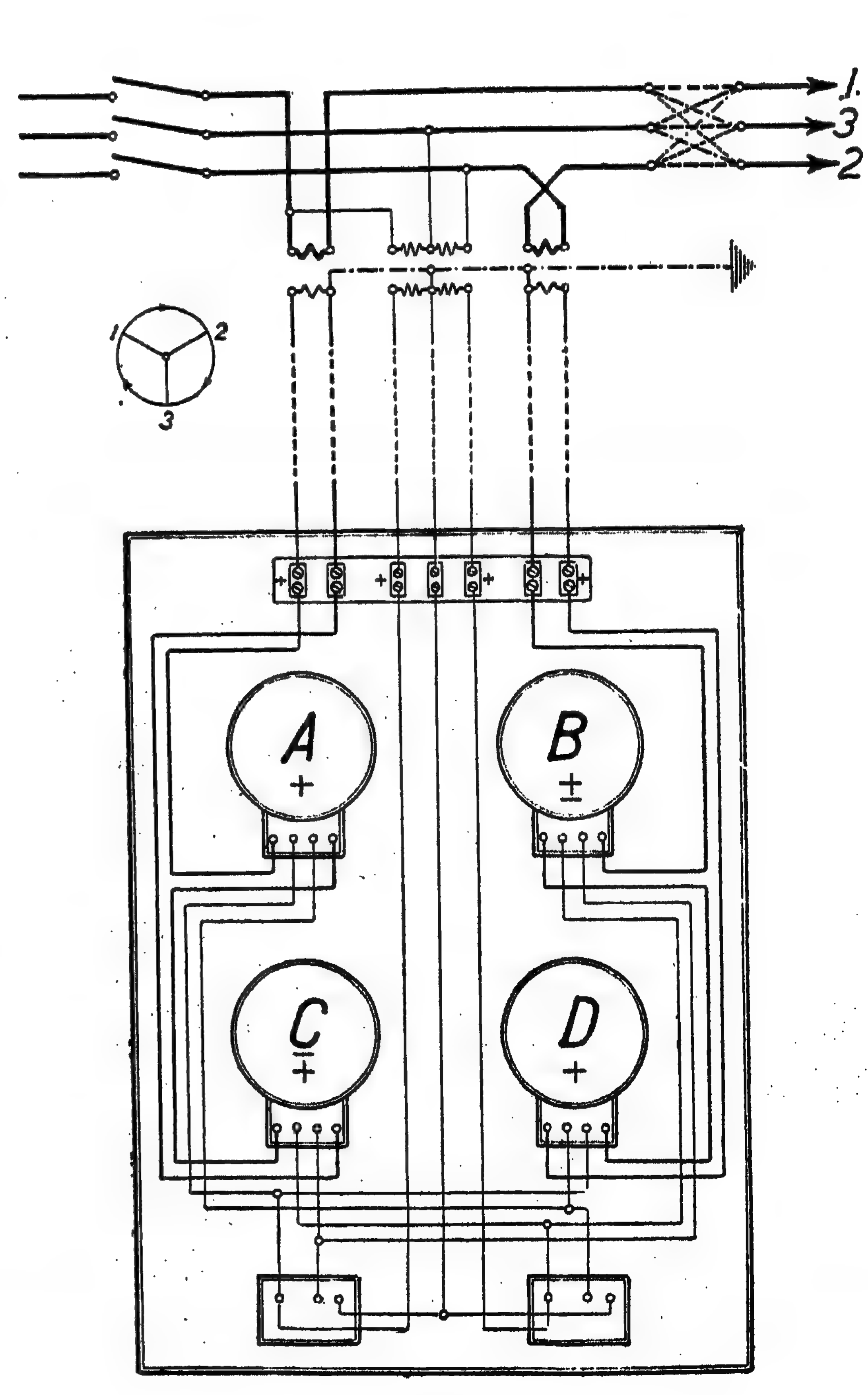


Fig. 6.

Relazioni di misura.

a) Carichi equilibrati

$$A + B = P$$
$$C + D = Q$$

b) Carichi squilibrati.

$$A + B = P' \gtrless P$$

$$C + D = Q' \gtrless Q$$

$$1{,}077\, P' + 0{,}289\, q' = P$$
$$1{,}077\, Q' - 0{,}289\, p' = Q$$

essendo:

$$A - B = p'$$
$$C - D = q'$$

Costanti di metodo e d'utenza

$$\frac{A + D}{B + C} = K' \gtrless = K = 1{,}732$$

Scomposizione grafica

Quando il diagramma della fig. 2 sia costruito con $\alpha = 15°$, si ha:

$$0{,}644\ Oa = p_1 \qquad 0{,}644\ Ob = p_2$$
$$0{,}644\ aC = q_1 \qquad 0{,}644\ bD = q_2$$
$$0{,}644\ OC = r_1 \qquad 0{,}644\ OD = r_2$$

e quindi:

$$P - (p_1 + p_2) = p_3$$
$$Q - (q_1 + q_2) = q_3$$
$$\sqrt{p^2_3 + q^2_3} = r_3$$

In pratica però, per le considerazioni già esposte, tale scomposizione è assolutamente superflua.

Segno e grandezza delle letture.

Cos φ		
$1 \div 0{,}966$	$0{,}966 \div 0{,}259$	$0{,}259 \div 0$
$A\,(+) \geqq B\,(+)$ $C\,(-) \leqq D\,(+)$	$A\,(+) > B\,(+)$ $C\,(+) < D\,(+)$	$A\,(+) \geqq B\,(-)$ $C\,(+) \leqq D\,(+)$
$A,\ B > C,\ D$	$A,\ B \gtrless C,\ D$	$A,\ B < C,\ D$

salvo più o meno sensibili variazioni in caso di squilibrio.

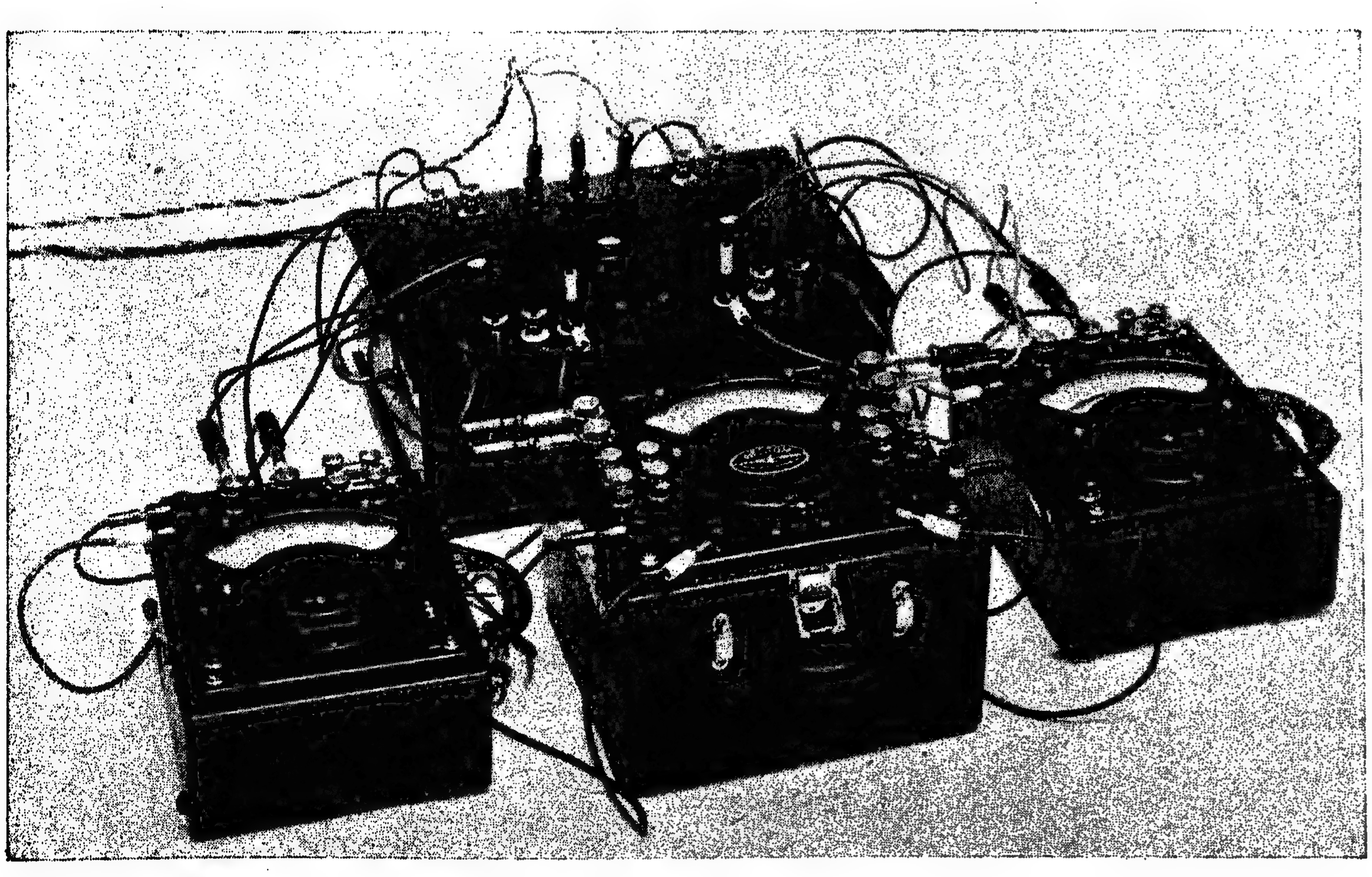


Fig. 7.

Misura delle richieste di massima potenza apparente.

$$1{,}135\ (A + D) \simeq R$$
$$1{,}966\ (B + C) \simeq R$$

Osservazioni.

Questa soluzione ha due pregi essenziali: il più semplice schema di inserzione immaginabile, bastando due sole tensioni ausiliarie di misura, già ortogonali tra loro per essere

$$120 - 2\alpha = 60 + 2\alpha = 90°$$

e il più alto grado di approssimazione desiderabile, riferendoci ai soli valori di P', Q' e Cos Φ' nei casi più comuni della pratica.

Ad ogni modo, nessun errore sussiste, anche nei casi di più esagerato squilibrio, quando si calcolino, anche una volta ogni tanto, i valori di P, Q e Cos Φ.

34) Norme di impianto.

Se si può riconoscere, in precedenza, il senso ciclico delle fasi; o si sa già, da misure precedenti, quale è la fase del ponte maggiore di una comune inserzione Aron, l'inserzione di un gruppo di misura A.R.A, riesce subito giusta. Basta attaccare la fase R, o la fase del ponte maggiore, a sinistra; e la fase S, o la fase del ponte minore, a destra.

Se ciò non si può, si attacca a caso, e si osserva subito il segno e la grandezza delle velocità di marcia dei singoli Contatori: se corrispondono alle regole scritte nel paragrafo precedente, l'inserzione può ritenersi giusta; se non corrispondono, e, sopratutto, se avviene che D marci negativamente, non si farà che invertire l'ordine degli attacchi, portando a destra quelli di sinistra, e viceversa.

I morsetti di attacco sono soltanto sette: quattro di corrente e tre di tensione, come per un qualunque apparecchio wattmetrico trifase.

Le connessioni interne del gruppo devono essere fatte, secondo un tipo standard, in Laboratorio; e la taratura del gruppo deve essere eseguita in condizioni di carico fittizio, il più possibilmente analoghe alle condizioni di carico reale, e sempre, s'intende, con la maggiore accuratezza possibile.

35) Norme di esercizio.

Le prime letture dei Contatori devono essere eseguite, o nel giorno stesso dell'inserzione del gruppo di misura, o appena qualche giorno dopo.

Si calcolerà, per prima cosa, il valore della costante di utenza, e quindi si farà il riscontro tra i valori di P' e Q', e i valori di P e Q.

Se la differenza sia solo di qualche unità per mille, e la costante di utenza non muti più di valore, si potrà anche trascurare di ripetere, in seguito, il calcolo dei valori di P e Q.

Se, invece, sia di qualche unità per cento, e questo in caso di forti squilibrii, allora si dovrà convenire, fra Società ed Utenza, se sia il caso di calcolare P e Q ad ogni serie di letture, oppure, soltanto, sulle letture globali semestrali o annuali: il risultato è identico.

36) Dispositivo di verifica sul posto (Fig. 7).

Serve per Wattmetri registratori, trifasi, Contatori di potenza attiva trifasi, Contatori di potenza reattiva trifasi, e Contatori monofasi, comunque inseriti: o in Aron per la potenza attiva, o in A.R.A. per la potenza attiva e reattiva.

37) I° Esempio pratico.

Carico praticamente equilibrato: sola Forza motrice trifase.

Gruppo di misura A.R.A. - 150/5 Amp. - 24000/100 Volts - $C = 7200$.

Quantità di misura	Mese di	Mese di	Mese di ..
$A \quad B$	1269 799	1632 1033	504 606
$C \quad D$	611 1185	755 1474	1118 258
$\frac{A+D}{B+C} = K'$	1,739	1,737	0,440
$A + B = P'$	2068	2665	
$C + D = Q'$	1794	2229	
$\frac{Q'}{P'} = \mathrm{Tg}\ \Phi$	0,867	0,836	
Cos Φ'	0,755	0,767	
$A - B = p'$	470	599	
$C - D = q'$	—572	—719	
$m.P' + n.q' = P$	*2062*	*2662*	
$m.Q' - n.p' = Q$	*1796*	*2229*	
$\frac{Q}{P} = \mathrm{Tg}\ \Phi$	*0,870*	*0,836*	
Cos Φ	*0,754*	*0,767*	

Nell'ultima colonna è inutile proseguire nei calcoli: già le relazioni di grandezza tra le singole letture, invertite rispetto alle regole, e poi la brusca discesa del valore di K' da circa 1,74 a 0,44, mostra che si è prodotta qualche alterazione accidentale nel circuito di misura.

Infatti si era bruciata la valvola di tensione della fase 2. (Se la misura della potenza attiva fosse stata eseguita con un comune Contatore trifase, in ARON, essendo 2 la fase del ponte minore, si sarebbe avuta, nelle condizioni di fattore di potenza medio dell'utenza, una diminuzione di integrazione di circa il 25 %, che sarebbe passata come una diminuzione di consumo, e non come un errore di misura).

Le differenze tra i valori di P', Q' e Cos Φ', e i valori di P, Q e Cos Φ sono minime e assolutamente trascurabili.

38) 2° ESEMPIO PRATICO.

Carico fortemente squilibrato: Forza motrice trifase e Forni monofasi.

Gruppo di misura A.R.A. - 100/5 Amp. - 12.000/150 Volts - $C = 1600$.

Qui si è sperimentata anche la rotazione ciclica di misura, e si è aggiunto, in serie, anche un gruppo di due Contatori monofasi in ARON.

Inserzione	Valori	Errori % parziali 1° Mese	2° Mese	3° Mese	Errori % globali
A.R.A.	P'	— 3	+ 5,9	— 6,2	— 1
	Q'	+ 8	— 0,4	— 7,2	+ 0,2
	Cos Φ'	— 3,3	+ 1,7	+ 0,4	— 0,4
ARON	Q'	+60,6	— 0,9	—52,8	+ 3
	Cos Φ'	—17,5	+ 0,2	+14,5	— 0,7

Dunque la rotazione ciclica delle fasi, a valle degli apparecchi di misura, annulla, praticamente, ogni errore; e ciò ,in ambedue le inserzioni.

Ma occorre il controllo; e questo, soltanto le formule generali del metodo A.R.A., lo offrono.

39) 3° ESEMPIO PRATICO.

Carico misto: Luce e Forza motrice trifase.

Gruppo di misura A.R.A. - 100/5 Amp. - 4000/160 Volts $C = 500$.

Letture della prima settimana:

41,8 24,6
—3,4 45,6
$K' = 4{,}122$

Già le relazioni di grandezza fra le quattro letture facevano capire esservi un difetto di inserzione; il valore di K', così esageratamente diverso da K, lo conferma. Un sopraluogo immediato ha fatto trovar rotto il filo di attacco delle due tensioni fondamentali alla terza fase.

40) CONCLUSIONI PRATICHE.

Il metodo di misurazione dell'energia A. R. A. è un metodo originale organico e completo, che si differenzia da ogni altro e che più di ogni altro si avvantaggia di un migliore sfruttamento delle proprietà caratteristiche dei Contatori.

Esso è garanzia di esatta inserzione e di efficiente funzionamento del gruppo di misura.

Risponde, perciò, a criteri di reciproca necessità e probità, sia per le Società che per le Utenze.

Elimina il servizio di verifica sul posto, salvo che per tempestivi motivi di alterazione del circuito di misura.

Inserzione	Quantità di misura	Correnti di misura 1 — 2 1° Mese	2 — 3 2° Mese	3 — 1 3° Mese	Somma
A. R. A. 15°	$A \quad B$	588 264	530 386	396 395	1514 1045
	$C \quad D$	243 379	71 491	243 274	557 1144
	$\frac{A+D}{B+C} = K'$	1,907	2,234	1,050	1,659
	$A + B = P'$	852	916	791	2559
	$C + D = Q'$	622	562	517	1701
	$\frac{Q'}{P'} = \mathrm{Tg}\ \Phi'$	0,730	0,613	0,653	0,664
	Cos Φ'	0,808	0,852	0,837	0,833
	$A - B = p'$	324	144	1	469
	$C - D = q'$	— 136	— 420	— 31	— 587
	$m.P' + n.q' = P$	*878*	*865*	*843*	*2586*
	$m.Q' - n.p' = Q$	*576*	*564*	*557*	*1697*
	$\frac{Q}{P} = \mathrm{Tg}\ \Phi$	*0,656*	*0,652*	*0,660*	*0,656*
	Cos Φ	*0,836*	*0,838*	*0,834*	*0,836*
ARON	$A \quad B$	708 174	594 271	499 347	1801 792
	$A + B = P$	*882*	*865*	*846*	*2593*
	$A - B = p'$	534	323	132	1009
	$\sqrt{3} \cdot p' = Q'$	925	559	263	1748
	$\frac{B}{A}$	0,245	0,472	0,695	0,439
	Cos Φ'	0,690	0,840	0,955	0,830

Quadro degli errori parziali e globali.

Con l'inserzione A.R.A. gli errori sono soltanto apparenti, poichè l'uso delle formule generali, li elimina completamente.

Con l'inserzione ARON, quando questa debba servire, come generalmente serve, anche per il calcolo del fattore di potenza, e, implicitamente, della potenza reattiva, gli errori per queste due misure possono assumere dei valori assolutamente intollerabili, senza che ci sia il mezzo di poterli riconoscere. Qui sono stati segnati, solo per raffronto coi valori esatti dell'inserzione A.R.A.

Non obbliga all'acquisto di Contatori speciali, ma si serve di Contatori comuni, che però devono essere accuratamente scelti e regolati: sotto questo aspetto è desiderabile che l'Industria possa fornire Contatori di classe superiore all'attuale.

È di facile comprensione e di facile uso.

La sua applicazione dovrebbe estendersi a tutte le Utenze di una certa importanza.

Schemi e dispositivi sono protetti da diritti di privativa in Italia e nei principali Stati d'Europa.

DOTT. DONATELLO LUPI.

ING. ETTORE CESARI
DIRETTORE DELL' «UNIONE NAZIONALE FASCISTA INDUSTRIE ELETTRICHE»

L'industria elettrica all'estero

Rumenia

Caratteri dell'industria.

La Rumenia è fra le Nazioni che nel dopoguerra si sono più preoccupate del problema della produzione d'energia elettrica. Una legge speciale (Legge dell'energia) stabilisce che tutte le centrali, idrauliche e termiche, sono soggette a concessione statale: poichè il Governo ha stabilito un piano regolatore al quale i concessionari devono adattarsi sopratutto per ciò che riguarda le reti e le linee di trasporto dell'energia. Tale piano regolatore fu studiato da una Commissione di tecnici di diverse nazioni.

Nel 1928 l'industria era suddivisa fra le imprese private e pubbliche nel modo seguente:

TABELLA I.

PRODUZIONE E POTENZA INSTALLATA DELLE CENTRALI, SUDDIVISE SECONDO LA LORO APPARTENENZA.

GENERE D'IMPRESA	Numero delle Centrali	Produzione Milioni di Kwh	Potenza Migliaia di Kw	Media delle ore di utilizzazione
a) Centrali statali e comunali ..	78	155	84	1.850
b) Centrali private	61	79	36	2.200
Totale delle Centrali che alimentano reti	139	234	120	1.950
Centrali per uso proprio di stabilimenti	17	250	97	2.600
Totale Centrali censite.........	156	484	217	2.230
Centrali non censite (probabile).	—	46	33	—
TOTALE	—	530	250	—

Fonte: *Elektrizitätswirtschaft*, ottobre 1929.

Circostanze speciali non rendono facile la diffusione dell'impiego dell'energia elettrica nelle industrie, nè sono favorevoli agli allacciamenti, cosicchè occorrerà tempo prima che la «Legge sull'energia» abbia il suo completo effetto. Per ora l'elettrificazione rumena è limitata ai grandi centri, e va crescendo a carattere regionale. È prematuro il far previsioni: sembra tuttavia che la nuova legislazione rumena di cui sopra è cenno, basata sul sistema delle concessioni, non sia la più adatta a dare all'industria quello sviluppo che potrebbe raggiungere in regime di libertà.

Risorse naturali.

La Rumenia possiede un buon patrimonio di combustibili fossili, e non poche forze idrauliche utilizzabili.

Essa poi è la seconda nazione del mondo (dopo gli Stati Uniti) dal punto di vista della ricchezza in gas combustibili naturali: ed è fra le prime per ciò che riguarda l'abbondanza di combustibili liquidi. Anche i carboni fossili non vi scarseggiano.

Lo Stato è proprietario delle miniere, che può sfruttare direttamente od affidare ad imprese private, sia in concessione che in compartecipazione, per un massimo di 50 anni.

In varie provincie si trovano antraciti, litantraci e ligniti di varie qualità.

A Petrosciani esiste un vasto giacimento di lignite ad alto potere calorifico (6500 cal.), ma disgraziatamente assai solforosa: ragione che l'ha fatto scartare come base dell'industria metallurgica, che nella stessa regione troverebbe abbondanti minerali di ferro.

Altro analogo giacimento trovasi a Comanesti (6000 cal.). Quanto alle ligniti più povere esse si trovano pressochè in tutte le provincie.

I giacimenti di carbone fossile conosciuti sono stimati ascendere a 26 milioni di tonnellate.

Ma la vera ricchezza mineraria rumena è costituita dai petroli. Questi si trovano principalmente nella Regione dei Carpazi, a profondità variabili fra 38 e 1300 metri, sopra una superficie di 120000 ettari, dei quali solo 60000 concessi per lo sfruttamento; con un prodotto di circa 3 milioni di tonnellate annue. Questo combustibile, parte allo stato naturale e parte raffinato, viene inviato mediante un sistema di condotte di diametri variabili da 127 mm a 254 mm al porto di Costanza sul Mar Nero, a Giùrgevo sul Danubio e ad alcune stazioni ferroviarie: in complesso, la rete comprende circa 300 km. di condotte.

Potranno certamente in avvenire essere impiegate per produrre energia elettrica le ligniti: non è probabile lo possano essere i combustibili liquidi, che possono esser venduti a condizioni vantaggiose. Essi rappresentano anzi un ostacolo allo sviluppo di grandi reti elettriche per uso industriale, costituendo una sorgente economica d'energia che difficilmente potrebbe essere nel più dei casi battuta in concorrenza.

Altrettanto può dirsi dei gas naturali, impiegati direttamente da molte industrie per produrre forza motrice. Questi sono co-

stituiti da idrocarburi (principalmente metano) ed hanno poteri calorifici fra 4000 e 9000 calorie: in casi eccezionali si hanno gas che raggiungono perfino 15000 calorie. D'ordinario si impiegano gas che danno in media 8.600 calorie per mc. Alcuni di questi gas sono associati ai giacimenti di petrolio, altri hanno origine propria. Dei primi si consumano più di 150 milioni di mc. per anno: dei secondi circa 400 milioni. Ma la disponibilità è almeno otto volte maggiore.

Anche per il trasporto di questi gas ai luoghi di consumo si impiegano condotte tubolari (circa un centinaio di chilometri). Essi vengono in molte città e paesi impiegati per gli usi del gas illuminante e per forza motrice. Dalla loro combustione

TABELLA II.

CENTRALI CON POTENZA SUPERIORE AI 500 kW

NOME DELLE CENTRALI	Potenza installata nel 1928			Energia prodotta nel 1928			Prezzo in Lire per kWh	
	Totale kW	Percentuale		Totale milioni di kWh	Percentuale		Per Luce	Per forza motrice
		Idraulica	Termica		Idraulica	Termica		
1 Ajud	572	—	100	0,702	—	100	1,58 ÷ 1,83	0,62
2 Anina	11.680	—	100	23,291	—	100	—	—
3 Arad	4.416	—	100	8,043	—	100	1,95	0,84
4 Astra Arad	2.000	—	100	1,288	—	100		
5 Bacau	530	23	77	1,800	—	—	0,70 ÷ 1,39	0,44
6 Baia Mare	1.070	—	100	1,670	—	100	1,83	0,44
7 Botosciani	860	—	100	1,076	—	100	1,14	0,55
8 Bistritza	670	17	83	1,015	30	70	1,83	0,55 ÷ 1,03
9 Brasciov	1.250	74	26	5,334	74	26	1,03	0,55 ÷ 0,81
10 Brasciov Centr. Industr.	1.830	—	100	—	—	100	—	—
11 Braila	2.500	—	100	—	—	100	—	—
12 Bucurescti	42.100	—	100	57,092	—	100	1,14 ÷ 1,56	0,44 ÷ 1,14
13 Buscteni (Schiel)	2.903	3	97	24,000	6	94	—	—
14 Campina	19.500	—	100	51,862	—	100	1,14	0,62
15 Careii Mari	740	—	100	0,496	—	100	1,54 ÷ 2,05	0,44 ÷ 1,14
16 Cernautzi	3.310	—	100	11,950	—	100	1,39	0,70
17 Cernavoda	1.200	—	100	3,048	—	100	—	—
18 Chiscinau	2.410	—	100	5,706	—	100	0,80	0,80
19 Constantza	2.130	—	100	3,313	—	100	1,69	1,69
20 Cluj	4.890	16	84	13,309	47	53	1,14	0,62 ÷ 0,84
21 Craiova	2.280	—	100	3,716	—	100	0,92	0,55
20 Cugir	1.000	100	—	0,400	—	100	—	—
23 Dej	1.550	35	65	2,122	59	41	1,03 ÷ 1,47	0,40 ÷ 0,73
24 Deva	740	—	100	0,826	—	100	2,05	2,05
25 Dicio Sân Martin	22.000	—	100	68,080	—	100	—	—
26 Florescti	6.300	—	100	29,281	—	100	1,14	0,62
27 Focsciani	930	—	100	—	—	100	—	—
28 Galatzi	1.400	—	100	2,000	—	100	1,36 ÷ 1,72	0,84 ÷ 1,72
29 Hunedoara	2.056	—	100	1,210	100	—	—	—
30 Iasci	2.950	—	100	6,000	—	100	1,36 ÷ 2,27	0,81
31 Lugosc	745	—	100	1,089	—	100	1,58	0,92
32 Lupeni	9.400	—	100	18,138	—	100	—	—
33 Oradea Mare	6.280	—	100	7,796	—	100	1,14 ÷ 2,13	0,62 ÷ 1,06
34 Piatra Neamtz	830	—	100	—	—	100	1,69	1,14
35 Pitescti	1.050	—	100	—	—	100	—	—
36 Ploescti	1.516	—	100	2,276	—	100	1,03 ÷ 1,58	0,92 ÷ 1,58
37 Rescitza	12.400	54	46	39,440	30	70	—	—
38 Roman	800	—	100	1,070	—	100	1,06	1,58
39 Satu Mare	765	—	100	1,463	—	100	2,27	1,14 ÷ 2,27
40 Sebesc-Alba	995	52	48	1,668	80	20	0,88	0,44
41 Sibiu	5.770	38	62	12,030	44	56	0,80 ÷ 1,04	0,35 ÷ 0,69
42 Sighetul Marmatzia	1.035	—	100	0,665	—	100	2,27	2,27
43 Sinaia	1.392	100	—	3,509	100	—	0,29	0,29
44 Tg. Muresc	2.360	50	50	3,780	75	25	0,95 ÷ 1,47	0,59 ÷ 0,70
45 Timiscioara	8.615	15	85	16,092	33	67	1,60	0,57 ÷ 0,86
46 Turda	650	—	100	1,252	—	100	1,14 ÷ 1,25	0,55 ÷ 1,14
47 T. Severin	768	—	100	0,615	—	100	1,28 ÷ 2,75	0,92
48 Vulcan	10.160	—	100	13,377	—	100	—	—
49 Zarnescti	686	100	—	1,900	100	—	—	—

Fonte: *Revue Générale de l'Electricité*, 26 aprile 1930

incompleta si ricava pure del nero fumo, ed essi servono anche per usi di metallurgia, specialmente pei forni Martin.

È questa una delle risorse che potrà un giorno essere utilizzata per la creazione di centrali termoelettriche: essa potrebbe sicuramente fornire più di due miliardi di kWh annui.

Le forze idrauliche non sono di grande rilievo; secondo il «Geological Survey» si tratterebbe di 1.600.000 cavalli; secondo calcoli di fonte rumena esse sono stimate 1.450.000 cavalli, calcolate sul deflusso continuo (minima autunnale). Invece una statistica data dagli Ingg. Blank e Pavel darebbe più di 5 milioni di cavalli, cifra che merita conferma.

Alle «Porte di ferro» sul Danubio è in progetto un canale di navigazione a conche, lungo il quale potrebbero costruirsi centrali per 700000 HP. Metà di questi spetterebbero alla Rumenia (secondo lo studio degli Ingegneri Blank e Pavel la cifra è raddoppiata).

Le acque rumene sono pubbliche, e sono regolate da una legislazione del tutto simile alla nostra, dalla quale evidentemente deriva.

Gli impianti esistenti.

La più vecchia centrale rumena è quella di Timiscioara (Temesvàr), eseguita nel 1884, quando cioè la città faceva ancora parte del Regno d'Ungheria. È una delle più antiche d'Europa.

La curva che rappresenta lo sviluppo degli impianti per la produzione dell'energia sale gradatamente da zero nel 1884 ad 85.000 kW allo scoppio della guerra: rimane orizzontale fra il 1914 ed il 1918 per risalire rapidamente fino a circa 250.000 kW nel 1928 suddivisi, per quanto si riferisce alla loro appartenenza, come precisato in Tabella I.

In quest'anno, l'ultimo del quale si abbiano statistiche aggiornate, gli impianti potevano suddividersi topograficamente nel modo seguente:

Antico Regno di Romania il 44% ossia	kW inst.	105.000
Banato e Transilvania il 54 % ossia	» »	135.000
Bucovina e Bessarabia il 4% ossia	» »	10.000
TOTALE nel 1928	kW inst.	250.000

Circa il 90% della potenza installata appartiene a centrali di potenza superiore a 500 kW, col 98% della produzione totale d'energia.

Le centrali commerciali censite nel 1928 davano una potenza così ripartita a seconda del tipo di forza motrice:

in motori idraulici	circa	11 %
» » a vapore.............	»	48,5 %
» » a olio pesante	»	39,– %
» » a gas od a benzina ...	»	1,5 %

(Fonte: *Statistiche ufficiali* 1928).

Le forze idrauliche già in atto sono tutte a bassa e media caduta: la produzione a vapore è in gran parte fatta impiegando come combustibile olio minerale grezzo, con turboalternatori. Va estendendosi l'impiego, come combustibile, dei gas naturali e particolarmente di quelli provenienti dai pozzi di petrolio.

La Tabella II fornisce dati esaurienti sulle 49 più importanti Centrali della Rumenia.

Sono in costruzione due importanti centrali idroelettriche che utilizzeranno le forze idrauliche del Jalomita e del suo affluente Brateiu. La Centrale di Dobresti utilizzerà su un salto di 300 m. l'acqua di questi due fiumi, con una portata di 6 mc/s in media. La Centrale comprenderà cinque unità da 5000 HP, delle quali quattro si stanno montando. A Gâlma una seconda centrale avrà quattro gruppi da 4000 HP.

È pure in costruzione nella stessa regione (questo gruppo d'impianti servirà la città di Bucarest) una grande centrale a lignite con tre gruppi da 6400 kW.

Le Centrali in progetto sono descritte dalla Tabella III.

TABELLA III.

PROGETTO DI CENTRALI IDROELETTRICHE

CENTRALI IDROELETTRICHE	Potenza in HP	Salto medio m.	Produzione annua in milioni di kWh	Costo dell'impianto in milioni di Lire	OSSERVAZIONI
Bistra Marùl	20.000	250	60	23,85	Serbatoio: 10 milioni di m³
Bistritza Bicaz	150.000	80	350	205,52	Serbatoio: 400 milioni di m³
Bucecea	8.000	40	20	10,28	Deflusso continuo
Comescti	10.000	10	16	11,74	Deflusso continuo
Dragàn	25.000	360	65	36,7	Serbatoio: 28 milioni di m³
Danubio	700.000	16–22	4.000	513,80	Deflusso continuo (due salti)
Posada	12.000	120	25	24,95	Deflusso continuo
Petrova-Viscau	13.000	64	26	12,48	Serbatoio: 57 milioni di m³
Nera-Rescitza	50.000	240	110	60,55	Serbatoio: 58 milioni di m³
Cibin-Sibiu	9.200	60	18	440,40	Deflusso continuo
Jiu	70.000	—	140	113,77	Deflusso continuo (cinque salti)
Sebesc-Oasca	36.000	430	110	35,23	Serbatoio: 53 milioni di m³
Sebesc-Tàu	35.000	210	100	33,40	Serbatoio: 53 milioni di m³
Buzàu-Vama	50.000	360	120	62,4	Serbatoio: 55 milioni di m³

Fonte: INGG. BLANK e PAVEL, in *Elektrotechnik und Maschinenbau*, 18 maggio 1930.

La produzione dell'energia.

La produzione d'energia nel 1928 fu di circa 530 milioni di kWh suddivisi per quanto si riferisce alle imprese pubbliche e private come precisato in Tabella I, e topograficamente nel seguente modo:

Antico Regno di Rumenia il 39% ossia	kWh	206.000.000
Transilvania e Banato il 56% ossia	»	296.000.000
Bucovina e Bessarabia il 5% ossia	»	28.000.000
TOTALE	kWh	530.000.000

La produzione di energia elettrica dalle centrali che alimentano reti si suddivide relativamente alle fonti di energia in:

Turbine idrauliche:	mil. di kWh	36,2	15,5%
Macchine a vapore	» » »	122,7	52,5%
Motori ad olio	» » »	72,6	31,0%
Motori a gas e a benzina ...	» » »	2,5	1,0%
Totale	mil. di kWh	234,0	100%

Fonte: *Elektrizitätswirtschaft*, ottobre 1929.

La trasmissione dell'energia.

Le linee più importanti della Rumenia sono quelle che collegano i centri di Bucarest, Ploesti, Floresti, Moreni e Ceptura con le Centrali che li alimentano. Trattasi d'una rete a 60000 V. Sono in corso di esecuzione, nella stessa zona e per allacciare quei centri alle nuove centrali di Grozavesti, Dobresti, Gâlma e altre, alcuni tronchi di linea a 110 kV. Il tronco principale Dobresti-Bucarest avrà una lunghezza di 128 km. e sarà costruito, come alcune altre delle linee a 60 kV, in acciaio-alluminio.

Vi sono altri tronchi a 25 kV, di non grande importanza. La scarsezza di linee importanti è la conseguenza del carattere regionale che ha l'industria rumena: in tutto si hanno 700 km. di linee ad alta tensione.

La frequenza generalmente impiegata è di 50 periodi.

Quanto alle distribuzioni, nel 1928 vi erano 86 impianti a corrente continua per complessivi 26.500 kW; tre monofasi per 5200 kW; due bifasi per 10.000kW; 55 trifasi per 132600 kW.

Tariffe e prezzi di vendita.

A *Bucarest* i privati pagano 10 lei più 0,50 lei di tassa, per kWh (L. 1,14 + 0,06); i servizi statali e le industrie 10 lei, esenti da tassa (L. 1.14); i negozi e gli uffici 13 lei più 0,50 lei di tassa (L. 1.50 + 0,06); ad *Arad*, 17 lei (L. 1.95) per luce e 8 lei (L. 0.84) per forza motrice; a *Chisinau* si ha un prezzo unico per tutti i servizi di 7 lei (L. 0.80); così a *Constanza* (15 lei = L. 1.69); a *Sibiu* da 7,50 a 9 lei per luce (L. 0.86 ÷ 1,04) e da 6 a 3 lei per forza (L. 0,69 ÷ 0,35); a *Timisoara* 14 lei per luce (L. 1,60) e da 5 a 7,50 lei per forza (L. 0,57 ÷ 0,86). In parecchi casi si hanno prezzi variabili coi costi di esercizio, o dei prezzi del gas, dei combustibili liquidi e del carbone.

Trazione ferroviaria

Finora non furono elettrificati che due tronchi, uno in Transilvania ed uno in Bucovina, quindi non appartenenti al vecchio Regno. Il primo tronco è a scartamento ridotto e della lunghezza di 59 Km.: il secondo a scartamento normale di 33,500 Km. Numerose le reti tranviarie urbane.

Sembra che il Governo abbia intenzione di promuovere l'elettrificazione di alcuni altri tronchi; ma finora non si hanno in proposito notizie positive.

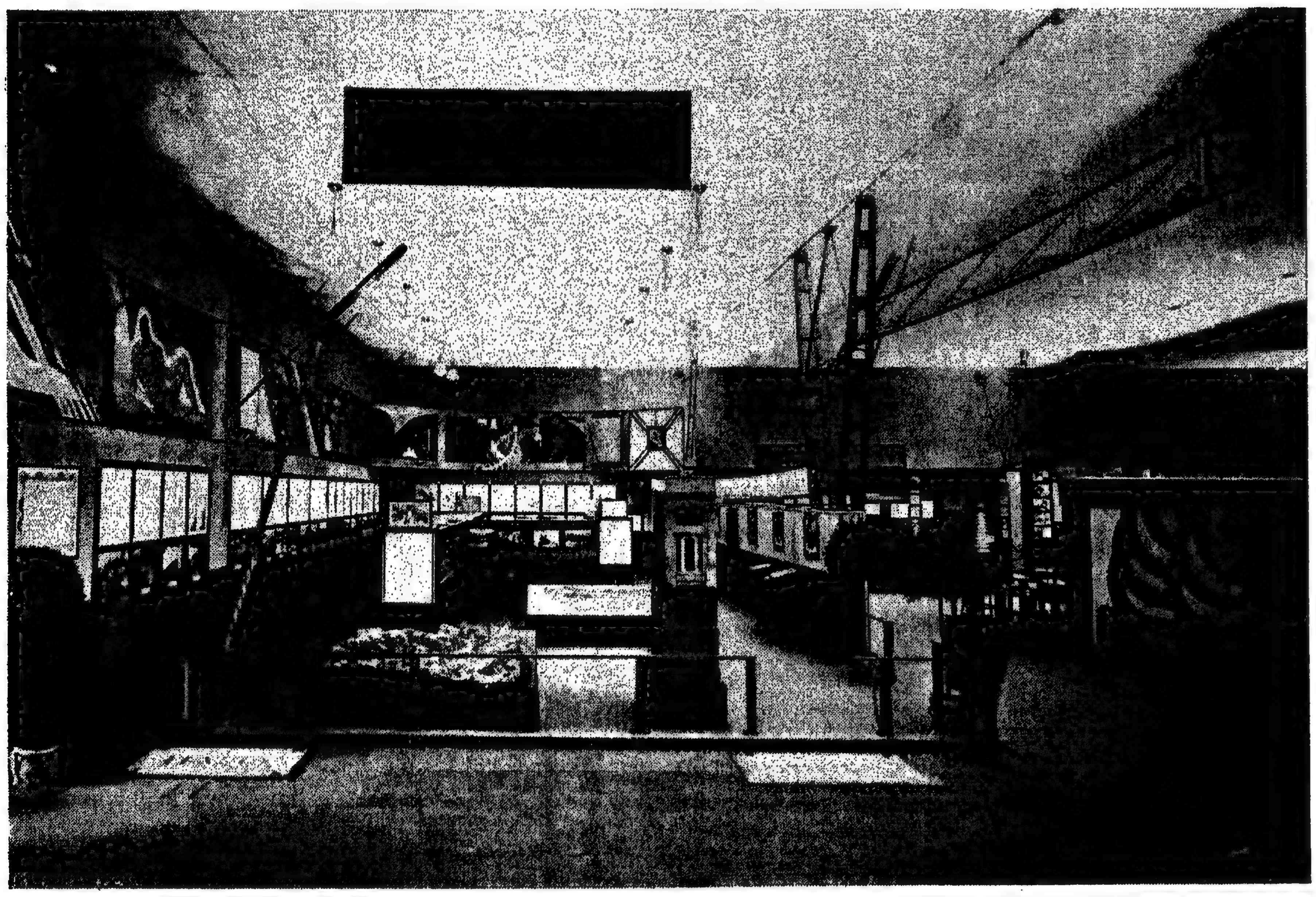
Ing. Ettore Cesàri.

La UNFIEL all'Esposizione di Liegi



Come già l'anno scorso a Barcellona, la UNFIEL, per espresso desiderio delle Superiori Gerarchie, ha esposto nel Padiglione Italiano all'Esposizione Internazionale di Liegi un copioso materiale illustrativo dell'Industria elettrica italiana.

La Mostra occupa una intera campata di fondo del vasto Padiglione. In alto l'ambiente è decorato dal fregio pittorico del Prof. Bazzi che a Barcellona destò tanto interesse: alle pareti, con uno sviluppo complessivo di circa novanta metri, sono esposte una sessantina di grandi fotografie degli impianti italiani, altrettanti diagrammi indicanti la potenzialità finanziaria dei vari aggruppamenti, l'importanza dei loro impianti e l'incremento della loro produzione: nonchè altre notizie atte a dare ai visitatori un'idea chiara dello sviluppo che l'industria elettrica italiana ha saputo raggiungere. Nel mezzo del locale ottanta grandi diapositive, opportunamente illuminate da numerosi diffusori, mostrano in modo suggestivo come alla grandiosità delle nostre centrali si accoppii la bellezza dei paesaggi.



Numerosi plastici riproducono le opere dei principali impianti idroelettrici.

Le Associate che hanno fornito i materiali esposti sono le seguenti:

Società Gen. It. Edison di Elettricità e consociate; *Società Idroelettrica Piemonte* e consociate; *Società Meridionale di Elettricità* e consociate; *Soc. Terni per l'Industria e l'Elettricità*; *Società Adriatica di Elettricità* e consociate; *Società «La Centrale»* e consociate; *Società Generale Elettrica dell'Adamello*; *Unione Esercizi Elettrici*; *Società Generale Elettrica della Sicilia*; *Società Elettrica Sarda*; *Società Idroelettrica dell'Isarco*.

A queste si aggiungono l'ANSI che ha esposto programmi, dati e fotografie dei suoi laboratori, della sala per le conferenze ecc.; e la SERIE che fa conoscere la Rivista *L'Energia Elettrica*.

Come è noto, l'Esposizione di Liegi è una delle due manifestazioni commemorative dell'indipendenza Belga, l'altra essendo quella di Anversa. La prima è dedicata principalmente alla Industria, la seconda alle Arti. L'Italia figura degnamente in entrambe. Espositori principali, a Liegi, sono, oltre alla UNFIEL, l'O. N. Combattenti, il Ministero dei LL. PP. e le Ferrovie dello Stato. Ad Anversa, ammiratissime sono sopratutto le interessanti mostre della Regia Marina e delle Colonie.

Per l'Esposizione di Liegi è Commissario generale il Sen. Agnelli, rappresentato sul posto dall'Ing. Boella.

Il Padiglione italiano per la varietà ed originalità dei prodotti esposti è fra i più frequentati: in esso la UNFIEL ha il posto d'onore e il riparto ad essa dedicato desta il più vivo interesse dei competenti per il materiale statistico esposto e dei non tecnici per l'originalità della decorazione, adattantesi nel miglior modo possibile alla speciale struttura del padiglione, e per le magnifiche riproduzioni fotografiche dei nostri maggiori impianti, ai quali fanno degna cornice i magnifici paesaggi alpini e dell'Appennino.

Le fotografie che pubblichiamo danno un'idea dello «stand», della UNFIEL che nel prossimo settembre sarà visitato dai partecipanti al Congresso dell'«Union internationale des producteurs et distributeurs d'énergie électrique».



La II Conferenza mondiale dell'energia

NOTIZIE GENERALI.

Dal 16 al 25 giugno 1930 si è riunita in Berlino la 2ª Sessione plenaria della Conferenza mondiale dell'energia, a distanza di sei anni dalla prima, promossa nel 1924 dalla « British Electrical and Allied Manufacturers' Association », dietro iniziativa del Sig. D. N. Dunlop.

I partecipanti alla Conferenza di Berlino furono 3890 circa: di questi 2490 erano tedeschi, austriaci e cecoslovacchi; i rimanenti 1400 rappresentavano i seguenti Paesi:

Gran Bretagna e Stato libero d'Irlanda (220 partecipanti).

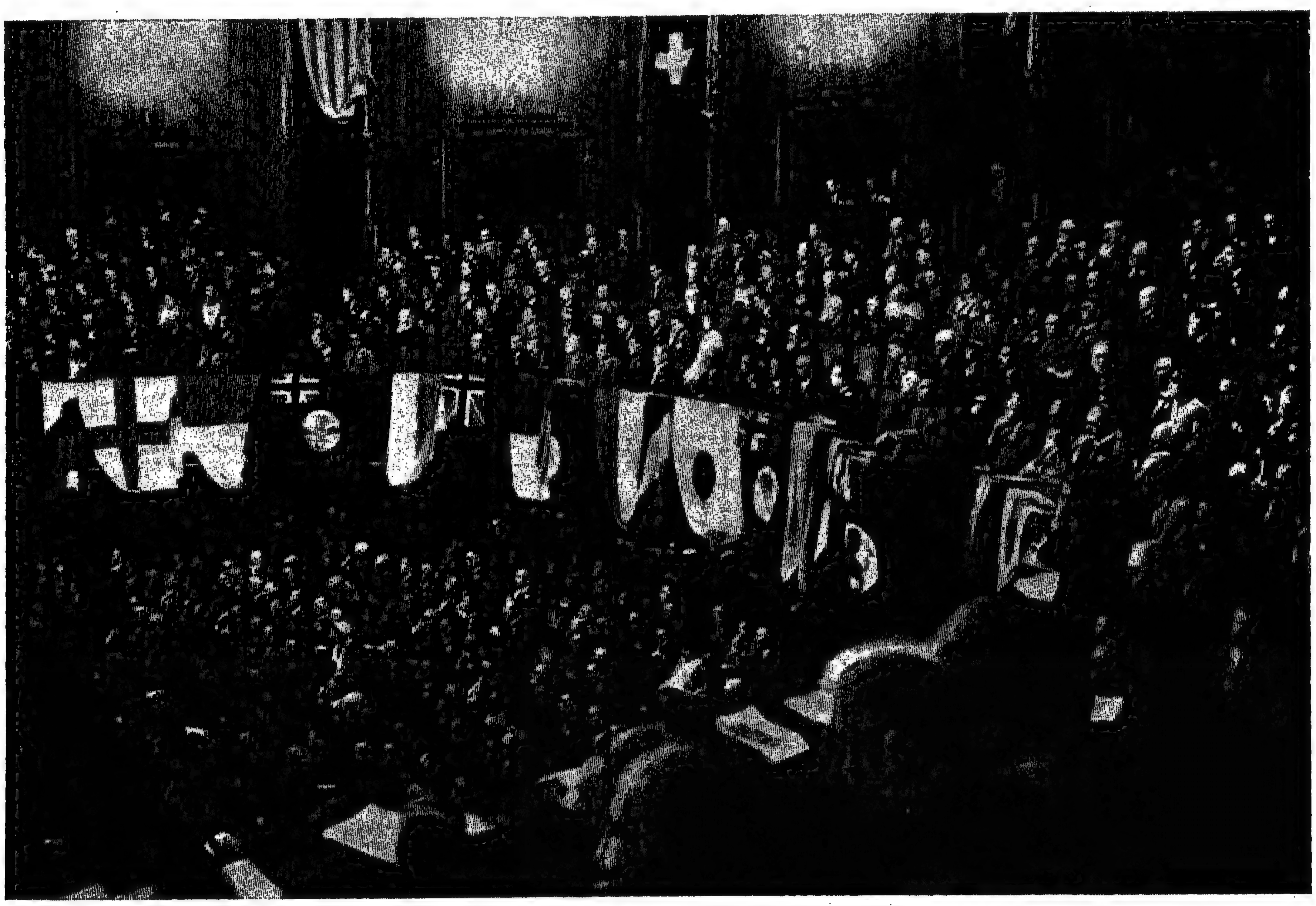
Paesi Europei: (725 partecipanti) Belgio, Bulgaria, Danimarca, Danzica, Estonia, Finlandia, Francia (103 partec.) Grecia, Italia (65 partec.), Jugoslavia, Lettonia, Lituania, Lussemburgo, Norvegia, Olanda, Polonia, Portogallo, Romania, Russia, Spagna, Svezia, Svizzera, Ungheria.

Americhe: (216 partecipanti) Argentina, Bolivia, Brasile, Canadà, Chile, Columbia, Cuba, Equatore, Guatemala, Paraguay, Perù, Stati Uniti (162 partec.), Uruguay.

Asia: (222 partecipanti) Cina, Giappone (188 partec.), India, Indie Olandesi, Persia, Siam, Turchia.

Africa: (8 partecipanti) Costa d'Oro, Egitto, Marocco, Stati del Sud Africa.

Oceania: (10 partecipanti) Australia, Nuova Zelanda.



La seduta inaugurale della « IIª Conferenza mondiale dell'energia », nel teatro Kroll di Berlino.

Come è noto, lo scopo essenziale di queste periodiche riunioni di tecnici, di industriali e di scienziati di tutto il mondo è quello di esaminare e di discutere i problemi generali e particolari (di carattere tecnico, economico e legale) relativi alla produzione e all'utilizzazione dell'energia, comunque prodotta, in modo da portare un efficace contributo allo sviluppo e al perfezionamento delle varie utilizzazioni possibili dell'energia stessa, sia nell'interesse delle singole Nazioni che nell'interesse generale dei diversi Paesi del mondo. A tale fine, nel Congresso di Berlino, accanto ad alcuni problemi tecnici relativi alla produzione, vennero trattate in modo particolare anche numerose questioni tecnico economiohe inerenti ai diversi modi di utilizzazione dell'energia, alla cocperazione razionale dei vari tipi di impianti e agli scambi internazionali dell'energia elettrica (con speciale riguardo al trasporto dell'energia dalla Norvegia alla Germania).

Fra le Delegazioni Ufficiali che parteciparono più attivamente e brillantemente ai lavori della Conferenza è da annoverarsi

la nostra delegazione nazionale, ai membri della quale vennero affidati diversi incarichi onorifici di primissimo ordine.

Essa era così costituita:

Presidente

S. E. Prof. Ing. Gr. Uff. GIANCARLO VALLAURI, Accademico d'Italia.

Membri :

S. E. Prof. Ing. Giuseppe Belluzzo, Ministro di Stato.

Prof. Dott. Francesco Giordani, Direttore dell'Istituto di elettrochimica nel R. Politecnico di Napoli.

Gr. Uff. Ing. Oreste Jacobini, Capo Servizio delle Ferrovie dello Stato.

Prof. Dott. Mario Giacomo Levi, Direttore dell'Istituto di Chimica Industriale nel R. Politecnico di Milano.

Ing. Giorgio Rabbene, Colonnello del Genio Navale.

Gr. Uff. Dott. Terenzio Sacchi Lodispoto, Direttore Generale al Ministero dei Lavori Pubblici.

Ing. Marco Semenza.

Gr. Uff. Ing. Alessandro Taccani, Presidente della Sezione Tecnologica della UNFIEL.

Segretario :

Ing. Alfredo Melli, Segretario del Comitato Nazionale Italiano della W. P. C.

***

Le memorie presentate ammontano a più di 400. La Germania e gli Stati Uniti sono i due Paesi che hanno dato il maggior numero di relazioni (59 per ciascuno); seguono immediatamente l'Inghilterra (con 44 rapporti) e l'Austria (con 31). L'Italia è al 7° posto, con 17 relazioni.

I rapporti tedeschi si riferiscono per più di metà a problemi tecnici ed economici inerenti alla produzione, distribuzione ed utilizzazione dell'energia elettrica, con particolare riguardo alla cooperazione dei diversi tipi di impianti di produzione. Oltre a questi problemi trattano più o meno ampiamente anche numerose altre questioni relative ai motori a combustione interna, alla produzione del gas, alla utilizzazione dei combustibili, ecc.

La maggiore varietà di argomenti si ritrova forse nei rapporti americani (degli Stati Uniti).

La produzione, il trasporto, la distribuzione e le applicazioni dell'energia elettrica sono ancora in primo piano; numerosi però sono anche i rapporti riguardanti i problemi inerenti all'estrazione e all'utilizzazione dei combustibili, alla produzione e distribuzione del gas ecc.

Una parte dei rapporti inglesi tratta particolarmente dell'utilizzazione dei combustibili solidi, liquidi e gassosi a scopo di produzione di energia elettrica; un solo rapporto si riferisce alle utilizzazioni idroelettriche ed i rimanenti sono dedicati specialmente al problema della distribuzione e delle applicazioni dell'energia elettrica.

I rapporti del Comitato Nazionale Austriaco, in relazione ai particolari aspetti dell'industria elettrica locale, si riferiscono per la maggior parte alle questioni tecniche, economiche e legali di maggiore attualità inerenti allo sfruttamento dell'energia idraulica.

Degni di nota sono pure i rapporti svizzeri, i quali, oltre ad alcuni problemi tecnici relativi alle moderne utilizzazioni idroelettriche, trattano in modo particolare dei più recenti progressi realizzati nel campo delle costruzioni elettromeccaniche e in particolare nella costruzione delle turbine a vapore, dei generatori, dei trasformatori, ecc.

I rapporti presentati dai Relatori italiani si possono suddividere, in relazione agli argomenti trattati, in quattro gruppi:

1°) Il primo gruppo di relazioni tratta dei più recenti metodi di indagine idrologica seguiti in Italia per lo studio delle utilizzazioni idroelettriche, nonchè dei problemi tecnici ed economici di maggiore attualità inerenti alle utilizzazioni idroelettriche stesse e agli impianti di bonifica e di irrigazione.

Esso comprende i seguenti rapporti:

a) Metodi seguiti in Italia per la valutazione delle forze idrauliche disponibili (*Servizio Idrografico Italiano*).

b) I più recenti ed importanti impianti di turbine idrauliche e di pompe in Italia (*Ing. Guido Ucelli*).

c) Le condotte forzate in Italia (*Ing. Emilio Bernardini*).

d) Utilizzazioni idroelettriche combinate per produzione di energia elettrica e per irrigazione (*Ing. Prof. Gaetano Ganassini*).

e) Lo stato delle utilizzazioni idrauliche per forza motrice in Italia al 31 dicembre 1928 (*Servizio Idrografico Italiano*).

2°) Il secondo gruppo riguarda i grandi impianti termoelettrici italiani ed i problemi inerenti all'analisi e alla utilizzazione dei combustibili; esso comprende le sei relazioni seguenti:

f) Le grandi centrali termoelettriche italiane (*Ing. Ettore Cesàri*, Direttore della UNFIEL).

g) Studi sui combustibili italiani (*Proff. M. Giacomo Levi* e *Carlo Padovani*).

h) L'associazione Nazionale italiana per il controllo della combustione e i suoi primi tre anni di vita (*Ing. Vincenzo Grazioli*).

i) Contributo alla standardizzazione dei metodi di analisi dei combustibili solidi (*Dott. Riccardo De Benedetti*).

l) Ricuperi di calore (*Ing. Renato S. Nicolò*).

m) La distillazione dei calcari bituminosi per la produzione degli olii minerali (*Ing. Andrea La Porta*).

3°) Il terzo gruppo comprende le seguenti relazioni, riguardanti lo stato attuale dell'elettrificazione delle ferrovie italiane e vari problemi a questa inerenti:

n) Dati di esercizio e risultati di esperimenti relativi alla grande trazione elettrica (*Ing. Cesare Carli*, delle FF. SS.).

o) Le locomotive elettriche impiegate dalle Ferrovie dello Stato italiano (*Ing. Cesare Carli*).

p) Ferrovie e tramvie private in Italia (*Ing. Marco Semenza*).

4°) Il quarto gruppo infine tratta di due importanti applicazioni dell'energia elettrica e precisamente:

q) Applicazioni dell'energia elettrica al problema delle bonifiche agrarie (*Ing. O. Ghetti e Prof. Manzetti*).

r) Stato attuale dell'industria elettrochimica ed elettrometallurgica in Italia (*Dott. Giovanni Morselli* e *Prof. Oscar Scarpa*).

ORGANIZZAZIONE DELLA CONFERENZA.

Le numerose memorie presentate vennero anzitutto suddivise in 34 sezioni, per riguardo ai diversi argomenti trattati. Per ognuna di queste, poi, il Comitato direttivo della W.P.C. nominò un Relatore generale, il quale compilò un riassunto dei diversi rapporti appartenenti alla rispettiva sezione e, sulla scorta dei dati e delle argomentazioni svolte dai singoli relatori,

formulò alcuni quesiti di carattere e di interesse generale che dovevano poi costituire i temi di discussione.

Le relazioni particolari, come pure i rapporti generali delle varie sezioni, vennero pubblicati e posti in vendita prima dell'inizio della Conferenza.

I lavori del Congresso ebbero luogo nelle belle ed ampie sale annesse al teatro Kroll.

Data la ristrettezza del tempo disponibile venivano riunite contemporaneamente, in sale diverse, da due a tre sezioni per volta.

I lavori di ciascuna sezione erano diretti da un Presidente, da un Vice Presidente, dal Relatore generale e da un assistente.

Dopo una breve introduzione del Presidente (o del Vice Presidente) il Relatore generale dava lettura del suo rapporto e poneva i quesiti della discussione.

La lettura dei rapporti generali e delle diverse comunicazioni veniva fatta contemporaneamente nelle tre lingue tedesca, inglese e francese. Mentre l'oratore parlava ad alta voce in una di queste lingue, due traduttori che si trovavano in una specie di tribuna sottostante al banco della Presidenza, trasmettevano la stessa comunicazione nelle altre due lingue, per mezzo di appositi microfoni collegati ad un apparecchio amplificatore dal quale erano poi derivati i diversi ricevitori a cuffia (uno per ciascun posto) distribuiti nella sala di riunione.

La partecipazione alla discussione era teoricamente libera: in pratica, però, era necessario presentare almeno un giorno prima il testo delle comunicazioni che si intendeva fare, affinchè potesse venire tradotto nelle lingue ufficiali del Congresso. In qualche caso, se il tempo disponibile non era molto ristretto e se il numero degli interlocutori era limitato, si poteva anche chiedere la parola (in una delle lingue ufficiali) durante la seduta stessa; ma allora la comunicazione non veniva tradotta nelle altre due lingue, e rimaneva per lo più senza risposta o replica alcuna.

In generale, poi, ogni persona non poteva parlare più di cinque minuti.

Date queste circostanze, determinate in buona parte da una organizzazione forse troppo rigida ed aggravate dalla ristrettezza del tempo disponibile, — in stridente contrasto con la vastità e la complessità degli argomenti trattati — la discussione, che avrebbe dovuto costituire la parte sostanziale della Conferenza, si ridusse nella maggior parte dei casi ad una arida serie di brevi letture slegate fra loro e non sempre rispondenti nemmeno ai quesiti posti dai Relatori generali. In qualche caso, poi, degenerò in una vera e propria esposizione reclamistica a favore dell'una o dell'altra ditta costruttrice di macchine o di apparecchi di utilizzazione. In tal modo, malgrado i lodevoli sforzi compiuti dagli Organizzatori per assicurare alla Conferenza un ottimo successo e nonostante il grande numero delle comunicazioni fatte in sede di discussione (circa 430), il Congresso di Berlino venne proprio meno ad uno dei suoi scopi fondamentali: a quello, cioè, di costituire una palestra di *libera* ed *efficace* discussione nel campo vastissimo della scienza, della tecnica e dell'industria.

Come era da attendersi, alle predette discussioni parteciparono in grandissima maggioranza i tecnici tedeschi e quelli dei minori Paesi europei che gravitano intorno al sistema economico-industriale della Germania. Nella forma e nei limiti consentiti dall'accennata organizzazione, anche l'Italia non mancò tuttavia di dare il suo prezioso contributo, specialmente nel campo delle utilizzazioni idroelettriche.

Una interessante iniziativa che ebbe buon successo fu quella di affidare ad alcune personalità eminenti nel campo delle scienze e della tecnica, l'incarico di tenere periodicamente delle «Conferenze generali» aventi lo scopo di divulgare i più interessanti ed attuali problemi, sia tecnici che scientifici, anche al di fuori della cerchia dei Congressisti.

Una di queste conferenze fu brillantemente tenuta il 20 giugno, durante la cosidetta «ora italiana», dal Prof. G. Vallauri, Presidente della nostra Delegazione ufficiale.

***

Durante il Congresso furono organizzate numerose visite ai principali stabilimenti industriali dei dintorni di Berlino e agli impianti elettrici che alimentano la grande metropoli.

Venne data anche una sontuosa festa, la sera del 18 giugno, nella sala del teatro Kroll e furono indette due riunioni serali — facoltative — per i diversi gruppi di Congressisti specializzati.

Oltre a queste riunioni, che erano assolutamente libere, ebbero luogo anche alcuni ricevimenti, sopratutto da parte di autorità governative o diplomatiche; gli inviti erano però limitati a ristrette cerchie di Congressisti.

In complesso, anche per ciò che riguarda l'allacciamento di nuove ed estese relazioni fra industriali e tecnici dei diversi paesi del mondo, il Congresso di Berlino ha dato scarsissimi risultati. Il numero forse anche eccessivo dei partecipanti; la loro distribuzione negli alberghi e nei banchetti fatta quasi sempre per gruppi della stessa nazionalità, la grande concentrazione dei partecipanti tedeschi, i quali formavano in ogni occasione una falange compatta e difficilmente penetrabile, resero pressochè impossibile lo stabilirsi di quei contatti e di quell'affiatamento fra gli intervenuti dalle diverse parti del mondo, che sarebbero stati, nelle intenzioni dei promotori della W.P.C., scopi non secondari di tale Conferenza.

Deliberazioni e risultati della II Conferenza mondiale dell'energia.

Diverse deliberazioni di carattere tecnico, economico ed amministrativo vennero prese di volta in volta dai Comitati delle singole sezioni, in base ai risultati delle discussioni svolte nelle rispettive sedute e con riferimento sopratutto ai quesiti posti dai Relatori generali.

Tali deliberazioni, dapprima rivedute e coordinate da una speciale sottocommissione eletta dal Comitato direttivo internazionale della W.P.C., verranno successivamente sottoposte all'esame dei singoli Comitati nazionali ed infine ratificate dal Comitato direttivo stesso, in occasione della prossima Conferenza parziale del 1931.

Frattanto, il Comitato della W.P.C., in seguito a varie osservazioni e proposte pervenutegli, ha dato l'incarico ad una speciale Commissione internazionale, appositamente nominata, di studiare il modo di perfezionare in avvenire l'organizzazione e il funzionamento della «Conferenza mondiale dell'energia» affinchè i risultati dei prossimi Congressi siano più completi ed efficaci.

Un'altra questione, alquanto delicata, presa in esame dallo stesso Comitato è quella relativa ai rapporti che d'ora innanzi dovranno intercedere fra la «Conferenza mondiale dell'energia» e i numerosi altri organismi internazionali coesistenti dei quali fanno parte quasi tutte le organizzazioni tecniche e industriali che hanno aderito alla W.P.C.

Per questo riguardo sono stati presi specifici accordi, circa la delimitazione delle rispettive competenze e l'eventuale scambio dei risultati di indagini di interesse comune, con il *Comitato internazionale per le dighe*, con la *Conferenza delle grandi reti elettriche*, con la *Commissione mista internazionale per le linee telefoniche e le canalizzazioni sotterranee*, con il *Comitato Internazionale per le Norme* e con la nuova *Unione internazionale per la prova dei materiali* ecc. Ma, a quanto ci consta, non è ancora stato preso alcun accordo del genere con *l'Unione internazionale dei Produttori e distributori d'energia elettrica.*

Tale omissione sarebbe tanto più inopportuna in quanto la trattazione dei problemi di carattere economico industriale —

inerenti alla distribuzione e alla vendita dell'energia elettrica — che la W.P.C. intende porre in primo piano nei suoi programmi futuri dovrebbe essere invece riconosciuta, logicamente, di esclusiva competenza dell'anzidetta Unione.

Una intesa fra i due Organismi appare dunque indispensabile, se si voglino evitare delle spiacevoli tensioni, fra i rispettivi Comitati esecutivi, le quali potrebbero anche determinare l'allontanamento di varie Organizzazioni industriali dalla « Conferenza mondiale dell'energia ».

***

Durante la Conferenza di Berlino ha avuto luogo (il 20 giugno) anche una seduta speciale del Comitato esecutivo, per la ratifica di una delle quattro deliberazioni prese dalla « Commissione per i combustibili » in seguito alla Conferenza sezionale di Londra, del 1928.

Il quesito posto all'ordine del giorno riguardava la definizione da adottarsi per il « potere calorifico » dei combustibili.

È stato deliberato che la W.P.C. provvederà a far compilare entro il corrente anno un elenco delle notazioni che dovranno essere adottate in tutti i Paesi civili per indicare il potere calorifico *superiore* e quello *inferiore* dei combustibili.

In avvenire, poi, in tutte le questioni inerenti al potere calorifico si dovrà sempre disinguere chiaramente se si fa riferimento a quello *superiore* o a quello *inferiore*, attenendosi alle definizioni ufficiali internazionali che verranno all'uopo pubblicate.

***

Prima della chiusura del Congresso di Berlino il Comitato internazionale della W.P.C. ha designato anche le future sedi delle prossime Conferenze sezionale e generale del 1933 e del 1936.

La prima avrà luogo a Stoccolma e la seconda verrà tenuta in America.

A. T.

NOTA. - In un prossimo numero de *L'Energia Elettrica* pubblicheremo un breve riassunto delle principali memorie presentate al Congresso di Berlino che riguardano più da vicino l'industria elettrica.

PROF. AVV. ANNIBALE GILARDONI

Tassa di registro sui contratti comunali di concessione di illuminazione elettrica ad uso dei privati

La Cassazione ha, in recente occasione, affermato il principio che il contratto di concessione fra un Comune e un esercente di illuminazione elettrica *ad uso dei privati* è soggetto alla tassa di Registro di cui all'art. 56 della legge di registro 30 dicembre 1923, n. 3269, integrata dal D. L. 1° luglio 1926, n. 1157.

Tale principio, per quanto consta, è nuovo e singolare e merita ponderato esame per la stessa sua importanza giuridica ed economica. Per chiarire la critica è necessario porre una *premessa* e precisare due *quesiti*.

***

Premessa. – L'esercizio della distribuzione della illuminazione elettrica è concessione che compete esclusivamente allo Stato, anche perchè non è materialmente possibile senza il mezzo materiale e il presupposto della concessione di elettrodotto per via aerea o nel sottosuolo. È notissimo che la legge 7 giugno 1894 n. 232 e il Regolamento 25 ottobre 1895, n. 642, integrati dalla successiva legge del 16 dicembre 1926, n. 2373 stabiliscono inderogabilmente il principio che la facoltà di concedere elettrodotti di *distribuzione* — distinti da quelli di *trasmissione* e di *congiungimento* (1) — spetta esclusivamente al Prefetto. Il Comune non è competente ad accordare tale concessione, tanto in via di monopolio che di libera concorrenza con altri esercenti.

Sta di fatto che non pochi Comuni, specie per il passato, si erano arrogati la facoltà di concedere — con esclusività o non — l'esercizio del servizio di illuminazione elettrica urbana ad uso dei privati.

***

1° *Quesito.* – Si chiede se *il contratto di concessione per fornitura di energia elettrica ad uso dei privati possa essere assoggettato a tassa di registro ai sensi delle leggi del* 1923 *e* 1926.

È notissimo che coll'art. 56 della legge 30 dicembre 1923, n. 3269, gli atti di concessione del genere erano assimilati agli appalti (diritto proporzionale del 2% numero 52 della tariffa di registro) e che per fissare l'importo tassabile si applica la percentuale di tariffa « sui corrispettivi convenuti e proventi « lordi dell'esercizio dei servizi stessi, da dichiararsi in *via prov-* « *visoria* al momento della registrazione, salva la liquidazione « definitiva *annuale* della tassa complementare sui proventi « effettivi, da denunciarsi all'ufficio del registro entro un mese « dalla chiusura dei rendiconti annuali della gestione. La de- « nuncia *deve* essere corredata da un estratto autentico dei « rendiconti stessi ».

L'assimilazione fra appalto e somministrazione di energia elettrica e la formula di liquidazione parvero troppo gravi per gli esercenti e con successiva legge del 1° luglio 1926, n. 1157 venne stabilito che « agli atti di concessione concer- « nenti..... energia elettrica, contemplati dall'art. 56 della legge « del registro del 1923 è applicabile annualmente la tassa pro- « porzionale di cent. 20 per ogni 100 lire dei corrispettivi con- « venuti, nonchè dei proventi lordi ricavati dall'esercizio. Alla « registrazione di detti contratti sarà liquidata provvisoria- « mente la tassa dovuta pel solo primo anno di esercizio, salva « la liquidazione definitiva al termine di ogni anno di eser- « cizio ».

L'art. 2 della legge stessa dispone poi che: « l'aliquota della « tassa di registro suddetta *sarà applicabile anche ai contratti* « *registrati anteriormente alla pubblicazione del presente decreto,* « *solamente in quanto essi diano luogo ad ulteriore pagamento di* « *tassa* ».

2° Viene ora il *secondo quesito*: *Supposto che un contratto comunale di concessione di distribuzione di energia elettrica ad uso dei privati sia stato presentato per la registrazione anteriormente al* 1926 (tariffa 2 %), *la misura ridotta della legge del* 1926 (0.20 %) *è applicabile secondo la data dell'accertamento e della presentazione dell'atto o secondo la data del pagamento?*

I due quesiti sono stati risoluti a danno del contribuente dalla sentenza della Cassazione, Sez. I, 5 dicembre 1929 in causa Finanze dello Stato c. Società Elettrica Sarda.

***

Sul primo quesito la Cassazione ha così motivato:

« L'esame del ricorso importa anzitutto di accertare se in « punto di fatto la denunciata sentenza abbia riconosciuto che « col rogito Salis 1912 il Comune di Cagliari abbia fatto una « concessione alla Società Sarda per la distribuzione della cor- « rente elettrica ai privati. Ora è indubitato che la detta sen- « tenza dichiarò che quel rogito, sebbene riguardasse la illumi- « nazione pubblica, non si era limitato a concederne l'appalto, « ma aveva voluto provvedere anche circa il servizio di distri- « buzione di corrente elettrica ai privati. Inoltre la sentenza « richiamò nella sua motivazione varie agevolazioni concesse « dal Comune anche in rapporto alla fornitura dei privati. Dato « adunque che il contratto portava anche una concessione per « la fornitura della energia elettrica ai privati, l'Ufficio del Re- « gistro doveva applicare al riguardo la relativa tassa.

« Senonchè il ricorso della Società, richiamandosi all'art. 6 « del T. U. del 1897, ha obbiettato che quell'applicazione non si « sarebbe potuta fare, perchè le tasse di registro si applicano « secondo l'intrinseca natura e gli effetti dell'atto, se anche « non vi corrisponda il titolo o la forma apparente, e nel con- « tratto in esame la fornitura ai privati *era una pattuizione* « *puramente nominale priva di efficacia giuridica.*

« L'obbiezione non regge. Questa Corte riconosce che per la « legge e per il regolamento su richiamati sulla trasmissione a « distanza delle correnti elettriche sia di competenza dell'auto- « rità governativa la concessione di impiantare, con costitu- « zione di pubblica servitù, condutture elettriche e che perciò « sia impedito ai Comuni di fare nell'ambito del rispettivo « territorio concessioni esclusive in regime monopolistico per « impianti di fornitura di corrente elettrica ai privati. *Ma ciò* « *non elimina la necessità* di vedere se al riguardo sia rimasto « ai Comuni *impedito anche di fare concessioni non includenti* « *esclusività e monopolio per il concessionario.* La negativa, « non contrastata da alcuna disposizione della legge e del rego- « lamento suaccennato, trova esplicita dimostrazione nella legge « 29 marzo 1903, n. 103, sulla municipalizzazione dei pubblici « servizi. Essa comincia all'art. 1 col dare un elenco dei servizi « pubblici municipalizzabili e fra questi pone all'art. 2 l'illu- « minuzione pubblica e privata. Non subordina la municipa- « lizzazione della privata alla simultaneità della municipalizza- « zione della pubblica nè in modo alcuno esclude la illumina- « zione elettrica. In base adunque a tale esplicita dichiarazione « è certo che il legislatore ha voluto considerare servizio pubblico « anche quello dell'illuminazione privata con qualsiasi sistema,

(1) Cfr.: A. GILARDONI: *Il diritto di elettrodotto.* Classificazione delle linee elettriche in *Energia Elettrica* 1928, fasc. VII.

« compreso naturalmente quello elettrico. All'art. 27 poi la « medesima legge ha disposto che « i Comuni che intendano « concedere all'industria privata qualcuno dei servizi indicati « nell'art. 1 debbono sempre nel relativo contratto di conces- « sione riservarsi la facoltà di riscatto ». Da quest'altra disposi- « zione si desume dunque testualmente che *anche del servizio « di illuminazione privata può dai Comuni farsi concessione al- « l'industria privata.*

« E siccome la legge parla replicatamente di *concessione* e « non di *cessione*, è manifesto che non si presuppone un'assun- « zione del servizio da parte del Comune ».

In sostanza la Cassazione ha tratto il suo principale convincimento per l'obbligo di registrazione e della tassa dall'art. 8 della legge di Registro del 1923 che dichiara che « le tasse sono « applicate secondo l'intrinseca natura e gli effetti degli atti e « dei trasferimenti, *se anche non vi corrispondono il titolo e la « forma apparente* ».

L'insegnamento del Supremo Magistrato ha però omesso di applicare nella specie una disposizione di importanza capitale ed è quella dell'art. 327 della legge comunale e provinciale del T. U. approvato con D. R. 4 febbraio 1915 n. 148, che risale al 1859 e che è tuttora vigente e non fu modificato dal D. R. 30 dicembre 1923, n. 2839. La citata disposizione dichiara come appresso: « sono nulle di *pieno diritto* le deliberazioni « prese..... sopra oggetti *estranei alle attribuzioni del Consiglio* ».

Questa nullità di pieno diritto è esattamente applicabile nella specie di un Comune che stipuli un contratto che prende necessariamente titolo da una deliberazione di concessione di distribuzione di energia ai *privati* (vedremo in seguito quale speciale importanza abbia questa specificazione), perchè tale esercizio è industria libera, non concessibile dai Comuni, è connessa ad elettrodotto di competenza prefettizia (1).

Si può chiedere però se, ai fini fiscali, tale nullità *debba* essere giudizialmente dichiarata o possa essere eccepita, specie in sede di liquidazione della tassa. A prescindere dalla dizione usata dal legislatore (nullità di pieno diritto), che non lascia dubbi, è opportuno ricordare che l'art. 114 della legge comunale e provinciale del 1923, dà facoltà « al Governo del Re... « di dichiarare... la nullità degli atti o provvedimenti (comunali « e provinciali) che contengano violazione di leggi o di regola- « menti generali o speciali ».

Sembra inutile osservare che questa « nullità » per violazione di legge è diversa da quella per « incompetenza » (o, come dice l'art. 327, *estranea alle attribuzioni del Consiglio*) di cui al citato art. 327 della legge com. e prov. del 1915. Quest'ultima funziona « di pieno diritto »; l'altra funziona per dichiarazione del Governo del Re, per quanto nella generalità dei casi, anche nella seconda ipotesi, si tratti di nullità radicale.

Ma, risponde il Supremo Magistrato, l'art. 8 della legge di registro applica le tariffe secondo la natura dell'atto « se anche non vi corrisponde il *titolo* ». Non crediamo che tale rilievo induca alla interpetrazione della legge secondo il principio affermato dalla Cassazione.

Non è lecito ignorare che scrittori e giurisprudenza se hanno affermato che l'ufficio del registro non ha veste ad indagare l'intenzione delle parti a riguardo del negozio giuridico, sorpassandone anche la intitolazione nel testo documentale (questo è il significato della parola *titolo* del succitato art. 8) ciò interviene solo nel caso di contratti *fra privati*; se invece l'atto corre fra la Pubblica Amministrazione e il privato, ritengo che l'ufficio del Registro non possa colpire colla tassa un contratto che una legge di diritto pubblico dichiara nullo di pieno diritto. Del resto, l'ufficio del registro si spinge pure ad indagare l'intenzione delle parti in ogni caso utile per applicare una tassa maggiore e specialmente in quelli affetti da simulazione relativa (2).

Se è vero che l'interpretazione dell'art. 6 della legge di registro può apparire latissima — a favore del fisco — per i contratti *fra privati*, (allo scopo di evitare elusioni) altrettanto non è lecito di dire per i *contratti pubblici*, specialmente di quelli che prendono titolo da un atto d'impero — quale è quello di concessione — e che debbono esser tassati in quanto hanno una esistenza giuridica, e che non sono tassabili specie quando il limite della loro efficacia è sanzionato da una precisa, rigorosa, dichiarazione del legislatore.

Ma v'è di più: ritengo che l'ufficio del Registro non possa sottrarsi all'inibizione di applicazione della tassa quando lo stesso contribuente (come era nel caso) eleva la nullità in sede di accertamento e prima del pagamento della tassa pretesa sull'atto presentato, specie quando il contribuente, nella specie, dichiarava di assoggettarsi alla tassa dovuta sul contratto o sui contratti di fornitura di energia agli utenti privati, in competente sede e secondo gli speciali istituti fiscali del caso, talchè l'interesse del fisco era facilmente perseguibile in altra sede.

A ciò la Cassazione ha risposto che « non regge l'obbiezione « del ricorso che in tal modo si venga a costituire un duplicato « di tassazione per essere le vendite dell'energia elettrica fatte « dalla Società ai privati di Cagliari sottoposte anch'esse a « tassa di registro. La duplicazione non esiste perchè diffe- « renti sono gli obbietti della tassazione del contratto di cui ora « trattasi, intercedente fra il Comune e la Società, e dei singoli « contratti di forniture stipulati dalla Società coi privati; « l'oggetto tassato nel primo è la concessione fatta dal Comune, « mentre oggetto tassato nei singoli contratti sono le varie « vendite di energia ai privati ».

Tale argomento non regge in fatto e in diritto. Non regge in fatto perchè è la stessa prestazione (illuminazione ai privati) che viene tassata ai fini del registro, tanto nei confronti del Comune, disinteressato e incompetente, quanto nei confronti degli utenti. Non regge in diritto perchè la tassa non può applicarsi due volte allo stesso negozio giuridico, quando la prima tassa sia, colla sua stessa applicazione, assorbente. Ed è inutile insistere nel rilievo che il Comune non aveva titolo a disciplinare, a concedere, a riscuotere, a imporre comunque la tariffa per la illuminazione elettrica ai privati. Quindi il solo negozio giuridico tassabile è quello fra l'esercente e i privati.

Il Comune che *non aveva e non dava* alcun corrispettivo della concessione, che era nulla e incompetente, aveva emesso *un atto nullo di pieno diritto* per disposizione di diritto pubblico; il contribuente in sede di contestazione per la liquidazione della tassa aveva elevato tale nullità; non pare dubbia la fondatezza del diritto del contribuente a non pagare la tassa, senza di che — dal punto di vista strettamente fiscale — si sarebbe fatto luogo a un primo pagamento di tassa di registro sopra un contratto inesistente, e a un secondo pagamento di tassa speciale per la stessa prestazione, collo stesso obbietto, per i successivi contratti, efficaci e validi a norma di legge.

***

Altra risposta che il Supremo Magistrato ha dato a questi argomenti è tratta dalla legge sulla municipalizzazione dei pubblici servizi del 20 marzo 1903 n. 103, modificata dalla successiva del 30 dicembre 1923, n. 3047. Su questo punto la Cassazione ha fatto un'affermazione che, pur con la deferenza dovuta, giunge agli ultimi confini dell'opinabile. Si afferma che « del servizio di illuminazione *privata* può dai Comuni farsi *concessione* all'industria privata » perchè la legge del 1903 consente ai Comuni di esercitare il servizio di illuminazione anche ai privati. Omettiamo di insistere sulla testuale dizione della motivazione del giudicato; ci limitiamo ad osservare che per la legge di municipalizzazione un Comune — solo colle garanzie e forme dovute, può esercitare in *proprio* il servizio di illuminazione privata, ma in libera concorrenza con altri privati esercenti concessionari, divenuti tali per investitura e concessione dello Stato, ma non per questo ha il diritto di *concedere* a chicchessia, in monopolio o in concorrenza, il servizio di illuminazione *privata*.

E non aggiungiamo che nella specie, il Comune preteso concedente, non aveva affatto deliberato di esercitare in regime di azienda municipalizzata o comunque diversamente il servizio di illuminazione elettrica privata; e, del resto, ove pure fosse avvenuto, ciò non avrebbe mai attribuito al Comune il diritto di concedere ad altri privati concessionari il servizio medesimo.

Crediamo quindi che anche l'argomento tratto dalla legge di municipalizzazione sia privo di qualunque fondamento.

***

Ma il Supremo Collegio ha tentato di ribadire il principio affermato con argomenti tratti dalle leggi che disciplinano l'elettrodotto. Dice la citata sentenza.

« Pur essendo indubitato che per lo stabilimento della ser- « vitù di elettrodotto spetti all'autorità governativa la facoltà « di concedere autorizzazioni, che sia escluso ogni monopolio « al riguardo e che di conseguenza una concessione da parte « di un Comune ad un industriale privato del servizio di distri- « buzione della corrente elettrica ai privati nell'ambito del Co- « mune non potrebbe portare una costituzione di privilegio di « esclusività pel concessionario, tuttavia non è vero che una « tale concessione resti senza obbietto reale e improduttiva di

---

(1) Questa affermazione è confermata dalla circolare 26 giugno 1928 del Ministero dei LL. PP. che disponendo in materia di elettrodotto, stabilisce che « .....non sono le Provincie e i Comuni chiamati da approvare o meno le linee di elettrodotto, *nè a far concessioni*, con la facoltà di consentire o no che le occupazioni e gli attraversamenti abbiano luogo ».

(2) FERRARA: *Simulazione nei negozi giuridici*, § 93.

« giuridici effetti. La concessione all'industria privata, fatta « da un Comune per l'illuminazione privata, *non potrà certamente essere in regime di monopolio*, perchè neanche il Comune « gode di tale privilegio, onde essa non impedirà ad altri di « chiedere all'autorità governativa l'autorizzazione a fare nel « medesimo Comune altri impianti in concorrenza al concessionario comunale. Ma ciò non esclude che la concessione costituisca pur sempre, nei rapporti fra Comune e concessionario, « una pattuizione, in forza della quale il Comune concedente « si precluda in favore del concessionario il diritto, per tutto il « tempo di durata della concessione, a poter esso esercitare, « in concorrenza col concessionario, il servizio di fornitura di « energia elettrica ai privati. Resta bensì salvo al Comune il « diritto al riscatto dell'impianto fatto dal concessionario, ma « l'esercizio del riscatto porta l'obbligo di adeguato indennizzo ».

Anche in questa parte della motivazione non paiono poche e lievi le obbiezioni. A prescindere — si ripete — che la deliberazione del Comune da cui il contratto prendeva titolo, era nulla di pieno diritto, appare arbitrario e irrilevante indurre — per di più nel silenzio delle parti (come era nella specie) — che una concessione fatta dal Comune per il servizio di illuminazione elettrica ai privati, equivalga ad una inibizione, da parte del Comune stesso, di esercitare il servizio stesso in proprio e in concorrenza del concessionario. Non solo, con ciò avveniva un processo delle intenzioni che esula dalla funzione del magistrato e per di più del Magistrato supremo, ma il principio affermato si fonda sulla possibilità di un vincolo che il Comune non avrebbe mai potuto legittimamente assumere, perchè tale possibilità gli era preclusa da una disposizione di diritto pubblico viva in qualunque momento e per di più a tratto successivo e non rinunciabile. Non si aggiunge che la Cassazione ha affermato che, colla pretesa concessione, il Comune aveva implicitamente rinunciato all'esercizio di illuminazione privata, quando a tale clausola nulla, nella lettera o nello spirito del contratto, avrebbe potuto indurre.

***

Ove da argomenti semplici come quelli finora esposti si volesse risalire a principî scientifici è evidente che la massima posta dalla Cassazione urta contro tre cardini essenziali: 1° inefficacia degli atti illeciti e tali sono quelli emessi dagli Enti pubblici oltre i limiti della propria competenza; 2° inefficacia degli atti affetti da nullità radicale; 3° inefficacia delle obbligazioni senza causa.

Tale inefficacia si spinge anche fino ai limiti delle leggi fiscali?

Il quesito in questi termini non è peraltro posto in modo esauriente. I commentatori delle leggi di registro hanno esaminato il problema risolvendolo in modo diversissimo: il Wahl (1) parte dal principio della legittimità delle imposizioni della tassa di registro ma afferma l'obbligo della restituzione dopo la dichiarazione giudiziale di nullità; il Clementini (2) distingue i vizi apparenti dell'atto presentato alla registrazione dai vizi non apparenti e ammette l'esenzione dalla registrazione solo nel primo caso; il Vignali (3) si ferma ad ammettere l'esenzione solo nei casi di mancanza di elementi formali (mancanza della firma di tutti gli obbligati); il Nina (4) opina che non si debba assoggettare a registrazione l'atto affetto da vizio radicale cioè privo di esistenza giuridica per difetto di elementi sostanziali intrinseci ed estrinseci, esclusione fatta per gli atti viziati di simulazione relativa e quelli di pura rescissione o risoluzione prevista dalle parti (5). L'Ukmar (6) che, commentando l'art. 8 della vigente legge di registro (7) distingue nelle convenzioni soggette a registrazione, il *gestum* dallo *scriptum* ammette la tassazione in base alla realtà nei casi di simulazione relativa, ma *ex adverso*, ammette col Ferrara che la determinazione della natura di un atto non possa esser oggetto dell'ufficio del Registro, sibbene soltanto di una sentenza. Dopo ciò l'A. conclude che « per applicare una tassa non si può tener conto dell'intenzione delle parti ». Tutto ciò ha evidentemente un rapporto soltanto lontanissimo colla questione della tassabilità degli atti nulli ed inesistenti giuridicamente, questione che l'A. non si propone e non risolve.

Tutti questi autori del resto non esaminano il problema in modo completo ed esauriente. Occorre anzitutto premettere una distinzione assai importante e proprio rilevabile nel caso in esame. Devesi cioè distinguere il caso in cui *in sede di accertamento della tassa di registro* e nel relativo procedimento di contestazione prima del pagamento, la parte interessata eleva la nullità dell'atto, dal caso in cui, in tale sede, non esiste proposizione dell'eccezione di nullità dell'atto medesimo ai fini dell'obbligo di registrazione e del pagamento della relativa tassa.

Prima di esporre le due diverse soluzioni nei due casi è da ricordarsi il disposto degli art. 12 e 14, n. 2 della legge di registro del 1923. Il primo articolo, come è notissimo, dispone che « le tasse di registro, *regolarmente percette*, non possono essere restituite in caso di riforma, risoluzione, rescissione e anche per effetto di condizione risolutiva alla quale l'atto o il trasferimento si trovasse vincolato ». L'art. 14 della legge di registro prevede invece i casi in cui — dopo il regolare pagamento — le tasse di registro possono essere restituite e fra tali casi vi sono quello degli « atti dichiarati nulli con sentenza pronunciata in contraddittorio fra i contraenti e passata in giudicato — per vizio radicale che, indipendentemente dalla volontà e dal consenso delle parti, induca la nullità dell'atto fin dalla sua origine ».

Fatti questi richiami necessari, sembra che il caso del reclamo (per inapplicabilità della tassa di registro a seguito della nullità dell'atto da registrare) proposto dopo la presentazione dell'atto all'ufficio competente, ma in sede di liquidazione e prima del pagamento della tassa debba essere diversamente regolato dal caso in cui l'atto esibito sia stato regolarmente registrato col versamento pur contestato, della tassa richiesta, da parte del contribuente. In questa seconda ipotesi, anche se l'atto già registrato sia fondamentalmente e radicalmente nullo, la tassa pagata non può che essere restituita a seguito di posteriore reclamo in termini, e il rimborso deve avvenire o spontaneamente per provvedimento dell'Amministrazione finanziaria (e questo specie nei casi di nullità per norma di diritto pubblico) ovvero soltanto a seguito di dichiarazione di nullità intervenuta per sentenza pronunciata in contraddittorio fra le parti. Però, nel primo caso (reclamo in sede di liquidazione della tassa e prima del pagamento) l'affermazione del debito di tassa, non appare possibile e non sembra imprescindibile la dichiarazione giudiziale della nullità dell'atto. Vero è che l'art. 91 della legge di registro stabilisce « il pagamento della tassa deve essere contemporaneo alla registrazione e risultare da questa. Mancando il pagamento, la presentazione dell'atto si considera come non avvenuta e alla scadenza del termine si incorre nelle sanzioni stabilite per la omessa registrazione », ma, a mio parere, la proposizione del reclamo induce per lo meno sospensione del termine di pagamento fino alla risoluzione del reclamo in via amministrativa, perchè il reclamo stesso impugna non solo la misura della tassa, ma la sussistenza del debito fiscale e lo stesso obbligo di registrazione.

Non è quindi il caso di applicare l'azione di cui all'art. 36 della legge di registro, per il rimborso su domanda nel termine di tre anni. Questa soluzione appare conforme all'art. 143 e 144 della stessa legge in quanto la domanda del contribuente precede l'ingiunzione coattiva per la riscossione della tassa, contro la quale, del resto (art. 145), il contribuente stesso può reclamare e il reclamo non può restare inefficace tanto per la sospensione del termine di pagamento, quanto per l'attesa della decisione.

Nel caso invece di reclamo e di avvenuto pagamento incontestato dopo la presentazione dell'atto e dopo la liquidazione dovrebbe seguirsi la procedura normale della istanza di rimborso.

Ma l'Intendenza di Finanza, o il Ministero, secondo la rispettiva competenza potrebbero respingere il reclamo utilmente introdotto per la inibizione di registrazione dell'atto viziato di nullità. Ebbene, anche in questo caso, dovrebbe farsi luogo all'emissione di un decreto di ingiunzione e, quindi, al rimedio di cui all'art. 145 della legge di registro, che concede al contribuente la facoltà di reclamo in via giudiziaria il quale, a sua volta dà diritto alla sospensione degli atti esecutivi, fino alla sentenza definitiva.

***

Secondo quesito. – Si tratta di un caso specialissimo e di diritto transitorio: abbiamo già detto che colla legge del 1° luglio 1926 la misura della tassa proporzionale sui contratti di fornitura di e. e. fu ridotta dal 2 % al 0.20 %.

Quid iuris per un contratto firmato e presentato per la registrazione *prima* del luglio 1926, ma per cui la tassa fu pagata il 2 *dicembre* 1926?

Risponde la Cassazione:

« Stabilisce l'art. 2 di quel R. D. che la nuova e più mite « aliquota di tassa di registro è applicabile anche agli atti registrati anteriormente alla pubblicazione del decreto, solamente in quanto essi *diano luogo ad ulteriore* pagamento di

(1) *Traité de droit fiscal*, II, p. 273.
(2) CLEMENTINI: *Le leggi sulle tasse di registro*, pag. 63.
(3) *Tassa di registro* I, 182.
(4) *Tassa di registro*, paragrafo 3.
(5) ACCAME: *Tratt. delle tasse di registro*, pag. 21
(6) *La legge del registro*, paragrafo 25.
(7) Loc. cit. pag. 214.

« tassa. La Corte di Cagliari ha inteso tale articolo nel senso che « basti che il pagamento sia stato eseguito posteriormente alla « pubblicazione del detto decreto perchè si debba applicare la « minore aliquota (0.20 %). Siffatta interpetrazione è contraria « allo spirito ed anche alla lettera della legge. Essa, dappoichè « si esprime dicendo: « solamente in quanto essi — cioè i con- « tratti — diano luogo ad ulteriore pagamento della tassa », « non si riferisce al fatto del contribuente, cioè al pagamento, « ma si riporta all'evento derivante dal contratto di dar luogo « ad ulteriore pagamento di tassa. Tale evento è maturato « quando la nuova tassa è liquidata, poichè da allora si apre « l'adito al pagamento, cioè, come dice la legge, si fa luogo al « pagamento. Tale interpretazione è logica e giusta, giacchè, se « l'applicazione della più mite aliquota potesse riferirsi all'atto « del pagamento, essa dipenderebbe dal fatto e magari dalla « morosità del contribuente ».

Primo ictu la motivazione del Supremo Collegio può apparire giustificata; ma in contrario, e nella specie giudicata, valevano questi argomenti: 1° che gli oneri fiscali si applicano — in più o in meno — secondo le leggi vigenti al momento del pagamento e il pagamento nella specie era avvenuto dopo la legge 1° luglio 1926, n. 1157; 2°) che il reclamo proposto dal contribuente aveva sospeso gli obblighi di pagamento, nei termini dell'antica legge del 1923; 3°) che tale sospensione creava un debito fiscale riportato al termine di decisione del reclamo e, conseguentemente alla data di emissione del decreto di ingiunzione coattiva, che, a mio parere, doveva applicare la misura di tassa vigente alla sua data.

Ma il secondo quesito, ripetiamo, ha importanza di solo diritto transitorio.

***

La soluzione della questione secondo il principio affermato dalla Cassazione porta conseguenze assurde. L'esercente di una distribuzione elettrica che abbia stipulato con un Comune un contratto nullo di pieno diritto, che abbia per oggetto una concessione di illuminazione elettrica *ad uso dei privati*, non solo dovrebbe pagare la tassa sull'atto originario, ma, negli anni successivi, anche pagare le ulteriori somme secondo le liquidazioni relative di tassa di registro e ciò fino al termine della concessione pur *nulla*. Resterebbe altresì e, naturalmente, l'obbligo di pagamento delle tasse speciali dovute sui singoli contratti di privata utenza.

Per quanto il rilievo dell'inconveniente non abbia importanza per la soluzione di una questione giuridica, non può non osservarsi come una conseguenza assurda debba pure portare all'opportunità di valutazione delle conseguenze pratiche della soluzione della contestazione di principio.

A proposito del giudicato della Cassazione di cui qui si è parlato, può sembrare opportuno ricordare le auree parole del Ferrara il quale, a proposito di sentenze relative a controversie fiscali, osservava come « è un fenomeno abbastanza singolare, che in materia di diritto tributario si sia potuto formare una concezione tutta particolare del diritto, una visione degli istituti ad uso e consumo del Fisco, e che questa deformazione sistematica dei concetti abbia potuto trovare accoglienza non solo negli scrittori (che una dottrina veramente giuridica e spassionata del diritto fiscale in Italia non esiste), ma nell'ambiente sereno e indipendente della magistratura, e si sia potuto formare inconsciamente la convinzione che il diritto fiscale è un diritto privilegiato, il quale può fare a meno dei concetti giuridici o può contorcerli a profitto suo, tradendo l'intenzione delle parti ed *andando contro la realtà giuridica*, pur di riuscire sempre proficua e pingue la caccia alla tassazione !

« Ora tutta la gravità del problema giuridico-finanziario sta qui, e noi veniamo ad esaminare uno dei tanti casi in cui la stortura giuridica è coscientemente operata per imporre un'illegale tassazione; altri esempi non mancano, ed in abbondanza, come manifestazioni di questo sistema. Pertanto è da osservare che il diritto fiscale deve interpretarsi come ogni altra legge, e non sia in una posizione privilegiata, e tanto meno esso può contorcere i principî giuridici o servirsi di funzioni, nella valutazione giuridica degli atti sottoposti a registro ». (1).

PROF. AVV. ANNIBALE GILARDONI.

---

(1) FERRARA: *La simulazione nei negozi giuridici*, I, pag. 381.

DIRITTO E GIURISPRUDENZA

SOMMINISTRAZIONE DI ENERGIA ELETTRICA

Concessione da parte di amministrazione comunale per la distribuzione di energia ad uso illuminazione - Tassa di registro - Tariffa applicabile - Rimborsi.

Il contratto con cui un Comune concede ad impresa produttrice di energia elettrica la fornitura della energia per la illuminazione pubblica per un canone determinato, nonchè la distribuzione della energia stessa a privati, è soggetto a tassa di registro anche per la parte concernente le forniture ai privati.

A nulla osta che per la legge 7 giugno 1894, n. 232 la concessione sull'impianto ed esercizio delle condutture spetti non al Comune ma alla autorità prefettizia ; in quanto la concessione del Comune ha sempre per effetto le rinuncia del Comune stesso all'esercizio diretto del pubblico servizio di fornitura di energia per privata illuminazione, a norma della legge 29 marzo 1903, n. 103.

Nè vi ha duplicità di tassazione per il fatto che i singoli contratti coi privati siano anch'essi soggetti a registrazione ; avendo questi ultimi per oggetto la vendita dell'energia, mentre quello col Comune concerne solo la concessione dal Comune stesso consentita.

La riduzione di aliquota della tassa di registro per gli atti di concessione concernenti energia elettrica di cui al R. D. 1º luglio 1926, n. 1157 non si applica a quei contratti cui già era stata liquidata la tassazione al momento della entrata in vigore del detto Decreto, anche se non si era ancora effettuato il pagamento.

Nel caso di rimborso di imposte da parte della Amministrazione delle Finanze, non sono dovuti interessi di mora se non dalla data del passaggio in giudicato della sentenza che ordini il rimborso.

Cassazione del Regno, 5/12 dicembre 1929, Prima Sez., Pres. Messa, Est. Marinucci, P. M. Pinto (concl. diff.) in causa Società Elettrica Sarda contro Finanze dello Stato.

Fatto

Con rogito Sulis 21 luglio 1912 fu tra il Comune di Cagliari e la Società Elettrica Sarda stipulato un contratto, con cui tale Società assunse per vent'anni l'obbligo di provvedere all'illuminazione pubblica elettrica delle principali vie e piazze e degli edifici comunali di Cagliari.

Il Comune concesse per dieci anni per l'energia elettrica prodotta e venduta anche a privati dalla Società esenzione da ogni dazio o tassa comunale, inoltre per ogni questione riguardante l'installazione delle linee elettriche si obbligò di dare tutto il suo appoggio alla Società per far cessare opposizioni di terzi e di accordare alla stessa permessi per appoggio di mensole o altro negli edifici comunali e ciò in rapporto a tutte le linee elettriche da costruirsi dalla Società, sia per l'illuminazione pubblica, sia per tranvie, sia per distribuzione dell'energia elettrica ai privati, pattuendosi che tali permessi e facilitazioni, dati allo scopo di favorire in Cagliari e dintorni una impresa di distribuzione d'energia elettrica, dovessero rimanere validi anche dopo un eventuale riscatto delle tranvie e della pubblica illuminazione; inoltre il Comune concesse alla Società l'uso gratuito dei locali per i trasformatori necessari al servizio pubblico e privato, purchè collocabili in luoghi di proprietà comunale e l'esenzione da ogni canone per casotti e chioschi, che ad uso dei trasformatori dovessero costruirsi su aree pubbliche.

A sua volta la Società si obbligò a fornire ai privati l'energia elettrica a non più di cent. 70 al chilowattora per illuminazione e di cent. 35 o 15 per forza motrice.

In corrispettivo dell'illuminazione pubblica il Comune si obbligò di pagare il canone annuo di L. 35.000 e di pagare a parte ed a misura di contatore le somministrazioni di energia per l'illuminazione del bastione, della passeggiata coperta e di edifici comunali.

Tale convenzione fu registrata in Cagliari il 10 agosto dello stesso anno con tassa di L. 8.543,66 liquidata, a sensi dell'art. 50 della tariffa, sulle venti annualità di L. 35.000 pattuite pel servizio di illuminazione pubblica.

Ma in seguito, accertati gli introiti lordi della Società fino al 31 dicembre 1922 e dedotte da essi le partite già sottoposte a tassa, il Procuratore del Registro di Cagliari liquidò altra tassa di L. 251.071 su lire 17.300.865 d'introiti.

La Società fece opposizione denunciando fra l'altro che negli introiti erano stati compresi anche quelli per forniture in altri Comuni.

Perciò l'Intendente di Finanza con decisione 21 febbraio 1925 ridusse la tassa a L. 116.092,15 secondo un elenco esibito dalla stessa Società delle somme pagate dal Comune di Cagliari e dagli utenti della stessa città.

Malgrado ricorso della Società tale decisione fu confermata il 3 aprile 1926 dal Ministero delle Finanze.

In seguito a ciò la Società, pagata detta tassa, convenne con citazione 7 dicembre 1926 l'Amministrazione delle Finanze dello Stato dinanzi il Tribunale di Cagliari per ottenere la restituzione, almeno parziale, della somma sborsata.

Sostenne la Società non dovere altra tassa dopo quella liquidata in corrispondenza del canone annuo di L. 35000 perchè gli introiti tassati successivamente sono corrispettivo non già dell'appalto stipulato col Comune di Cagliari, ma di singole somministrazioni in esecuzione di singoli contratti di compravendita; sostenne in subordine che comunque la nuova tassa non poteva essere in ragione di L. 1,22%, ma doveva ridursi in ragione di L. 0,20% ai sensi dell'art. 2 R. D. Legge 2 aprile 1926, n. 1157.

Resistette a tali tesi la difesa erariale.

Il Tribunale con sentenza 2-8 luglio 1927 prosciolse l'amministrazione delle Finanze dalla domanda di rimborso e condannò la Società alle spese giudiziali.

Appellò la Società. La Corte di appello di Cagliari con sentenza 26 novembre 13 dicembre 1928, accogliendo soltanto la suaccennata tesi subordinata della Società appellante, condannò l'Amministrazione a restituire alla Società L. 97.061,60 con gli interessi legali dalla domanda giudiziale.

Tesi fondamentale della Società era stata quella della non tassabilità, in relazione al suddetto contratto, dei proventi per altre somministrazioni di energia elettrica non rientranti nell'appalto della pubblica illuminazione perchè la legge 7 giugno 1894, n. 232 sulla trasmissione delle correnti elettriche ed il relativo regolamento 25 ottobre 1895, n. 642 avevano devoluto ai Prefetti ogni facoltà di concessione e d'ingerenza nella distribuzione dell'energia elettrica e vuota perciò di sostanza giuridica e di efficienza era ogni concessione, che, all'infuori dell'appalto dell'illuminazione pubblica, avesse il Comune di Cagliari mostrato di fare nel suddetto contratto.

Notò al riguardo la Corte d'Appello che, malgrado la competenza affidata al Prefetto, quella legge e quel regolamento avevano riconosciuto doversi nell'esecuzione della condottura elettrica osservare anche le prescrizioni delle autorità competenti fra cui indubbiamente il Comune per quanto riflette impianto di attacchi nelle zone di proprietà comunale; che da ciò deriva non potersi senza accordo e consenso dell'autorità comunale esercitare imprese di distribuzione di energia elettrica; che tale competenza del Comune trovava conferma nella legge 29 marzo 1903, la quale ha dato facoltà ai Comuni di assumere direttamente vari servizi di pubblico interesse e disposto che, se i Comuni volessero cederne taluno all'industria privata, dovessero riservarsene il riscatto; che poi alla stregua di diverse sue pattuizioni era manifesto essersi il rogito Sulis riferito, nonostante la sua intitolazione, non solo all'appalto dell'illuminazione pubblica, ma anche a provvedere circa la fornitura di energia elettrica ai privati.

Approvò perciò la Corte la sentenza del Tribunale in quanto aveva ritenuta ben applicata la tassa di registro, oltre che sul canone annuo di L. 35000 riguardante l'illuminazione pubblica, anche sui proventi dell'esercizio dell'illuminazione privata.

Censurò però la detta sentenza in quanto aveva ritenuto giustamente applicata la vecchia misura di tassazione in ragione dell'1,22 %, malgrado che al 4 dicembre 1926, giorno in cui si era effettuato il pagamento della tassa complementare fosse già in vigore il R. Decreto legge 1º luglio 1926, il quale con effetto retroattivo aveva fissato la minore aliquota del 0,20 % stabilendo essere essa applicabile anche ai contratti registrati anteriormente alla pubblicazione del decreto, qualora diano luogo ad ulteriore pagamento di tassa, il che non consentiva alcun riferimento al tempo del relativo pagamento.

Contro tale sentenza hanno proposto ricorso per Cassazione tanto la Società, quanto l'Amministrazione delle Finanze.

Il ricorso della Società ha attaccato la prima parte della sentenza d'appello per violazione degli art. 6 testo unico 20 maggio 1907, n. 217, 1 e 4 legge 7 giugno 1894, n. 642, 1 e 27 legge 29 marzo 1903, n. 103, 50 tariffa allegata al suddetto testo unico, nonchè per difetto di motivazione (art. 517, n. 2 in relazione al 360, n. 6 C. P. C.).

Il ricorso dell'Amministrazione finanziaria si distingue in due motivi.

Col primo impugna la seconda parte della sentenza per violazione degli art. 1 e 2 R. Decreto legge 1° luglio 1926, n. 1157, 2, 3, 4 e 5 delle preleggi, 360, 361, 517, C. P. C.; col secondo censura la sentenza stessa in quanto con violazione degli art. 1223, 1231, cod. civ. 125, 135, 158 legge registro testo unico 20 maggio 1897, 13, 145, 149, testo unico 30 dicembre 1923, n. 3269 e con deficienza di motivazione (art. 360, 361, C. P. C.) ha stabilito la decorrenza degli interessi sulla restituenda tassa dal giorno della domanda giudiziale, anzichè dal passaggio in giudicato della sentenza ordinatoria del rimborso.

Ritenuto in Diritto

I due ricorsi, che investono la medesima sentenza, devono essere riuniti.

Il ricorso della Società Elettrica Sarda sostiene che i Comuni dopo la legge 7 giugno 1894, n. 232 sulla trasmissione a distanza delle correnti elettriche e dopo il relativo regolamento 25 ottobre 1895, n. 642 non abbiano più facoltà alcuna di dare concessioni per impianto ed esercizio di condutture elettriche a scopo di distribuzione ai privati, e ciò perchè quella legge e quel regolamento furono determinati dal proposito di porre fine ad ogni monopolio ed impedire contratti-concessioni anche a lunga scadenza, soffocanti la concorrenza e nocivi al progresso industriale ed al benessere cittadino, e stabilirono perciò all'uopo come specificatamente risulta dall'art. 6 del regolamento, che competente a dare la concessione dell'impianto della servitù pubblica d'elettrodotto siano, secondo i casi, il Prefetto o il Ministro d'Agricoltura, Indutria e Commercio. Osserva che nulla in contrario può valere la legge sulle municipalizzazioni dei servizi pubblici 29 marzo 1903, n. 103 in quanto all'art. 1, n. 2 enunci fra i pubblici servizii municipalizzabili anche quello dell'impianto e dell'esercizio dell'illuminazione, non solo pubblica, ma anche privata, essendo una cosa la facoltà di municipalizzazione ed altra cosa il diritto di concessione, e non avendo tolto quella legge che gli impianti per distribuzione di correnti elettriche siano di mera concessione governativa.

Aggiunge che un contratto, come quello in questione, con cui il Comune appalta il servizio della pubblica illuminazione, sebbene portasse anche qualche accenno relativo alla fornitura di energia elettrica ai privati, non può ritenersi comprensivo del servizio di illuminazione ai privati, e tanto meno potrebbe portare ad applicazione di tassa complementare di registro per appalto in relazione ai proventi della distribuzione ai privati, giacchè siffatta distribuzione e vendita, è come tale tassabile in conformità della legge 23 aprile 1911, n. 509, e comunque la detta tassazione costituirebbe un duplicato della tassa principale, di cui sono suscettibili i contratti particolari con i singoli utenti.

L'esame del ricorso importa innanzi tutto necessità di accertare se in punto di fatto la denunciata sentenza abbia riconosciuto che col rogito Sulis 21 luglio 1912 il Comune di Cagliari abbia fatta una concessione alla Società Elettrica Sarda per la distribuzione della corrente elettrica ai privati. Ora è indubitato che la detta sentenza con adeguata motivazione ravvisò e dichiarò che quel rogito, sebbene nella sua intestazione e per l'oggetto principale riguardasse l'illuminazione pubblica, pure non si era limitato a concedere l'appalto dell'illuminazione pubblica, ma aveva voluto provvedere anche circa il servizio di distribuzione di corrente elettrica ai privati.

Ciò infatti dedusse specialmente dalla pattuizione, per cui la Società si obbligò a fornire ai privati l'energia elettrica a prezzi non superiori a certi determinati limiti.

Ma inoltre la sentenza richiamò nella sua motivazione sia di fatto, che di diritto varie agevolazioni concesse da parte del Comune anche in rapporto alla fornitura ai privati e consistenti in esenzione da dazii e tasse comunali, e nella perfetta gratuità dell'installazione di trasformatori in locali di proprietà comunale o su aree pubbliche.

Dato adunque che il contratto portava anche una concessione per la fornitura dell'energia elettrica ai privati, l'Ufficio del Registro doveva applicare al riguardo la relativa tassa.

Senonchè, come si è sopra accennato, il ricorso della Società richiamandosi all'art. 6 del Testo Unico del 1897 ha obbiettato che quell'applicazione non si sarebbe potuta fare, perchè le tasse di registro si applicano secondo l'intrinseca natura e gli effetti dell'atto, se anche non vi corrisponda il titolo o la forma apparente, e nel contratto in esame la fornitura ai privati era una pattuizione puramente nominale, priva per sua indole di qualsiasi efficienza giuridica.

L'obbiezione non regge.

Questa Corte riconosce pienamente che per la legge e per il regolamento surrichiamati sulla trasmissione a distanza delle correnti elettriche sia di competenza dell'autorità governativa la concessione di impiantare con costituzione di pubblica servitù condutture elettriche e che perciò sia rimasto impedito ai Comuni di fare nell'ambito del rispettivo territorio concessioni esclusive in regime monopolistico per impianti di fornitura di corrente elettrica ai privati.

Ma ciò non elimina la necessità di vedere se al riguardo sia rimasto ai Comuni impedito anche di fare, con una determinata efficienza giuridica, concessioni non includenti esclusività e monopolio per il concessionario.

La negativa, non contrastata da alcuna disposizione della legge e del regolamento suaccennati, trova esplicita dimostrazione nella legge 29 marzo 1903, n. 103 sulla municipalizzazione dei servizi pubblici.

Essa comincia all'art. 1 col dare un elenco dei servizi pubblici municipalizzabili e fra questi pone al n. 2 l'illuminazione pubblica e privata.

Non subordina la municipalizzazione della privata alla simultaneità della municipalizzazione di quella pubblica, nè in modo alcuno esclude l'illuminazione elettrica. In base adunque a tale esplicita dichiarazione è certo che il legislatore, stante l'importanza generale col sociale progresso acquistata dal servizio dell'illuminazione privata e stante la tendenza di ampliamento della tutela di interessi generali da parte degli enti pubblici, ha voluto considerare servizio pubblico anche quello dell'illuminazione privata con qualsiasi sistema, compreso naturalmente quello elettrico, ormai divenuto il più perfetto, comodo, diffuso e di minor costo.

All'art. 27 poi la medesima legge ha disposto che « i comuni, « che intendano concedere all'industria privata qualcuno dei « servizi indicati all'art. 1° debbono sempre nel relativo contratto « di concessione riservarsi la facoltà del riscatto »; da quest'altra disposizione si desume dunque testualmente che anche del servizio d'illuminazione privata può dai comuni farsi una concessione all'industria privata.

E siccome la legge parla replicatamente di « concessione » e non di « cessione » è manifesto che non si presuppone un'antecedente assunzione del servizio da parte del Comune.

Secondo l'attuale ricorso peraltro l'art. 27 suddetto non potrebbe mai riferirsi all'illuminazione elettrica per i privati, perchè una cessione al riguardo sarebbe per il suaccennato motivo, fondato sulla legge e sul regolamento, concernenti la trasmissione delle correnti elettriche, cosa senza obbietto effettivo ed improduttiva di qualsiasi giuridica efficacia.

Sempre secondo il ricorso, l'art. 27 della legge sulle municipalizzazioni dovrebbesi intendere riferibile soltanto a quei pubblici servizi, per cui spetta effettivamente ai Comuni il diritto di dare concessioni come ad esempio acquedotti, fognature, nettezza pubblica.

Ma così non è, pur essendo indubitato che per lo stabilimento della servitù di elettrodotto spetti all'autorità governativa la facoltà di concedere autorizzazione, che sia escluso ogni monopolio al riguardo e che di conseguenza una concessione da parte di un Comune ad un industriale privato del servizio di distribuzione della corrente elettrica ai privati nell'ambito del Comune non potrebbe portare una costituzione di privilegio di esclusività pel concessionario; tuttavia non è vero che una tale concessione resti senza un obbietto reale ed improduttiva di giuridici effetti.

La concessione all'industria privata fatta da un Comune per l'illuminazione privata non potrà certamente essere in regime di monopolio, perchè neanche il Comune gode di tale privilegio, onde essa non impedirà ad altri di chiedere all'autorità governativa l'autorizzazione a fare nel medesimo Comune altri impianti in concorrenza al concessionario comunale.

Ma ciò non esclude che la concessione costituisca pur sempre nei rapporti fra comune e concessionario una pattuizione, in forza della quale il Comune concedente si preclude in favore del concessionario il diritto, per tutto il tempo di durata della concessione, a poter esso, sia pure chiedendo le correlative autorizzazioni governative, esercitare in concorrenza del concessionario il servizio di fornitura di energia elettrica ai privati. Resta bensì salvo per il Comune il diritto al riscatto dell'impianto fatto dal concessionario, diritto che per l'art. 27 al Comune deve riservarsi; ma l'esercizio del riscatto porta l'obbligo di adeguato indennizzo.

Ecco dunque il contenuto e l'efficienza di una concessione comunale all'industria privata del servizio di distribuzione della corrente elettrica ai privati.

Pertanto, non potendosi contestare che effettivamente sia stata compresa nel contratto 21 luglio 1912 una concessione di appalto per somministrazione di energia elettrica ai privati, tale concessione non può sfuggire a tassazione agli effetti del registro. Non regge l'obbiezione del ricorso, che in tal modo si venga a costituire un duplicato di tassazione per essere le vendite dell'energia elettrica fatte dalla Società ai privati in Cagliari

sottoposte anch'esse a tassa di registro; la duplicazione non sussiste perchè differenti sono gli obbietti della tassazione del contratto, di cui ora trattasi, interceduto fra il Comune e la Società, e dei singoli contratti di fornitura stipulati dalla Società con i privati; l'oggetto tassato nel primo è la concessione fatta dal Comune, mentre oggetto tassato nei singoli contratti sono le varie vendite di energia elettrica ai privati.

Questo rilievo dimostra anche l'infondatezza dell'altra obbiezione, con la quale il ricorso sostiene che la tassazione complementare di registro sul contratto 21 luglio 1912 anche se dovuta non potrebbe farsi che alla stregua e secondo la mite misura della legge 23 aprile 1911, n. 509 relativa alla vendita di prodotti industriali.

Resta dunque accertato come la tassazione complementare sia stata giustamente fatta a norma dell'art. 50 della tariffa annessa al Testo Unico del 1897, il quale articolo contempla gli stessi appalti, di cui al numero precedente (cioè tra privati per costruzione, riparazione, manutenzione, trasporti e per ogni altro oggetto valutabile) ed inoltre quelli per somministrazioni ed approvvigionamenti conceduti dalle amministrazioni a dei pubblici stabilimenti.

Tale disposizione del Testo Unico del 1897 era stata sempre intesa quale assimilativa, agli effetti del registro, delle concessioni della specie su indicata agli appalti come poi con norma non innovativa, ma di mero chiarimento è stato dichiarato nella prima parte dell'art. 56 del nuovo Testo Unico 30 dicembre 1923, n. 3269.

Da tutto ciò e dal non riscontrarsi in nessuna parte della denunziata sentenza quella menda di difetto di motivazione, cui pur si fa cenno nell'intestazione del ricorso, senza peraltro farsene nello svolgimento uno specifico riferimento a questa o a quell'altra parte della sentenza, consegue il pieno rigetto del ricorso della Società Elettrica Sarda.

Il ricorso dell'Amministrazione delle Finanze lamenta nel 1° motivo che la denunciata sentenza, pur avendo riconosciuta la tassabilità della concessione anzidetta ne abbia erroneamente ridotta la misura col ritenere applicabile al caso in esame l'alleviamento di aliquota per gli atti di concessione concernenti energia elettrica apportato dal R. Decreto legge 1° luglio 1926, n. 1157. Sostiene l'Amministrazione l'inapplicabilità di tale più mite misura di tassazione, perchè la tassa complementare era stata già liquidata sebbene non pagata, prima che quel decreto legge entrasse in vigore.

La censura è fondata. Stabilisce l'art. 2 di quel R. Decreto che la nuova e più mite aliquota di tassa di registro è applicabile anche ai contratti registrati anteriormente alla pubblicazione del decreto, solamente in quanto essi diano luogo ad ulteriore pagamento di tassa. La Corte di Cagliari ha inteso tale articolo nel senso che basti il pagamento sia stato eseguito posteriormente alla pubblicazione del detto decreto perchè si debba applicare la minore aliquota (0,20 %). Siffatta interpretazione è contraria allo spirito ed anche alla lettera della legge. Essa dappoichè si esprime dicendo: « solamente in quanto essi (cioè i contratti) diano luogo ad ulteriore pagamento della tassa » non si riferisce al fatto del contribuente cioè al pagamento, ma si riporta all'evento derivante dal contratto di dar luogo ad ulteriore pagamento di tassa. Tale evento è maturato quando la nuova tassa è liquidata, poichè d'allora si apre l'adito al pagamento, cioè come dice la legge, si dà luogo al pagamento.

Tale interpretazione è la sola logica e giusta, giacchè, se l'applicazione della più mite aliquota potesse riferirsi all'atto del pagamento essa dipenderebbe dal fatto e magari dalla morosità del contribuente.

Circa l'altro motivo del ricorso dell'Amministrazione delle Finanze basterebbe rilevare come dall'accoglimento del precedente, con cui si viene ad escludere ogni rimborsabilità di tassa, esso rimarrebbe assorbito.

Può peraltro pur osservarsi che la censura spiegata in quel motivo sarebbe fondata dappoichè secondo la costante giurisprudenza di questo Supremo Collegio gli interessi sulle tasse ed imposte da restituirsi non possono decorrere che dal passaggio in giudicato della sentenza, che ne ordinò il rimborso.

È infatti inapplicabile nel caso alla pubblica amministrazione il concetto della mora, non potendosi attribuire colpa o dolo alla Amministrazione che esiga o faccia esigere dopo liquidazione una tassa, avendo anzi essa non solo facoltà, ma il dovere di esigerla. E la liquidazione è assistita da una presunzione di legittimità, presunzione che può bensì essere oppugnata dallo interessato nei modi consentiti dalla legge ma dura fin quando non intervenga il giudicato, che riconosca l'illegittimità dell'imposizione e conseguenzialmente dell'avvenuta riscossione.

Elettrodotto - Indennità per la costituzione della servitù - Improcedibilità di azione giudiziaria in pendenza della procedura amministrativa.

Il privato la cui proprietà sia stata occupata in base a decreto di urgenza per il passaggio di un elettrodotto, fino a che non sia scaduto il termine di due anni consentito al Prefetto (art. 73 della Legge sulle espropriazioni) per la determinazione dell'indennizzo, non può adire il Magistrato ordinario nè per ottenere tale determinazione, nè per far fissare alla autorità amministrativa più breve termine.

Cassazione del Regno, Sezioni Unite, 27 febbraio-27 maggio 1930, P. Pres. D'Amelio, Est. Chiazzese, P. M. Salviati (concl. conf.) in causa Russo contro Società Meridionale di Elettricità.

Fatto

Sulla istanza della Società Meridionale di Elettricità il Ministero dei Lavori Pubblici, con decreto del 6 giugno 1927 autorizzò la esecuzione delle opere relative all'elettrodotto Frattamaggiore Agnano come urgente ed indifferibile. E con decreto del 12 agosto 1927 l'alto Commissario per la Provincia di Napoli autorizzò la Società Meridionale di Elettricità ad occupare d'urgenza tra gli altri, l'immobile, di appartenenza di Camillo Russo, sito in contrada Merella del Comune di Frattamaggiore per una percorrenza di m. 275 con sostegni due, ad imporre su di esso la servitù di elettrodotto, e ad eseguirvi le opere necessarie per la costruzione e la messa in esercizio della linea elettrica ad alta tensione da Frattamaggiore ad Agnano. Ed espressamente stabilì che con altro decreto sarebbero state fissate le indennità spettanti ai proprietarii degli immobili. Con atto del 23 novembre 1927 Camillo Russo assunse che la Società Meridionale di Elettricità aveva imposto una gravissima servitù di elettrodotto sul fondo di sua proprietà in tenimento di Frattamaggiore (contrada S. Patrizio), servitù attiva perpetua sul tratto del fondo misurante in lunghezza m. 252 ed in larghezza m. 20, il tutto di una superficie legale di are 50,40 pari a moggia 1, quarte 4 e passi quadrati 79 di antica misura napoletana; che all'uopo aveva proceduto all'occupazione con pali metallici a mezzo di blocchi in muratura, collocando due settori di fili, occupando una larghezza aerea di m. 10.

Che inoltre, la Società stessa aveva abbattuto quanto di alberi e di viti aveva rinvenuto nel fondo e cagionato danni immensi con la distruzione dei prodotti del suolo. Che, in conseguenza di tutto ciò egli aveva diritto all'indennità, sia in relazione al suolo occupato, sia in relazione al mancamento del prodotto in uva. noci e legname, di tutta la zona asservita perpetuamente, e sia in relazione ai danni immediati alla coltura. Ciò premesso, il Russo convenne la Società Meridionale di Elettricità davanti al Tribunale di Napoli per ottenerne la condanna al pagamento della somma di lire novemila settecentosettantadue e cent. 79 quale ammontare delle indennità valutate da un perito di sua fiducia, oltre ai relativi interessi legali dal giorno dell'occupazione ed alle spese del giudizio. Contestatasi la lite, la Società Meridionale di Elettricità eccepì la inammissibilità della proposta istanza, e la quarta sezione dell'adito Tribunale con sentenza dei dì 30 marzo, 16 aprile 1928 in vista del decorrimento infruttuoso di parecchio tempo dal giorno della occupazione, e di un diritto all'indennità che indiscutibilmente competeva al Russo, assegnò alla Società convenuta un termine di tre mesi per ottenere dall'alto Commissario la emanazione del decreto relativo all'indennità dovuta per la occupazione del fondo predetto, e riserbò ogni altro provvedimento anche sulle spese. Contro la cennata sentenza la Società Meridionale di Elettricità propose appello per avere il Tribunale arbitrariamente assegnato ad essa un termine per ottenere il decreto da un autorità amministrativa. Interpose appello per incidente il Russo per farne dichiarare limitata l'efficacia alla sola indennità di espropriazione, e per ottenere nelle veci condanna immediata alle somme reclamate a titolo di risarcimento di danni.

Nelle more della lite decedette il Russo, e la causa fu riassunta dall'unico erede di lui Russo Vincenzo. La Corte di Appello di Napoli con sentenza 10 aprile 6 maggio 1929 accoglieva l'appello principale proposto dalla Società Meridionale di Elettricità, respingeva quello incidentale proposto dal Russo, e quindi in riforma delle sentenze dei primi giudici, dichiarava inammessibile l'istanza proposta da Camillo Russo contro la Società Meridionale di Elettricità e condannava Vincenzo Russo, quale erede di Camillo Russo, alle spese del doppio giudizio. Contro tale sentenza propone ricorso per cassazione Vincenzo Russo denunciando con unico motivo, la violazione degli art. 71, 72, 73 della legge 25 giugno 1865, n. 2359 sulle espropriazioni per

causa di pubblica utilità, 25 del R. D. L. 9 ottobre 1919, n. 2161, 39 del R. D. 8 febbraio 1923, n. 422, nonchè degli art. 360, 361, 517, n. 2 e 3 Cod. Proc. Civ.

DIRITTO

Osserva che, sin dalla prima fase del giudizio (quella di primo grado davanti al tribunale di Napoli) la questione della causa si era ridotta ad un punto solo, se il privato che ha visto occupare con decreto di urgenza dell'autorità Amministrativa la sua proprietà per la costruzione d'un opera pubblica abbia azione perchè l'Autorità giudiziaria, pendente il termine di due anni di cui all'art. 73 della legge sulle espropriazioni per causa di pubblica utilità assegni un termine più breve alla parte espropriante per sollecitare dal Prefetto il decreto che determina le indennità di espropriazione.

Era incontroverso tra le parti che il Ministero dei Lavori Pubblici con decreto del 16 giugno 1927 aveva dichiarato urgente ed indifferibile la linea progettata dalla Società Meridionale di Elettricità perchè essa interessava la direttissima Roma Napoli e quindi l'Alto Commissario per la Provincia di Napoli con decreto del 12 agosto 1927 aveva autorizzata l'occupazione di urgenza degli immobili da attraversarsi, riservandosi di emettere un successivo decreto per la determinazione delle indennità.

Con che il Prefetto si era avvalso della facoltà di cui all'articolo 72 della legge 25 giugno 1865 per il quale il Prefetto con il Decreto che autorizza l'occupazione, o con decreto successivo fissa le indennità dovute agli espropriati.

Risulta anche dalle date degli atti che, decorsi meno di quattro mesi dalla emissione del decreto dell'Alto Commissario, il Russo convenne la Società con atto del 23 Novembre 1928 perchè fosse condannata al pagamento delle indennità a lui dovute per occupazione del suolo e mancata raccolta di prodotti per il fatto dell'occupazione.

Va rilevato quanto la Corte di Appello ritenne in punto di diritto che la norma dell'art. 25 del R. Decreto 9 ottobre 1919, n. 2061 emanato alfine di agevolare la produzione e la trasformazione della energia elettrica, sostituì, dove si ritenne opportuno, le disposizioni di cui nella legge 7 giugno 1894, n. 232 consentendo che, invece della normale procedura tracciata da questa ultima legge per la imposizione della servitù di elettrodotto, e per la determinazione delle relative indennità, fossero applicate le norme della legge 25 giugno 1865 sulla espropriazione per causa di pubblica utilità.

L'art. 25 del cennato decreto 9 ottobre 1919 ha statuito che il Genio Civile ha il compito di compilare previo avviso agli interessati, lo stato di consistenza dei fondi i di cui proprietarii non hanno accettato la indennità offerta e non hanno conchiuso alcun accordo amichevole con lo espropriante, e quello di determinare la somma da depositarsi a titolo di indennità di espropriazione. A seguito di che si provvede dal Prefetto a norma degli articoli 48 e seguenti della legge 25 giugno 1865.

Ed il Genio Civile attendeva agli incombenti demandatigli dalla legge, quando il Russo istituì il giudizio davanti al Tribunale di Napoli.

Or è necessario, prima di tutto, armonizzare le finalità ed il testo del R. D. 9 ottobre 1919 con i riferimenti di esso alla legge 25 giugno 1865, che ne integra le ipotesi, e ne completa la procedura. E così armonizzando le due leggi, potrà intendersi quanto la giurisprudenza di queste Sezioni Unite ha statuito nelle decisioni che non esattamente il ricorrente invoca per il caso in esame.

In sostanza il R. Decreto 9 ottobre 1919 ha permesso all'Autorità Amministrativa di usare della dichiarazione di urgenza riguardante un'opera che abbia per oggetto la produzione e trasmissione dell'energia elettrica ed ha utilizzato per lo svolgimento delle relative pratiche la procedura che la legge del 25 giugno 1865 ha dettato per le occupazioni temporanee.

Così armonizzate le due leggi, si comprende come non sono stati invocati a proposito principî e massime che riguardano l'attività che l'Autorità Amministrativa deve spiegare affinchè senza indugio, siano avviate le pratiche affinchè la dichiarazione di occupazione temporanea dell'altrui proprietà sia tramutata in espropriazione definitiva, quando la natura dell'Opera lascia intravedere che la dichiarazione di temporaneità sia avvenuta per il suo carattere di urgenza e che quindi sia nella natura delle cose che essa debba trasformarsi in occupazione definitiva.

Nella specie il Ministero dei Lavori Pubblici aveva dichiarato con suo decreto del 16 giugno 1927 urgente ed indifferibile la linea idroelettrica progettata dalla Società e perciò l'Alto Commissario per la Provincia di Napoli con suo decreto del 12 agosto 1927 autorizzò l'occupazione di urgenza degli immobili da attraversarsi riservandosi di emettere un successivo decreto per la determinazione delle indennità usando delle facoltà concessegli dall'art. 72 della Legge 25 giugno 1865.

Or se l'art. 73 della legge citata, consente al Prefetto il termine di due anni per fissare le indennità promesse con il decreto di occupazione di urgenza, correttamente la Corte di Appello ritenne che nel frattempo non fosse consentito ai privati di adire il magistrato ordinario per ottenere la determinazione di tale indennità e neppure perchè fosse prefisso un termine ad una delle parti per ottenere un provvedimento dell'Autorità Amministrativa.

Soggiunge la Corte, con esattezza di pensiero che se quel provvedimento costituiva la esplicazione di una facoltà demandata unicamente all'Autorità Amministrativa, che poteva esercitarla a sua discrezione nel biennio, il privato non aveva alcuna possibilità, e tanto meno il diritto di costringere l'autorità stessa ad emanare il provvedimento in un più breve termine.

P. Q. M. (*omissis*).

Servitù di elettrodotto - Limiti di imponibilità - Rimozione - Indennizzo.

La legge sull'elettrodotto (7 giugno 1894, n. 232) non permette il passaggio dei fili sopra i tetti; per costituire tale elettrodotto, occorre quindi il consenso del proprietario del fondo per la concessione della servitù.

In mancanza di esso, bene può chiedersi in giudizio la rimozione dei fili installati. Nè può il consenso del proprietario del fondo desumersi dal suo comportamento, per avere esso in un primo tempo chiesto l'indennizzo per la servitù impostagli, senza domandarne la rimozione; la costituzione della servitù può infatti risultare soltanto da atto scritto necessario AD SUBSTANTIAM *(art. 1314, n. 2 Cod. Civ.) recante anche l'accordo sul corrispettivo.*

È lecita nel corso del giudizio la proposizione di domanda nuova, quando questa non importi mutamento sostanziale del tema della lite, ma solo ampliamento della originaria domanda.

Nella specie, la domanda di indennizzo per la costituita servitù di elettrodotto può in corso di causa essere sostituita dalla domanda di rimozione di quella parte dell'elettrodotto stesso che fu indebitamente installata.

Cassazione del Regno - Sezione Seconda, 15 aprile, 31 maggio 1930, Pres. Marracino, Est. Bonomo, P. M. Delle Donne (concl. diff.) in causa SOCIETÀ LAZIALE DI ELETTRICITÀ contro RUSSO.

FATTO

Con atto di citazione in data 19 marzo 1925 Pietro Russo espose; che la Società Laziale di Elettricità, nell'impianto della luce elettrica eseguito nell'abitato del Comune di Senola, aveva occupato con fili di trasmissione e con appoggi tutta la facciata della sua casa, limitandogli l'uso di una finestra ed aveva fatto passare la conduttura per tutta la lunghezza della tettoia vietandogli quindi, qualsiasi sopraelevazione delle fabbriche ed appropriandosi dell'area della tettoia. Soggiunse che vane erano riuscite le pratiche per una intesa bonaria.

Ciò premesso, la convenne dinanzi al Tribunale di Cassino, per la nomina di un perito, con l'incarico di valutare l'entità della servitù ed i danni, e per la condanna al pagamento delle indennità dovute per l'occupazione provvisoria e per quella definitiva con i relativi interessi legali commerciali.

Contestatasi la lite, la convenuta Società dedusse che non erasi potuto addivenire ad un accordo per l'esagerate pretese del Russo.

Questi concluse perchè fosse disposta una perizia diretta a valutare tutta la entità della servitù con i danni e le gravezze denunciate.

L'adito Tribunale con sentenza del 23 novembre 1 dicembre 1925, sulla considerazione che non poteva negarsi al proprietario dell'immobile, gravato di una servitù di elettrodotto, una indennità corrispondente alla diminuzione di valore dell'immobile, anche per il tassativo disposto dell'art. 6 della legge 7 giugno 1894, n. 232 nominò un perito, dandogli l'incarico di accertare e valutare, in base alla detta legge, l'indennità, spettante per la servitù di elettrodotto, subita dalla sua casa.

La perizia venne eseguita, e fu rilevato che la citata legge speciale non permette il passaggio dei fili sopra la tettoia del fabbricato e la Società aveva bisogno del consenso del proprietario per sormontare i tetti. Il perito espresse quindi, il giudizio che per tale operato non si poteva determinare alcuna indennità, occorrendo l'accordo fra le parti, anche per la concessione delle servitù. Per le altre servitù imposte sulla facciata della casa determinò l'indennizzo in lire trecento. Il Russo, nel riprodurre la causa chiese che la perizia venisse omologata in tutto il suo contenuto, e che di conseguenza, la Società fosse condannata al pagamento di detto indennizzo con i relativi interessi legali dal dì della imposizione della servitù ed alla rimozione dei fili, posti sopra la tettoia della casa.

Il Tribunale, con sentenza del 10/17 luglio 1928, accolse tale domanda, tranne su quanto riferivasi ai danni ed interessi. La Società con atto del 14 agosto detto anno propose appello per le ragioni spiegate in primo grado, ed in particolare per erronea interpretazione della legge suddetta.

Il Rossi propose appello incidentale per ottenere la condanna agli interessi legali. La Corte di appello di Napoli, IV Sezione) con sentenza del 22 maggio 5 giugno 1929 rigettò l'appello principale, ed accolse parzialmente quello incidentale. Condannò poi la Società alle spese tutte di secondo grado.

Contro tale sentenza, notificata nel dì 10 luglio, la Società propose sulle forme di legge, ricorso per cassazione, che venne notificato all'altra parte, nel di 7 ottobre e poggia sui seguenti motivi:

1° Violazione degli art. 1350 e 1356 C. C., 37, 162, 360, 361 e 517 del C. P. C.

2° Violazione degli art. 1123 e 1314 n. 2 C. C., 360, 361 e 517 del C. P. C. N. 1 della legge 7 giugno 1824, n. 232 e 10 sulla trasmissione dell'energia elettrica a distanza.

DIRITTO

Il primo motivo di ricorso premette che fu eccepita la violazione del giudicato, racchiuso nella sentenza interlocutoria del Tribunale, per avere questa già precisato irrevocabilmente l'oggetto della contestazione, e venne dedotta l'improponibilità della domanda di rimozione della conduttura, la quale concretava un'*actio negatoria servitutis*, ed importava un mutamento della istanza nel corso del giudizio, non consentita dalla legge processuale. Ciò premesso, la difesa della ricorrente con una prima proposizione muove censura alla denunziata sentenza perchè sarebbe incorsa in un difetto di motivazione sulle due tesi prospettate in appello. Una seconda proposizione lamenta che il pronunziato sull'ammissibilità di detta domanda sia informato ad erronei concetti giuridici.

Entrambe le censure si appalesano infondate.

Unica, invero, e non duplice era l'eccezione dell'appellante Società nel suo contenuto sostanziale che accampava la irritualità della spiegata domanda di rimozione dell'impianto della conduttura di energia elettrica eseguito sul tetto di casa Rosso, e la Corte di merito con motivazione sintetica la respinse, rilevando che il detto capo di domanda costituiva un ampliamento di quella già spiegata nella prima fase del giudizio, ed enunciando l'esatto concetto giuridico che nel corso del giudizio le aggiunte sono permesse. Respinse, quindi implicitamente anche l'altra ragione difensiva circa l'ostacolo della sentenza interlocutoria, con cui era stata disposta la perizia, imperocchè con tale sentenza non erasi esaurito il corso del primo grado di giudizio, ed essa, anche per il suo contenuto, non era incompatibile col nuovo capo di domanda che atteneva ai compiuti accertamenti peritali in ordine all'abusiva occupazione della tettoia e rientrava nel complesso oggetto dell'originaria azione giudiziale.

Per il disposto dell'art. 9 della legge sul proc. sommario, una domanda nuova, che non importa un mutamento sostanziale e completo del tema del litigio, ben può proporsi anche con comparsa nel giudizio di primo grado, che si svolge in contradditorio, essendo ciò vietato soltanto nei giudizi contumaciali ed in grado di appello (art. 387 e 490 del Codice di rito); se non veniva a mancare in alcun modo il libero esplicamento del diritto di difesa da parte della convenuta Società questa non aveva ragione per contrastare alla detta domanda l'ingresso in giudizio e procurare invece, una nuova azione giudiziaria.

Epperò il primo mezzo di gravame sotto ogni profilo, non regge, e va respinto.

Il secondo mezzo lamenta in primo luogo, un altro difetto di motivazione sull'assunto dell'appellante Società che la servitù fosse stata già costituita per convenzione risultante dalle lettere a firma del Russo, dirette ad essa Società.

La doglianza si basa su rilievi, che non rispondono al tenore delle deduzioni svolte dalla Società avanti la Corte di merito.

Essa, infatti, si limitò a chiedere una revisione di perizia, affermando che il perito non avesse rispettato i confini che circoscrivono l'incarico giudiziario a lui affidato, per avere il Russo esplicitamente riconosciuto nelle sue lettere la necessità d'impiantare sulla sua casa l'elettrodotto, così com'era stato eseguito, e per non avere mosso alcuna doglianza al riguardo. È manifesto che tale deduzione riguarda soltanto il riconoscimento di una servitù legale da parte del Russo e non già la costituzione di una servitù prediale di natura contrattuale, che richiede l'atto scritto *ad substantiam* a norma dell'art. 1314, n. 2 C. C. e dovrebbe contenere l'accordo delle parti sul corrispettivo, laddove, nel caso concreto, come fu ritenuto in fatto dai giudici di merito, la Società fin dalla sua prima risposta alla spiegata domanda giudiziaria, riconobbe che niun accordo era interceduto sullo indennizzo spettante al proprietario del fondo servente, e non fece parola di servitù convenzionale. La deduzione, contenuta nella comparsa, era diretta unicamente a combattere la relazione ed il giudizio peritale in ordine alla interpretazione della legge 7 giugno 1924 sulla trasmissione a distanza delle correnti elettriche, giudizio emesso in senso contrario all'avvenuto riconoscimento della parte interessata.

Orbene, se non fu accampata la costituzione di una servitù convenzionale per l'appoggio della conduttura elettrica sulla tettoia della casa, la Corte di merito non era tenuta ad esaminare le lettere esibite ai fini della ricerca della prova documentale al riguardo.

La interpretazione della legge è compito esclusivo dell'organo giurisdizionale, chiamato a pronunziare sulla vertenza, ed esso non rimane vincolato dalla volontà delle parti.

Invano, quindi, veniva prospettato dalla Società il comportamento dell'altra parte, come ragione preclusiva del nuovo capo di domanda e della questione giuridica, che faceva sorgere, e doveva essere risolta dai giudici di merito. Laonde, la prima parte del secondo mezzo di gravame, va pur respinta.

La seconda parte attacca la concorde soluzione, data al proposto quesito di diritto sostanziale dai giudici di primo grado e di secondo grado; ma la censura non ha consistenza giuridica. La citata legge speciale contempla e disciplina la servitù legale di elettrodotto; e l'articolo 1° statuisce bensì che ogni proprietario è tenuto a dar passaggio per i suoi fondi alle condutture elettriche sospese o sotterranee, che vogliono eseguirsi da chi abbia permanentemente, od anche solo temporaneamente il diritto di servirsene per usi industriali; ma il capoverso di detto articolo dichiara poi che le case sono esenti da tale servitù, tranne per le facciate verso le vie e piazze pubbliche. La chiara e precisa locuzione della legge non ammette alcun dubbio di interpretazione sui limiti fissati alla servitù legale di elettrodotto, nel senso che le condutture di energia elettrica non possano occupare in alcun punto la tettoia di una casa per ragioni facili a comprendersi, ossia per la maggiore gravezza di un onere che trae seco un pericolo non solo per la proprietà, ma anche per la incolumità delle persone, le quali hanno il godimento della casa.

Va poi considerato che la servitù di elettrodotto ben può essere costituita anche sulle altre parti della causa, oltre a quelle contemplate dalle leggi, ma occorre una libera manifestazione di volontà delle parti interessate, risultante da un atto scritto, e non manca perciò il mezzo di provvedere all'esigenza di un impianto di condutture elettriche, come afferma la difesa della ricorrente. Questa sostiene pure che la suddetta disposizione si riferisce alle opere da eseguirsi per la costituzione della servitù a norma dell'art. 2 e non già ai conduttori di energia elettrica. Tale tesi è manifestamente infondata ed ardita, imperocchè i due articoli di legge hanno un contenuto giuridico del tutto distinto e ben diverso.

L'art. 1 regola la imposizione della servitù legale di elettrodotto, limitandola per le case alle facciate esterne verso le vie e piazze pubbliche, e l'art. 2 sancisce l'obbligo del proprietario del fondo dominante di provvedere a tutte le opere necessarie, per servirsi della conduttura di energia elettrica ed a quelle atte ad eliminare ogni pericolo per la incolumità delle persone. L'esecuzione della seconda parte di tale obbligo, forma oggetto di una speciale disciplina, stabilita nell'art. 10 del regolamento 25 ottobre 1895, n. 642, che si riferisce, evidentemente, non soltanto alle servitù legali di elettrodotto imposte negli altri fondi rustici ed urbani, ma a quelle convenzionali, ed a sorreggere la tesi propugnata dal ricorso, non giova il rilievo che tale articolo prescrive soltanto che i conduttori aerei devono scorrere ad un'altezza da terra, da non poter venire a contatto con le persone, e non contiene alcuna limitazione circa il posto in cui i conduttori possono scorrere.

È chiaro, adunque, che la denunziata sentenza, risponde ad una retta interpretazione della legge speciale e delle disposizioni regolamentari nella materia in disputa; quanto all'inconveniente, lamentato dalla società che la disposta rimozione del conduttore elettrico impiantato nel tetto di casa Russo renderebbe necessaria anche la rimozione dei fili apposti alla facciata, per i quali venne imposto l'obbligo di corrispondere l'indennizzo, va rilevato che esso non fu prospettato ai giudici di merito, che avrebbero dovuto accertarne la fondatezza. D'altronde, qualora si verificasse una nuova situazione giuridica per la cessazione totale della servitù, sorgerebbe il diritto della Società ad ottenere il rimborso di quella parte d'indennizzo costituente il corrispettivo della servitù legale permanente riconosciuta dalla sentenza.

Epperò, il detto inconveniente non può offrire un mezzo di cassazione del pronunziato, ed il ricorso va respinto in tutte le sue parti. Ne deriva la condanna della ricorrente alla perdita del deposito ed alle spese di questo grado di giudizio (art. 541 C. P. C.).

P. Q. M. (*omissis*).

PRASSI AMMINISTRATIVA

Nella presente rubrica vengono riassunti principii, che hanno carattere generale, ma che vengono affermati dalla giurisprudenza o dalla stessa Pubblica Amministrazione in occasione di specifici provvedimenti amministrativi in materia attinente a derivazioni di acque pubbliche a scopo di produzione di energia elettrica o di provvedimenti relativi a servitù di elettrodotto, concessioni di sussidi a impianti e linee elettriche, laghi e serbatoi artificiali etc. La massima viene desunta dal testo di sentenza o decisione e dal decreto, e dal relativo parere del Consiglio dei LL. PP. La ricerca del provvedimento testuale è resa possibile ai lettori colle indicazioni della decisione o sentenza — che vengono indicate per ciascuna massima — o della data del decreto — e annesso disciplinare che sono pubblicati nel *Bollettino del Ministero dei Lavori Pubblici* — e colla data e numero del relativo parere del Consiglio dei LL. PP. In ogni modo la Direzione della Rivista è a disposizione degli interessati per ogni altra ricerca, richiesta di copie e simili.

La Rivista *L'Energia* non ha bisogno di richiamare la importanza di queste massime, che costituiscono precedente giudiziario e amministrativo che vale spesso a risolvere casi pratici controversi, in via di interpretazione giurisprudenziale od autentica attuata in casi analoghi.

Ogni massima ha un numero progressivo che sarà richiamato nell'apposito indice annuale.

91 – *Concessioni idroelettriche - Precarietà - Durata e modalità.*

Una concessione idroelettrica può essere rilasciata in via precaria e fino alla durata massima di anni sessanta. La revoca della concessione può intervenire qualora il suo esercizio a insindacabile giudizio dell'Amministrazione risulti incompatibile con una più ampia e razionale utilizzazione che sia regolarmente concessa. In caso di tale revoca, non si fa luogo a risarcimenti e neppure si fa luogo al beneficio dell'art. 34 del R. D. 9 ottobre 1919, n. 2161, cioè non si accorda il privilegio della cessione dell'energia a prezzo di costo. La devoluzione gratuita dell'impianto allo Stato interviene però solo in caso di durata della concessione fino al 60° anno e nei casi di decadenza e rinuncia.

D. R. 13 febbraio 1930, Concessione alla Soc. An. Brioschi dal Trebbia in Comune di Ottone (Piacenza). Parere del Cons. Superiore dei LL. PP. n. 1902 del 29 luglio 1926 (*Boll. Min. LL. PP.*, 1930, p. 1527).

92 – *Concessione idroelettrica - Rispetto di usi civici - Modalità del disciplinare.*

Affermatasi, in via di opposizione durante l'istruttoria, l'esistenza di usi civici (nella specie abbeveratoio del bestiame e riserva in caso d'incendio), il Decreto di concessione e relativo disciplinare vi provvedono con la seguente clausola: « La Società (concessionaria) dovrà accertare quali diritti preesistano sulle acque tanto nella sede delle opere, quanto a monte o a valle di esse, avuto riguardo.... a diritti di fluitazione, irrigazione, beveraggio, usi pubblici, studiando il modo col quale i diritti turbati possono essere ricostruiti o in ugual misura indennizzati, riservandosi alla III Sez. del Cons. Sup. dei LL. PP. la definizione di eventuali contestazioni al riguardo ».

D. R. 18 febbraio 1930. Concessione alla Società Idr. dell'Ozola di derivazione dai rii Ozoletta e Somagno in Comune di Ligonchio (R. Emilia). Parere Cons. Sup. LL. PP, n. 1946 del 1° luglio 1929. (*Boll. Min. LL. PP.* 1930, p. 1537).

93 – *Concessione idroelettrica - Misura di utenza alternativa con l'irrigazione e con fissazione del massimo e del minimo stagionale.*

Una concessione per utilizzazione irrigua e per forza motrice può essere accordata congiuntamente a due Enti, rispettivamente a scopo irriguo e industriale, con una clausola di alternatività e di comunione, secondo le stagioni.

R. D. 5 settembre 1929. Concessione Consorzio Utenti Acque Medio Adige e Consorzio Irriguo Alto Agro Veronese, dal fiume Adige in Prov. di Verona. Pareri Cons. Sup. LL. PP., N. 2130 del 1923, N. 2621 del 1925, N. 841 del 1928 e N. 965 del 1929. (*Boll. Min. LL. PP.*, 1930, p. 360).

94 – *Concessione idroelettrica - Onere dell'eventuale concorso ad opere di sistemazione idraulica del bacino.*

Una concessione idroelettrica a scopo irriguo ed industriale può essere rilasciata sotto condizione che il concessionario può esser chiamato a concorrere in equa misura alle opere di sistemazione idraulica del bacino, in relazione all'aggravio di acqua che a suo tempo sarà accertato provenire ai terreni inferiori dalla nuova concessione. (Ivi come al Num. precedente, p. 366).

95 – *Concessione idraulica - Facoltà dello Stato di regolare l'erogazione nei riflessi della navigazione.*

In una concessione di derivazione da fiume navigabile lo Stato può riservarsi la facoltà di limitare l'erogazione nei periodi in cui tale provvedimento, a suo insindacabile giudizio, fosse richiesto da motivi di interesse pubblico. Nei riguardi specifici della navigazione, la facoltà suddetta di limitazione può essere sistematicamente imposta in giorni fissi, con obbligo di lasciar fluire dalla diga il quantitativo di acqua necessario per permettere la navigazione. A carico del concessionario può esser posto, in tal caso, il mantenimento della via alzaia e la costruzione di una conca di navigazione attraverso lo sbarramento.

(Ivi come al N. 93, p. 378).

96 – *Concessione idroelettrica - Oneri peciali per la piscicoltura, le acque potabili e i pubblici lavatoi.*

Al concessionario può essere imposto l'assoluto divieto dell'inquinamento delle acque derivate e ciò nell'interesse della piscicoltura. Può inoltre essere riservata la facoltà di limitazione succesiva della portata di derivazione ove il Comune costruisse un acquedotto. Può finalmente esser fatto obbligo al concessionario di costruire un lavatoio pubblico scoperto accanto a un esistente abbeveratoio.

D. R. 10 ottobre 1929. Concessione alla Soc. Miniere Vieille Montagne per derivaz. dal torrente Riso, in Comune di Gorno (Bergamo). Parere Cons. Sup. LL. PP., N. 1508 del 15 Giugno 1928. (*Boll. Min. LL. PP.*, 1930, p. 388).

97 – *Concessione idroelettrica - Riducibilità della portata di derivazione richiesta in relazione agli scopi del concessionario.*

Una derivazione richiesta per Mod. 50 può essere, nella concessione, ridotta a Mod. 35 avuto riguardo alla capacità delle opere esistenti che il richiedente intende utilizzare.

D. R. 18 novembre 1929. Concessione Ing. Emanuelli dal fiume Esino in Comune di Rosora (Prov. di Ancona). Parere Cons. Sup. LL. PP., N. 1535 del 15 maggio 1929. (*Boll. Min. LL. PP.*, 1930, p. 401).

98 – *Concessione idroelettrica - Oneri di rispetto per le opere pubbliche.*

Al concessionario può essere imposta l'esecuzione e la manutenzione di tutte le opere necessarie per attraversamenti di strade, canali, scoli e simili, e per le difese della proprietà privata e del buon regime delle acque, in modo che non avvengano alterazioni alle opere stesse a pregiudizio di pubblici e privati interessi. E ciò tanto se il bisogno delle opere sia riconosciuto prima di iniziare i lavori, quanto se venga accertato in seguito.

D. R. 9 dicembre 1929. Concessione Soc. Varesina Imprese Elettriche. Derivazione dal torrente Margorabbia. Comune di Valganna (Prov. di Como). Parere Cons. Sup. LL. PP, N. 2880 del 29 ottobre 1928. (*Boll. Min. LL. PP*, 1930, p. 1212).

99 – *Concessione idroelettrica - Modalità di tutela dai pericoli al bestiame pascolante - Sostituzione di antica concessione con altra maggiore allo stesso Concessionario.*

Fra le cause del disciplinare può esser imposta quella di ricoprire il canale per evitare pericoli al bestiame pascolante.

Se il titolare di una concessione idroelettrica, propone ed ottiene la concessione di una migliore e più razionale utilizzazione delle acque del bacino, la precedente concessione può essere revocata, per far luogo a una nuova concessione che dovrà decorrere dalla data del secondo decreto di concessione.

D. R. 23 dicembre 1929. Concessione Soc. Varesina Imprese Elettriche. Derivazione dal lago Delio in Comune di Musignano (Prov. di Como). Parere Cons. Sup. LL. PP. N. 2292 del 15 settembre 1926 (*Boll. Min. LL. PP.*, 1930, p. 1221).

100 – *Concessione idroelettrica - Condizioni particolari per la regolazione in caso di morbida.*

Fra le clausole della concessione può esser imposta quella che, in tempo di morbida, il concessionario deve provvedere tempestivamente a regolare le paratoie di presa e ad evitare quei danni che potessero avvenire ai terreni attraversati dal canale derivatore e dal canale di carico per trascissione o per qualsiasi altra causa, esercitando particolare sorveglianza sui tratti di canale attraversanti terreni soggetti a frane.

D. R. 23 dicembre 1929. Concessione Soc. Filatura Marzotto. Derivazione del torrente Richellero in Comune di Recoaro (Vicenza). Parere Cons. Sup. LL. PP., N. 178 del 28 gennaio 1929. (*Boll. Min. LL. PP.*, 1930 p. 1235).

A. G.

NOTE E RIASSUNTI

LA GRANDE CUCINA ELETTRICA

Elektrizitäts Verwertung, n. 10, 1929-30, pagg. 309–314 e 330–337. — *Bulletin A. S. E.*, n. 4, 1930, pagg. 136–144. Ing. A. Härry - Ing. Fr. Mörtzsch.

Il problema della cucina elettrica ha sempre interessato le Società distributrici di energia, le quali finchè hanno potuto hanno consentito ai loro utenti di godere, con una tariffa relativamente bassa, i vantaggi sopratutto igienici offerti da questa applicazione della elettricità. Fra le più importanti riunioni di tecnici che si sono occupate di questo problema, ricordiamo l'ultima di Lucerna, tenuta sotto il patronato dell'Unione delle Centrali Svizzere, nella quale furono lette interessantissime relazioni, qualcuna da noi già riassunta, qualche altra che sarà riassunta al più presto. Queste relazioni si riferiscono alla réclame, alle scuole (scuole speciali per la preparazione di personale adatto per la propaganda e corsi speciali in scuole comuni per la diffusione delle applicazioni elettriche), ai modi di utilizzare l'energia notturna e la stagionale, all'impiego delle piccole e grandi cucine elettriche ed alle più importanti applicazioni agricole. Qui riassumeremo quelle che si riferiscono alle grandi cucine elettriche, entrambe interessanti per i dati che riportano e per le considerazioni che svolgono.

Nella sua relazione l'ing. Härry osserva che mentre il gas predomina ancora nel campo della cucina domestica, l'elettricità si sviluppa e domina nel campo delle grandi cucine. Nella Svizzera si avevano alla fine del 1929 circa 250 grandi cucine completamente elettrificate, con 870 apparecchi, per una potenza installata totale di ca. 80.000 kW. Una cucina elettrica è stata installata anche sulla motonave « Augustus ».

Si osserva giustamente che se in un paese di grande traffico e di soggiorno come è la Svizzera (noi potremmo ripetere altrettanto per alcune nostre zone), dove si hanno ca. 9000 alberghi, 25.000 fra ristoratori economici, trattorie, pasticcerie, ecc. e diverse centinaia di sanatori ed ospedali, con molti alberghi con solo servizio estivo, si estendesse a tutte le grandi cucine l'uso dell'energia elettrica, se ne avrebbe un consumo non trascurabile. Si è stimato il consumo annuale di energia per le grandi cucine nella Svizzera in 300×10^6 kWh diurni e in 200×10^6 kWh notturni, corrispondenti ad una equivalente quantità di carbone di ca. 330.000 tonn.

La grande cucina elettrica non limita i suoi apparecchi al fornello, al forno e allo scalda-acqua, come fa la cucina domestica, ma dovendo anche preparare i pasti per molte persone, ha una serie più o meno numerosa di apparecchi secondari, i quali permettono la preparazione migliore e più economica de' cibi, nonchè una separazione degli apparecchi e de' lavori (tra i vantaggi più importanti della cucina elettrica è da ricordare la conservazione delle vitamine).

Le lavorazioni secondarie, come preparazione verdura, pulitura piatti, ecc. si consiglia che vengano eseguite in ambienti separati ma attigui alla cucina, ciò per dare al personale la necessaria libertà di movimento. Per gli apparecchi bisogna sceglierli in base alle caratteristiche dell'esercizio; vi sono speciali esercizi i quali servono a molte persone una semplice pietanza a determinate ore del giorno, vi sono quelli invece che secondo le preferenze del cliente devono preparare o pietanze diverse o cucinate in modo diverso. Per queste ragioni gli esercizi vengono divisi in tre gruppi : il primo comprende i ristoratori economici, le cucine per operai, per militari, per carceri, ecc.; il secondo comprende i casino, le case di salute e gli ospedali con cucina dietetica, dove oltre ad una abbondante lista di pietanze vengono servite porzioni speciali a parte; il terzo si riferisce a' ristoratori e alberghi-ristoratori in cui si serve tanto secondo la lista, quanto porzioni a parte.

Per gli esercizi del primo gruppo possono bastare delle caldaie per cucina, per uno migliore si richiederanno dei fornelli e un forno, per i migliori tutta la serie di apparecchi accessori per arrostire, friggere, tostare, stufare, rosolare, abbrustolire, cuocere con fuoco sopra e sotto, ecc.

Il compito di stabilire il numero degli apparecchi e la loro grandezza non è facile; serve molto in questi casi il consiglio dei fabbricanti o d'un capo-cucina. Per la preparazione di minestre, zuppe, verdura cotta ecc. servono bene le caldaie, con l'elemento riscaldante sul fondo o lateralmente, costruite in modo che non si superino internamente i 100° C sufficienti per la detta preparazione. Vi sono caldaie riscaldate da un mantello d'acqua calda, o di vapore, o di olio, o di glicerina, ma non hanno nessun vantaggio sulle altre e sono di rendimento più basso. Per caldaie di una certa grandezza si ricorre al tipo *girevole*; in tutte il coperchio, che chiude ermeticamente la caldaia, è provvisto di uno scarico di vapore. Nella costruzione delle caldaie si ricorre al rame, al nikel ed ultimamente si è usato il cromargon.

Vengono poi i *fornelli* che possono essere di forma circolare o quadrata, regolabili fino a 5 gradazioni di calore, e accanto ad essi, prima o dopo, i *bagno-maria* dove i cibi senza pericolo di bruciare si possono conservare caldi. Nelle cucine molto grandi vi sono anche le piastre di cottura, le quali sono inserite quasi sempre per il massimo riscaldamento.

Dove si prevede un esercizio a ondate, con grande richiesta di arrosti, si ricorre a piastre a carico elevato e a fornelli con resistenza scoperta; per rendere più sicuri questi ultimi e perchè abbiano anche una maggiore durata, si abbassa la tensione a $(20 \div 30)$ V.

Vengono dopo i *forni*, che funzionano separatamente ed indipendentemente da' fornelli, e sui forni delle camere di riscaldamento o di cottura che utilizzano il calore che si disperde dalla parte superiore. Le dimensioni de' forni variano colle richieste dell'esercizio e anche coll'uso che se ne fa.

Vengono poi le padelle e tutti gli apparecchi per abbrustolire e tostare, le caffettiere, le teiere, ecc.

Viene infine lo scalda-acqua. Acqua calda in grande quantità occorre sopratutto per la lavatura e la risciacquatura e coll'elettricità bisogna riscaldare l'acqua durante la notte. Si commisura la capacità degli accumulatori in base ad un consumo di $5 \div 8$ litri di acqua calda per persona al giorno. Il consumo di acqua calda per la cucina sarà bene misurarlo e sarà bene pure evitare che vi sia sciupio di acqua calda. Si può approfittare della separazione de' diversi apparecchi per misurare anche i consumi de' fornelli, delle caldaie e degli accessori, e questo è un vantaggio che si ha soltanto coll'elettricità, vantaggio che permette di controllare il servizio e di interessare eventualmente il personale (il capo-cucina sopra tutti) perchè i consumi di energia siano minimi.

Tutti gli apparecchi devono essere di costruzione robustissima perchè le cure nella manutenzione che può avere una donna di casa, non le ha certamente il personale di cucina. L'impianto deve essere curato moltissimo e non devono mancare dispositivi di sicurezza e di segnalazione.

Colla cucina elettrica è in concorrenza nei grandi impianti la cucina a gas, che negli ultimi tempi si è trasformata ed ha migliorato i rendimenti degli apparecchi, ricorrendo alle piastre chiuse ed all'aria compressa, eliminando così la fiamma libera. I due sistemi più diffusi sono quelli della Junker e Ruh di Karlsruhe e della Pharos Feurstätten di Amburgo; l'aria in pressione e il gas vengono mescolati, avviene poi la combustione e il riscaldamento della piastra, infine i prodotti della combustione vengono espulsi per il camino, eliminando dall'ambiente quei gas nocivi che si hanno col sistema della fiamma aperta. I fornelli a gas a piastra chiusa hanno in generale un rendimento superiore a' fornelli a bassa pressione.

Su queste cucine a gas perfezionate con grande cura, la cucina elettrica ha però ancora de' pregi, che l'ing. Härry elenca insieme con quelli che la stessa ha rispetto alla cucina a carbone. Si conoscono questi vantaggi che sono oramai di tutti gli apparecchi elettrici e non li ripetiamo. Taluno trova che la cucina elettrica sia più lenta di quella a gas; ma si può invece osservare che la grande cucina, se non è organizzata bene nel suo esercizio, non può servire bene tanto se è elettrica, quanto se è a gas; e che entrambe possono rispondere bene anche ad un esercizio con richieste a ondate, soltanto se queste richieste sono state previste nel fare l'impianto.

Un confronto dei consumi di energia con quelli di gas o di carbone ha una grande importanza, ma la difficoltà di avere cifre esatte e paragonabili, cioè di avere uguali tutti i fattori che entrano nell'esercizio di una cucina, sia a gas che elettrica, (tipo ed importanza della cucina, apparecchi adoperati, modo di preparare i cibi, ecc.) non permette di dare un giudizio

esatto. Riportiamo lo stesso alcuni consumi rilevati in diversi esercizi, in condizioni pressochè uguali, ricordando che in media si ritiene che nelle cucine 1 m³ di gas corrisponda a ca. 3 kg di carbone, 1 kWh a 1 kg di carbone e quindi un 1 m³ di gas a circa 3 kWh.

Per il mantenimento completo di 1 persona per 1 giorno occorrono in media:

0.300 ÷ 0.770 m³ di gas nelle grandi cucine a gas,

0.380 ÷ 2.000 kWh di energia nelle grandi cucine elettriche;

per pasto e per persona:

0.200 ÷ 0.570 m³ di gas,

0.200 ÷ 1.100 kWh di energia elettrica.

Con un prezzo del gas di 0.55 ÷ 1.05 lire per m³, il costo dell'energia dovrebbe essere di 0.22 ÷ 0.36 lire per kWh.

Vengono quindi riportati i costi del carbone, del gas e dell'energia elettrica per diversi centri della Svizzera.

Di un certo interesse possono essere i seguenti consumi rilevati nel Ristorante Kappelerhof di Zurigo:

spesa media giornaliera col carbone .... Fr. 8.— per 100 kg, senza servizio acqua al buffet;

spesa media giornaliera coll'energia elettrica .. Fr. 7.— con una tariffa diurna di 6 Rp e notturna di 3 e 5 Rp per l'estate e l'inverno rispettivamente.

L'A. accenna infine alla propaganda che bisogna fare per le grandi cucine elettriche, alla istruzione del personale di cucina e all'interessamento dei costruttori; ricorda poi che la stessa industria del gas, riconoscendo già la parità della cucina elettrica con quella a gas, ammette che l'avvenire sia senz'altro per l'elettricità.

La relazione dell'ing. Mörtzsch richiama i vantaggi della cucina elettrica dal punto di vista igienico e da quello economico e di ciò abbiamo già riferito su questa rivista (1). Sui risparmi di grassi e su' tempi di cucinatura ripetiamo che i primi sono di grande importanza nei riguardi dell'economia nella cucina, perchè sono molto elevati; e per i tempi di cucinatura che il tempo perduto nel periodo di riscaldamento si ricupera in generale completamente nel periodo di cottura, essendo richieste, nella cucina elettrica, minori quantità di grassi e di acqua. Sui risparmi di grassi si hanno questi dati: nell'ospedale di Münster (Westfalia), sostituendo la cucina esistente a carbone con una elettrica, si è rilevato un risparmio di grassi del 52%; in un circolo di impiegati a Francoforte la sostituzione della cucina a carbone con una elettrica ha portato un risparmio del



Fig. 1. - Cucina elettrica del Ristorante Austernmeyer in Berlino (può servire 125 pasti e richiede solo uno spazio di 4,5 × 7 m).

35 %; in un circolo di impiegati a Norimberga l'introduzione della cucina elettrica al posto di una esistente cucina a gas ha portato il consumo di grassi, riferito a periodi uguali, da kg. 214 a kg. 160, con un risparmio del 25 %; e nel giornale « Technik im Hotel » 1929, pag. 83, un capocuoco riferisce che l'introduzione della cucina elettrica al Weinrestaurant « Austernmeyer » di Berlino, ha consentito oltre ad una sensibile diminuzione del consumo dei grassi, una migliore utilizzazione di tutto il materiale alimentare.

L'assenza di camini, di gas nocivi e di vapori, permette poi di riunire in poco spazio, dove occorre, molti apparecchi (v. fig. 1); e la diversità degli apparecchi consente una ripartizione di questi in gruppi, caldaie, fornelli, forni, scalda-acqua, ecc. (v. figg. 2 e 3) e quindi una sorveglianza maggiore ed un miglior servizio. Le economie che si conseguono colla mancanza di camini, colla più opportuna disposizione degli apparecchi e colla possibile organizzazione del personale, sono notevoli e sono da considerare quando si tratta di discutere le meschine differenze di tariffa. Qualcuno ha detto che le grandi cucine elettriche non sono però in grado di soddisfare alle richieste improvvise, perchè tra l'altro occorre molto tempo prima che gli apparecchi si riscaldino. È evidente che un tale giudizio non può reggere, perchè un improvviso aumento del servizio, dovuto ad una casualità, può essere sbrigato più o meno bene secondo la organizzazione dell'esercizio e non secondo il tipo di cucina. Ogni cucina ha una sua potenzialità, in relazione al numero ed alla potenza degli apparecchi installati, e per una cucina elettrica questa si ha quando tutti gli apparecchi sono inseriti. La disposizione e la distribuzione degli apparecchi deve essere stabilita sin dal principio per poter far fronte a queste punte della richiesta. Anche sulla questione tempo non c'è niente a sfavore della cucina elettrica, perchè l'intero impianto può mettersi in grado di funzionare, avere cioè tutti gli apparecchi riscaldati, in un periodo che varia da 5 a 7 minuti; questo periodo non ha importanza di fronte al tempo che è necessario per tutti gli altri preparativi richiesti da un simile aumento improvviso del servizio e in particolare dalla ricerca del personale.

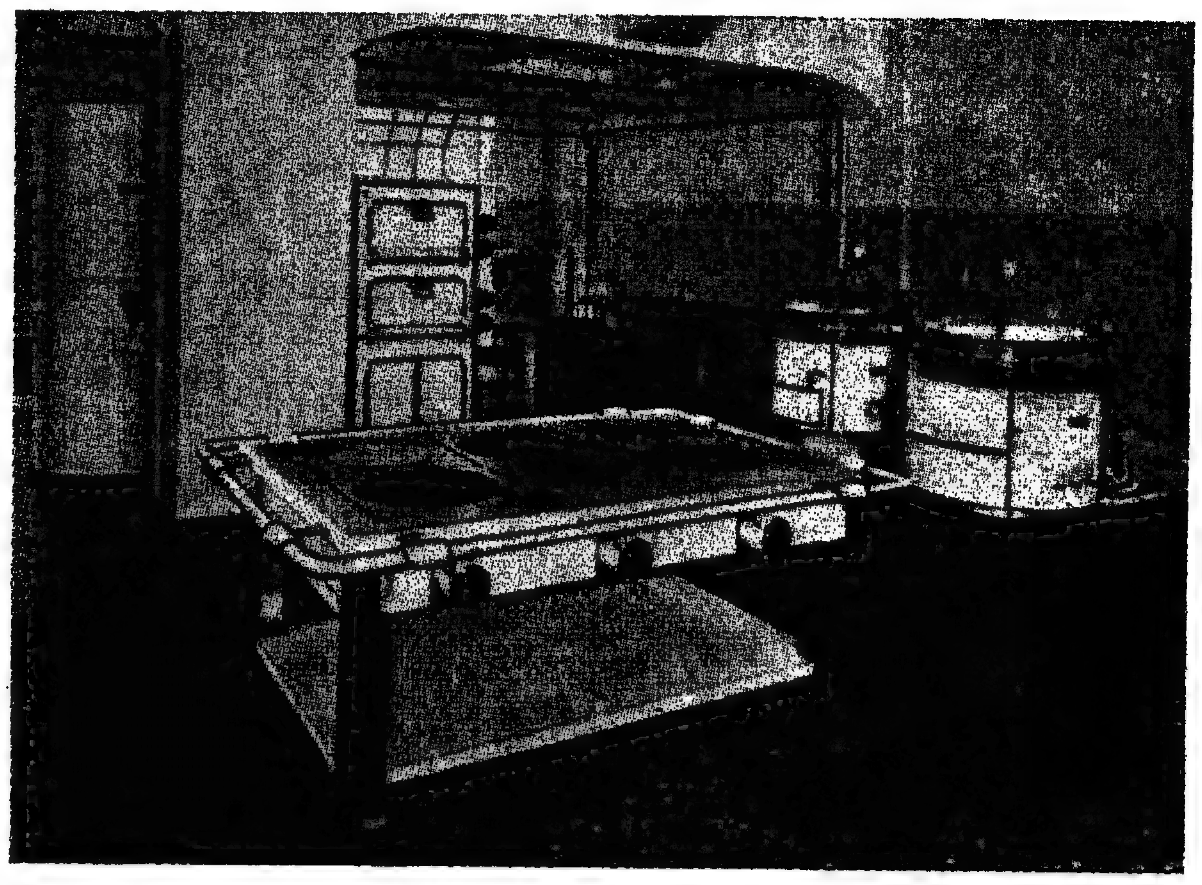


Fig. 2. - Esempio di cucina elettrica razionalmente attrezzata (cucina della Soc. Voigt & Häffner di Francoforte).

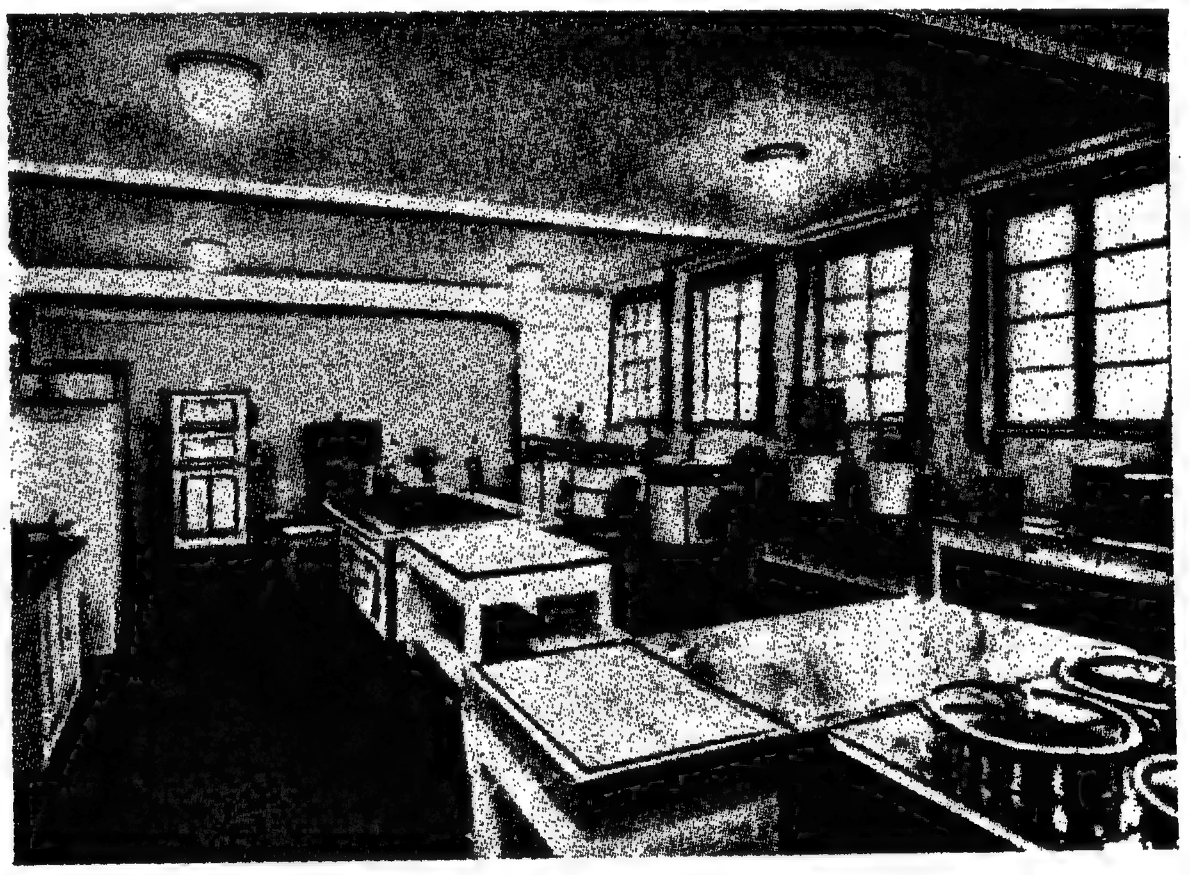


Fig. 3. - Altro esempio di grande cucina elettrica razionalmente disposta (cucina della Soc. Hamburgischen Elektrizitäts-Werke).

Del resto bisogna sentire chi si occupa di cucina: oggi appunto si ripete spesso nell'ambiente culinario, da parte di provetti cuochi, che la cucina elettrica è l'ideale delle grandi cucine ed ogni cuoco che ha lavorato qualche anno in una grande cucina elettrica riferisce a' compagni di mestiere i vantaggi

(1) *L'Energia Elettrica*, maggio 1930, pag. 461 e seg.

dell'elettricità e loda quegli apparecchi che rendono gradevole il lavoro, in un ambiente privo di gas nocivi e di vapori.

Per avere un'idea dello stato in cui si trovano le grandi cucine elettriche, stato che interessa conoscere alle Società che forniscono l'energia, si hanno i seguenti dati sui consumi e sulle potenze installate:

a) grande cucina elettrica per ca. 300 operai di una fabbrica, consumo annuo ca. 40.000 kWh;

b) grande cucina elettrica per 5000 impiegati di una grande ditta, consumo annuo poco più di 600.000 kWh;

c) una trattoria con 150 pasti, consumo annuo circa 100.000 kWh;

d) cucina elettrica di un grande albergo, consumo annuo ca. 500.000 kWh;

e) potenze richieste da' diversi esercizi:

cucine per circoli impiegati, operai, ecc.	$0.3 \div 0.2$	kW per persona
cucine per ospedali e case di salute	$0.5 \div 0.25$	» » »
cucine per trattorie	$0.8 \div 0.4$	» » pasto medio

essendo le cifre minori corrispondenti ad esercizi per 1000 persone (o pasti) e le più alte relative ad esercizi per 100 persone (o pasti) serviti in un giorno. La maggior potenza che si richiede per le trattorie è dovuta alla variazione della richiesta nel servizio della cucina, per la quale si è installata una specie di riserva; la richiesta è minore negli esercizi regolari. Per le Società distributrici non è noto ancora a quanto può ammontare la punta del carico delle grandi cucine e quando essa si verifica. Si può ritenere con buona approssimazione che nel caso di ospedali e mense per impiegati, il carico massimo sia del $(70 \div 80)$ % della potenza installata, e per trattorie ammonti al $(60 \div 70)$ %.

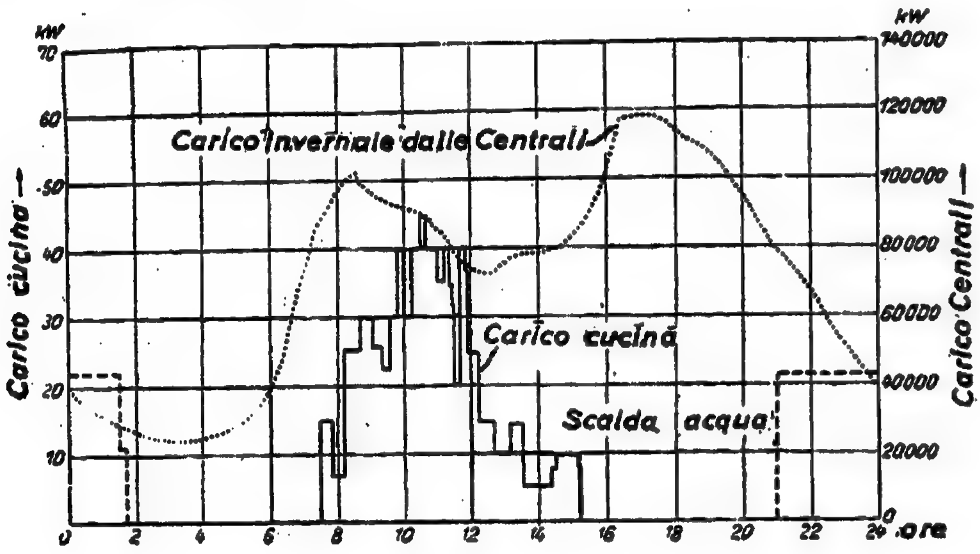


Fig. 4.

Circa il tempo in cui viene richiesta la massima potenza si può dire che è certamente più gradito alle Società elettriche quell'utente che raggiunge il massimo carico fuori delle ore di punta e che non contribuisce ad aumentare l'esistente massimo valore del carico; a questi utenti si può naturalmente e volentieri accordare una buona tariffa. L'A. ha visitato in Germania diverse grandi cucine elettriche: la diversità del tipo di esercizio di queste cucine ci permette di trarre qualche conclusione. Nella fig. 4 si ha il diagramma di una grande cucina elettrica per gli impiegati della «Hamburgischen Elektrizitäts-Werke»: si preparano in media 350 pasti al giorno e il massimo carico si verifica verso il mezzodì; il confronto col diagramma del carico totale, mostra che il carico della cucina è favorevole per la centrale. Nella fig. 5 si ha il diagramma di una grande cucina per ospedale, che prepara giornalmente due serie di pasti caldi: per quelli della sera la massima richiesta si sovrappone a quella del carico totale, trattasi però di un carico piuttosto piccolo rispetto a quello che si ha prima di mezzogiorno e perciò le Società allacciano queste cucine sopratutto quando trovansi fuori delle città e specialmente in zone in cui la punta dell'illuminazione non è elevata. Viene infine indicato nella fig. 6 *a* l'andamento del carico in una grande cucina per trattoria in un giorno di lavoro: tanto il carico del mezzogiorno quanto quello della sera contribuiscono favorevolmente a riempire gli avvallamenti del diagramma di carico totale; gli stessi vantaggi presentano il diagramma della fig. 6 *b*, che si riferisce allo stesso esercizio e riproduce il carico della cucina nel giorno di sabato, e il diagramma della fig. 6 *c* che riporta il carico della domenica.

Come appare da questi diagrammi e come già detto, i carichi richiesti dalle cucine sono piuttosto elevati: la consegna dell'energia verrà fatta perciò ad A.T. e la tariffa sarà del tipo a quota fissa; ogni altro tipo di tariffa si ricondurrà a questo tipo.

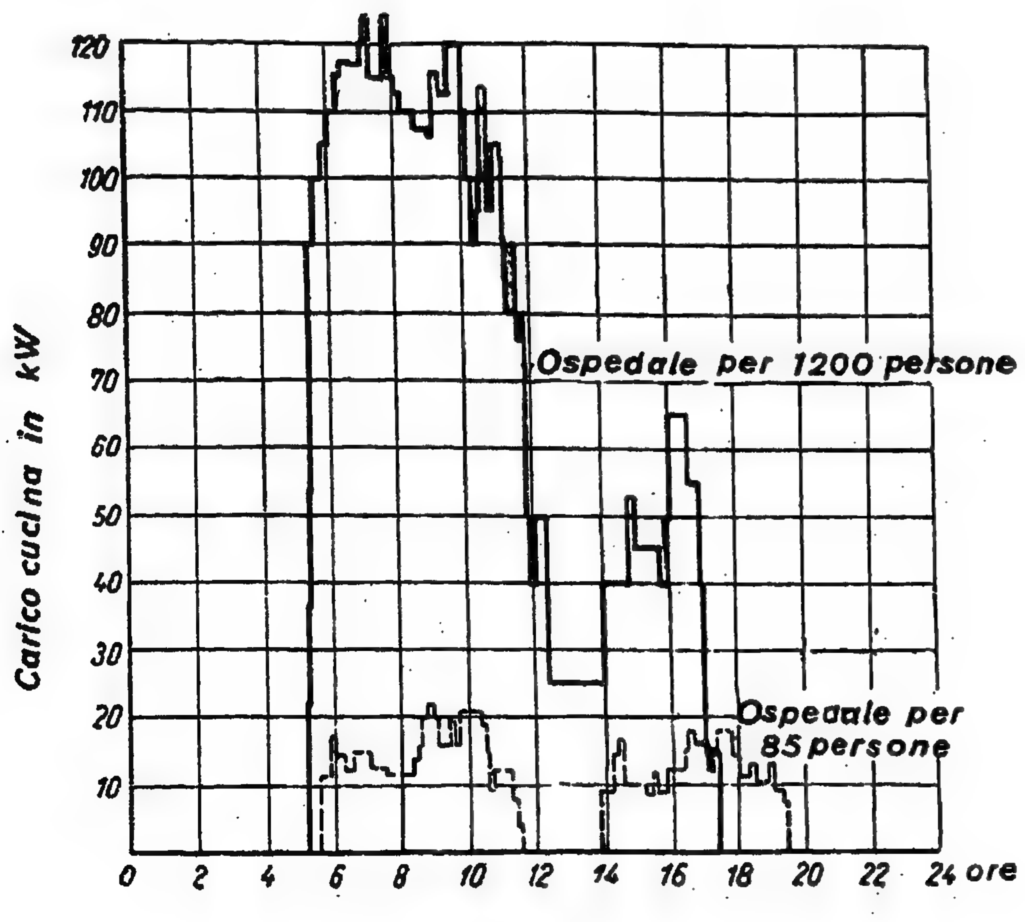


Fig. 5.

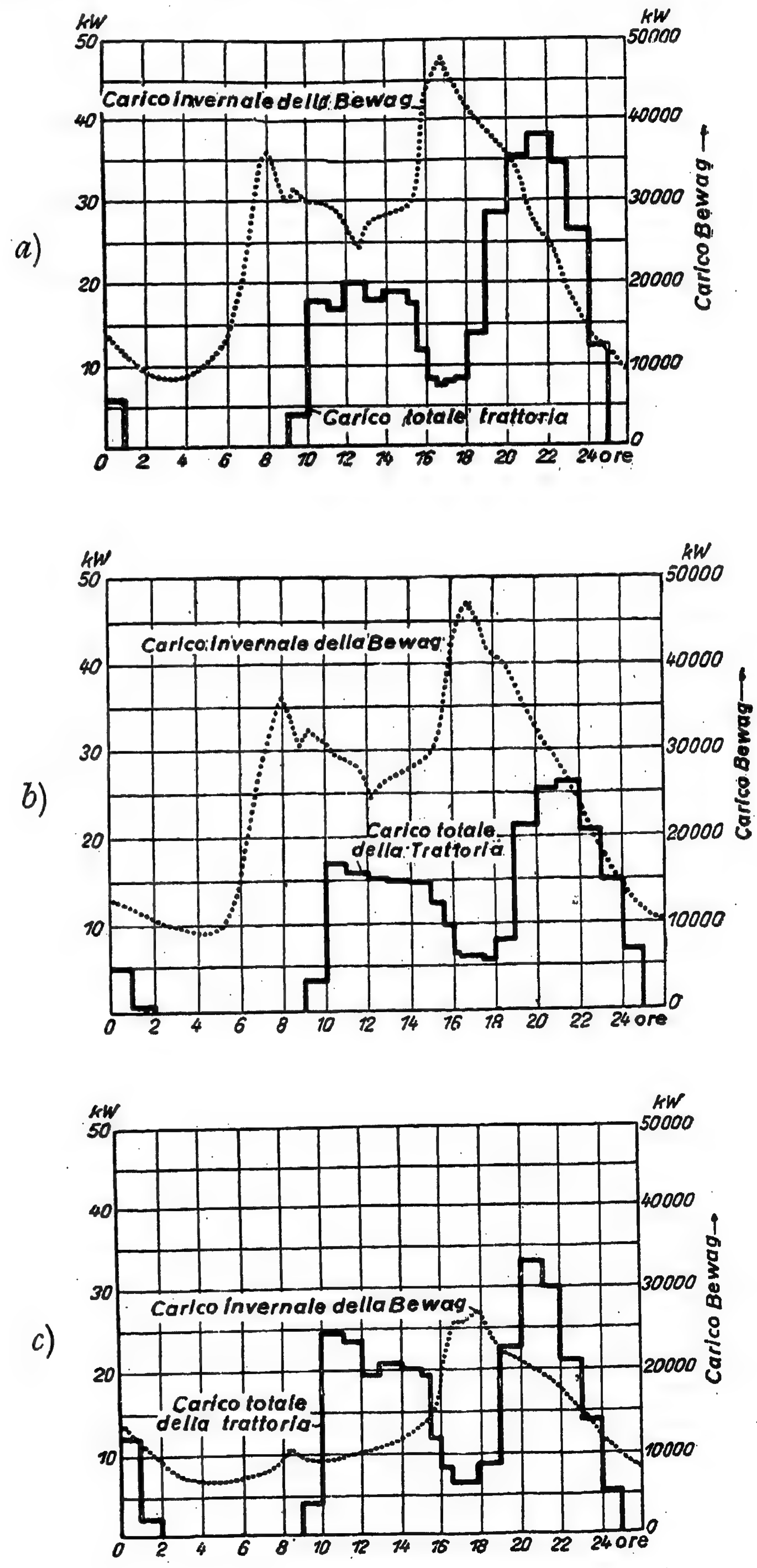


Fig. 6.

Il massimo carico sarà quello rilevato nel mese per 5 minuti consecutivi. Il problema non è così semplice nel caso che l'utente ritirando già energia per altri usi, non aumenta la sua massima richiesta coll'installazione di una grande cucina: questo av-

viene per es. per una officina con 350 operai, che al mattino raggiunge colla luce una punta di carico superiore a quella che si avrebbe a mezzogiorno facendo funzionare la cucina per gli

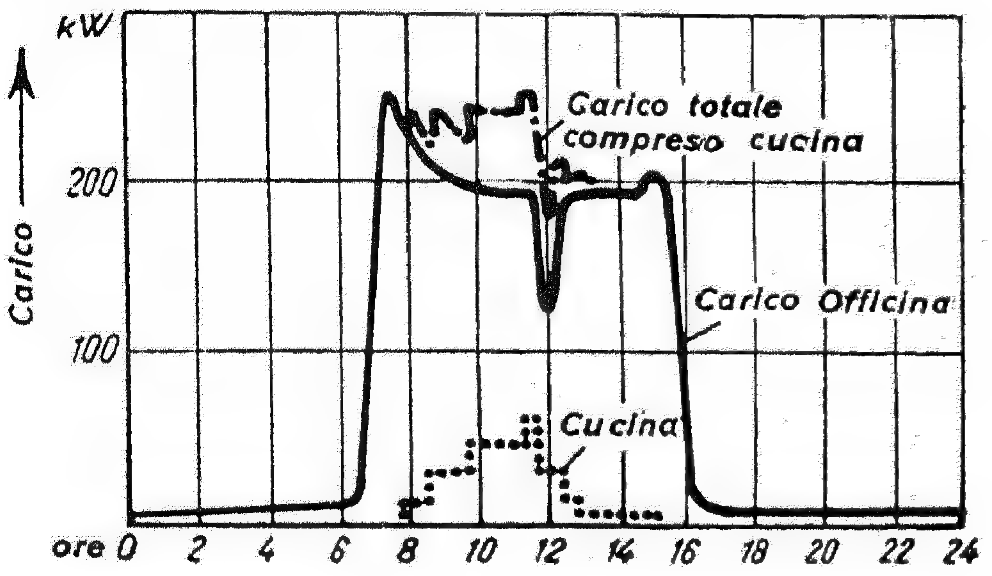


Fig. 7.

operai (v. fig. 7). In questo caso accade anzi che il carico della cucina porta un sensibile miglioramento al diagramma del carico totale e l'utente non dovrebbe pagare perciò nessuna quota fissa per la cucina; per il consumo di energia si potrebbe applicare una tariffa per A.T., da stabilirsi in base al miglioramento che la cucina porta al diagramma totale del carico.

Le grandi cucine che migliorano sensibilmente il diagramma di carico senza far aumentare la punta, sono da ricercare e devono essere favorite con l'applicazione di tariffe per A. T.

Un miglioramento del diagramma nel senso di avere completa uniformità nel suo andamento, non è da ricercare, può anzi accadere che in parte il carico della cucina si sovrapponga ad altri carichi, come luce per réclame o luce comune in locali di ritrovo notturno. Nella fig. 8 si ha il diagramma normale di carico

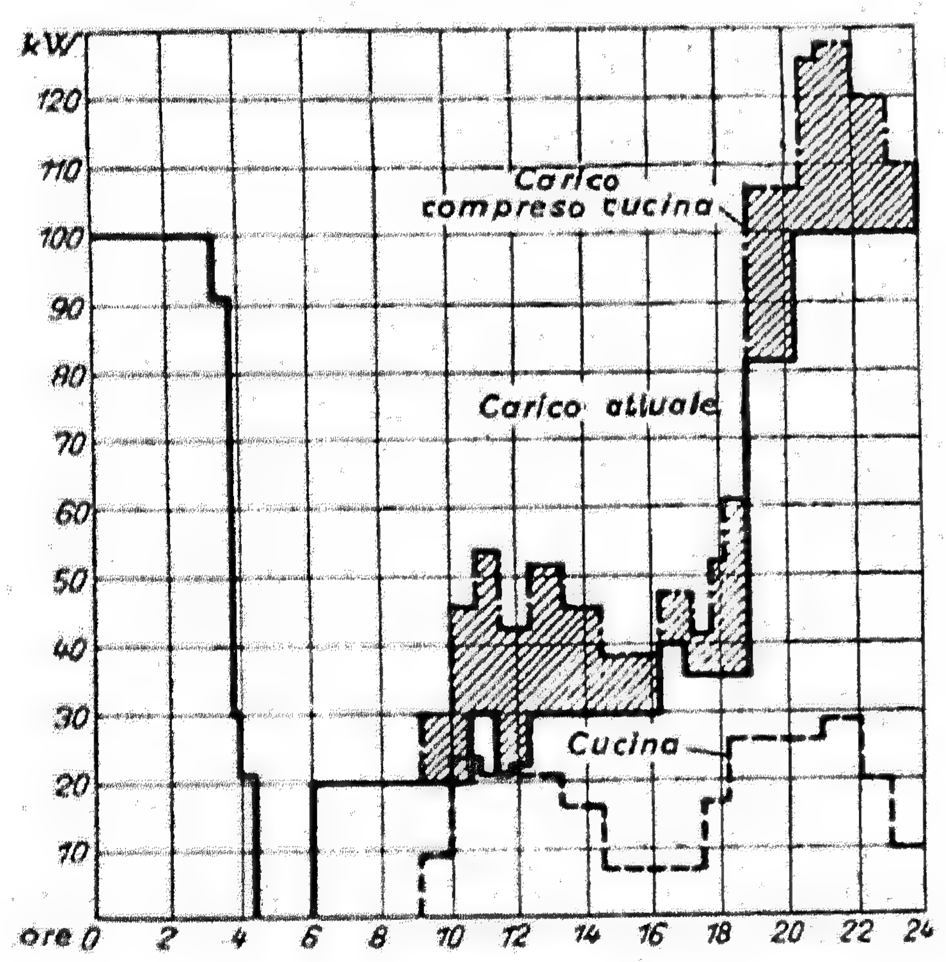


Fig. 8.

di un ritrovo notturno che ha un consumo rilevante di energia per luce; l'introduzione di una cucina elettrica migliora l'andamento del diagramma di carico per le ore del giorno, ma aumenta anche la punta serale. L'aumento del carico totale avviene però verso le 19, cioè fuori del periodo di punta delle centrali, quindi anche in questo caso si può accordare una certa riduzione sulla quota fissa, come si fa in altre forniture. La questione delle tariffe ha qui una grande importanza e va considerata ogni volta attentamente. Se per es. in un albergo, l'impianto luce consuma già molta energia, sarebbe ingiusto rinunciare alla fornitura di energia per una cucina grande, per una piccolissima differenza nella tariffa, lasciando così il campo ad un altro tipo di riscaldamento.

Altrettanto dicasi per il caso considerato nelle figg. 9 *a*, *b*: la cucina elettrica avrebbe qui una utilizzazione di 1800 ore ed un consumo di ca. 450.000 kWh all'anno, che rappresenta il 75 % di quello che si ha già, cioè di 600.000 kWh. L'introduzione di una grande cucina elettrica modifica il diagramma di carico invernale, raddoppiando quasi l'utilizzazione mensile; d'estate si ha un aumento del carico massimo ed una utilizzazione più ridotta che di inverno, però la punta del carico non supera i 330 kW e capita in un periodo di tempo (dalle 11 alle 14) in cui risulta piuttosto favorevole per la Società distributrice.

Le Società distributrici devono diffondere l'uso dell'energia elettrica nelle grandi cucine, tenendo conto insieme della influenza che hanno sul carico delle Centrali e della *qualità* del servizio. Come oggi il padrone di un albergo trascura, nel progetto di un impianto di illuminazione, la questione del costo dell'energia e si lascia guidare invece dal senso artistico ed

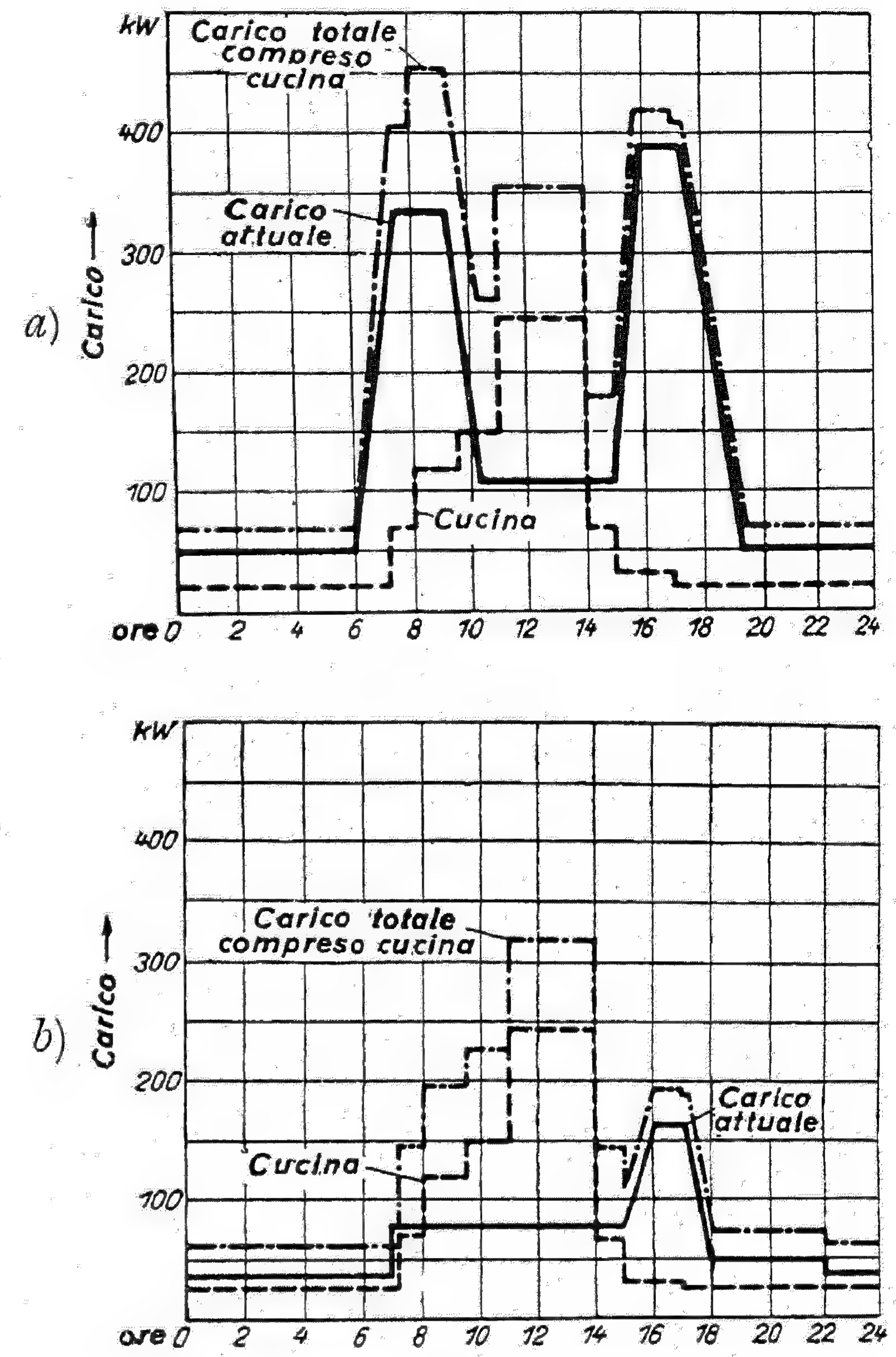


Fig. 9.

estetico, così non passerà tempo che il padrone di una trattoria o di un ristorante nella scelta della cucina preferirà quella elettrica, indipendentemente dalle piccole differenze nelle tariffe, perchè la cucina elettrica gli dà un ottimo servizio, rendendo facile il lavoro del personale e soddisfacendo gli avventori.

f. j.

PROVE DI RESISTENZA DI UN PALO IN CEMENTO ARMATO.

Nel Laboratorio Prove Materiali del Politecnico di Milano furono eseguite il giorno 11 giugno alcune prove di resistenza sopra un tipo di palo in cemento armato che una ditta italiana ha recentemente brevettato.

Il sostegno presentato alle prove è specialmente indicato per linee elettriche di medio e piccolo trasporto e per linee telegrafiche e telefoniche; in altre parole dovrebbe sopratutto poter sostituire in parecchi casi i pali in legno e altri tipi di pali in cemento armato. La stessa costruzione può però adottarsi anche per linee di maggiore importanza, poichè il sostegno può venir costruito per altezze fino a 30 metri e per diametri considerevoli.

Lo scopo principale che i costruttori si sono proposti è quello di eliminare gli effetti dannosi che il peso considerevole dei sostegni in cemento armato porta con sè, nei riguardi sopratutto dei trasporti, sempre costosi e che possono diventare anche difficili a seconda della natura del terreno. Perciò essi si sono prefissi di ottenere un palo per il quale il getto del cemento si fa nel posto stesso dove il sostegno deve essere eretto e, volendo, insieme alla fondazione; problema del resto già risolto da parecchie Ditte, sopra tutto straniere.

Il palo studiato ha forma leggermente tronco-conica, con diametri diversi secondo gli sforzi a cui deve resistere. L'armatura metallica, costituita da una gabbia di tondini di ferro o di acciaio, viene tenuta insieme da legature trasversali, distanziate ogni 30 cm e fatte con filo di ferro attorcigliato intorno a ciascun tondino in modo tale che la posizione di questi rimanga immutabile durante il getto. Nell'interno dell'armatura così formata vengono poi disposti altri anelli di collegamento.

La forma esterna del palo (che è visibile nelle illustrazioni) si ottiene mediante uno stampo metallico predisposto in tronchi di opportuna lunghezza che vengono poi collegati fra loro a seconda del bisogno; tale stampo si infigge nel terreno per la

necessaria profondità, ed entro vi si colloca la gabbia d'armatura. Il conglomerato, sotto forma di impasto alquanto fluido, viene iniettato entro gli stampi a mezzo dell'apposito macchinario portatile ad aria compressa.

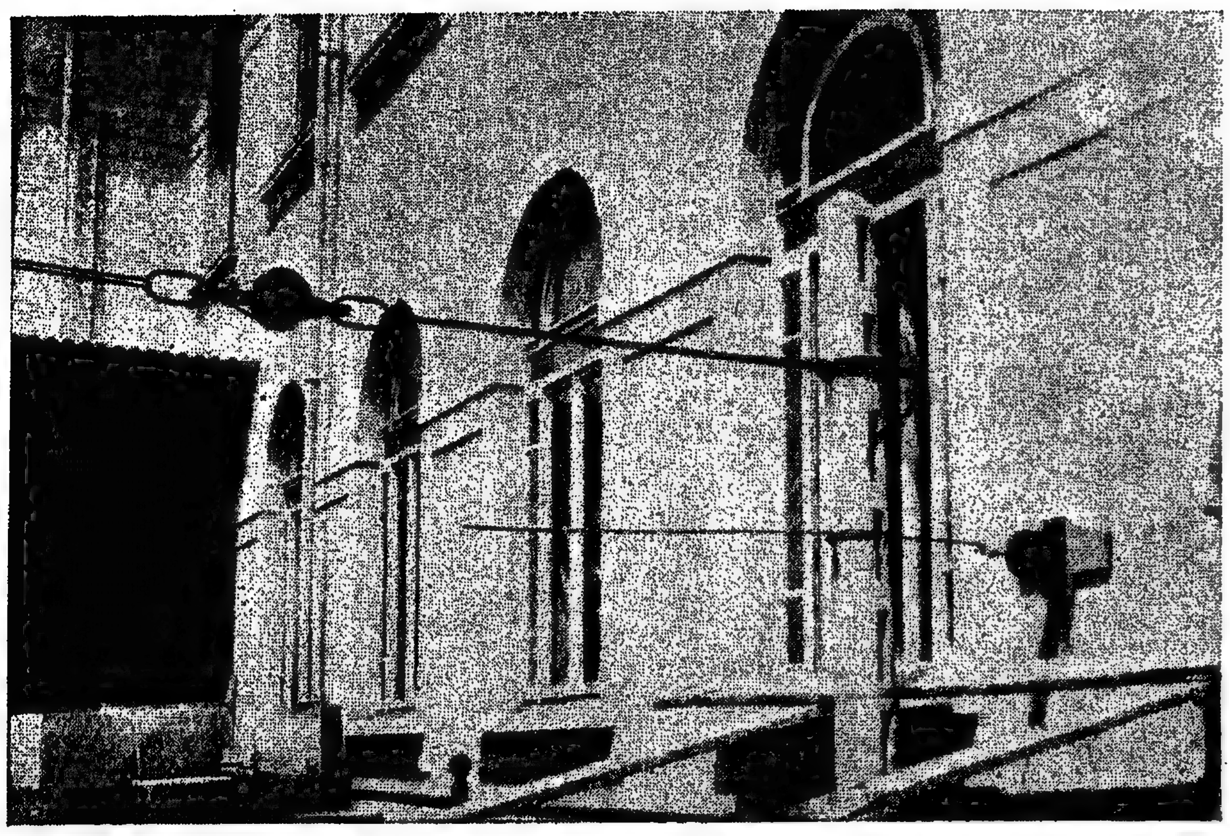


Fig. 1. - Il palo sotto uno sforzo di trazione di 160 kg.

Poichè uno degli inconvenienti lamentati nei pali in cemento armato a superficie liscia è costituito dalla difficoltà di salita, la Ditta costruttrice ha cercato di ovviarvi, ricavando nel palo, mediante opportuna forma degli stampi, delle scanalature verticali lungo due generatrici parallele e disposte alle estremità del diametro parallelo alla linea; tali scanalature, visibili nelle illustrazioni, sono a tratti interrotte da spessori orizzontali entro ognuno dei quali è ottenuto un foro verticale. Per la salita, i guardiafili devono munirsi di staffe in ferro tondo ripiegate a squadra ad un'estremità; l'estremità ripiegata va infilata nei fori sopraccennati, allo scopo di fornire al guardiafili un appoggio sicuro, che gli permetta di attendere con tranquillità al proprio lavoro.

Più importanti sono naturalmente i risultati delle prove di resistenza, che vennero fatte come si è detto al Politecnico di Milano, alla presenza di numerosi ingegneri di Società elettriche che particolarmente si occupano di linee e sotto la personale direzione del prof. Revere, Direttore del Laboratorio Prove.

Il palo provato aveva un'altezza fuori terra di m 6,20 ed era interrato per una profondità di m 1,30; il diametro in testa era di m 0,16 e quello alla sezione d'incastro di m 0,265. La fondazione era in calcestruzzo di cemento fuso; l'armatura era formata di 6 tondi in ferro del diametro di mm 12 e 4 da mm 10.

La prova di flessione venne eseguita cinque giorni dopo il getto della fondazione; lo sforzo di trazione era applicato a 50 cm sotto il vertice del palo e diretto orizzontalmente, in senso normale al piano delle due generatrici degli incavi. Le freccie di flessione si misurarono a m 1,02 dalla cima del palo; inoltre sul piano superiore della fondazione adiacente, al palo, venne disposto un clinometro.

La prima prova si fece applicando al palo uno sforzo P gradatamente crescente fino a 60 kg; la freccia di flessione F raggiunse 15 mm. Riportato a zero lo sforzo P, non si ebbe alcuna freccia permanente residua.

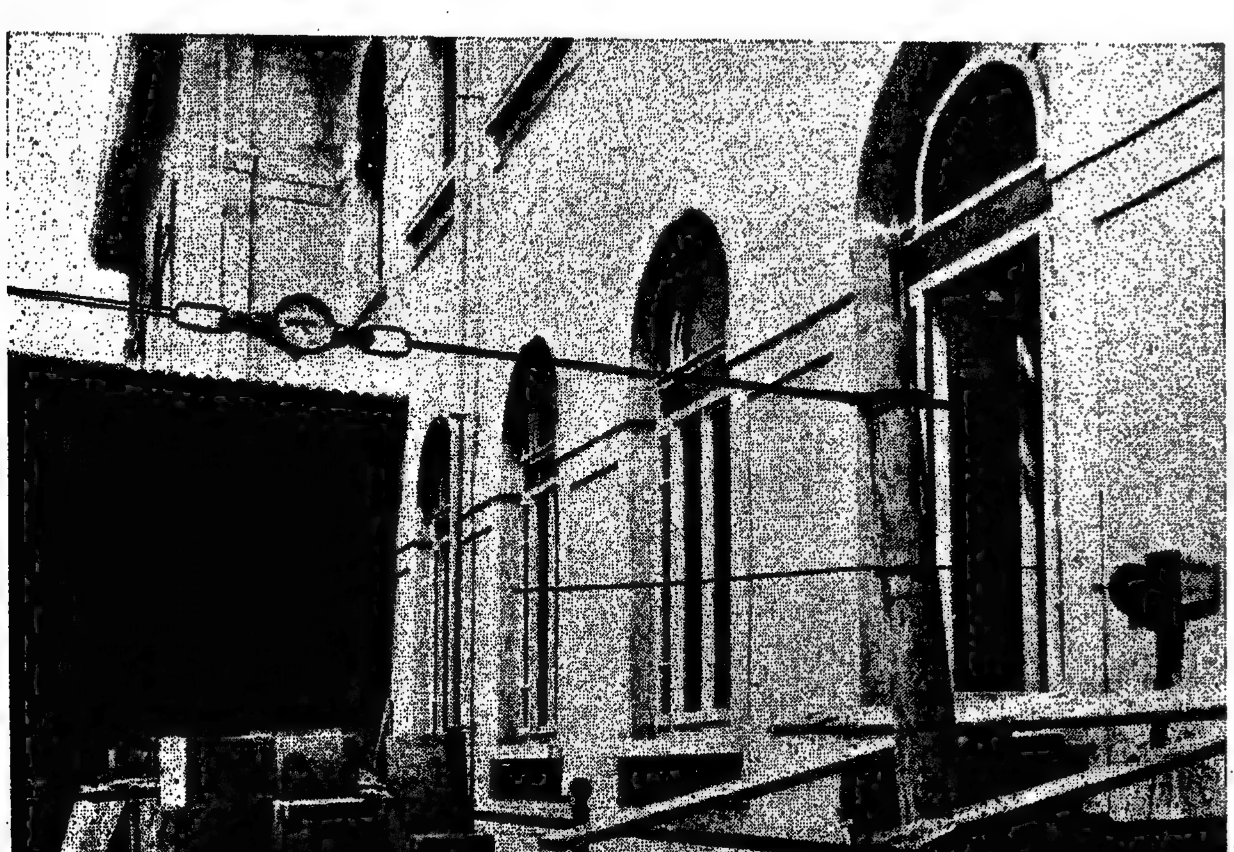


Fig. 2. - Il palo sotto uno sforzo di trazione di 450 kg.

Nella seconda prova P venne portato a 160 kg (fig. 1); la freccia F corrispondente fu di 43 mm e la freccia permanente Fp dopo tolto il carico fu di 1,3 mm. Con carico di 170 kg, si ebbe rispettivamente $F = 45$ mm e $Fp = 1,6$ mm; con $P = 300$

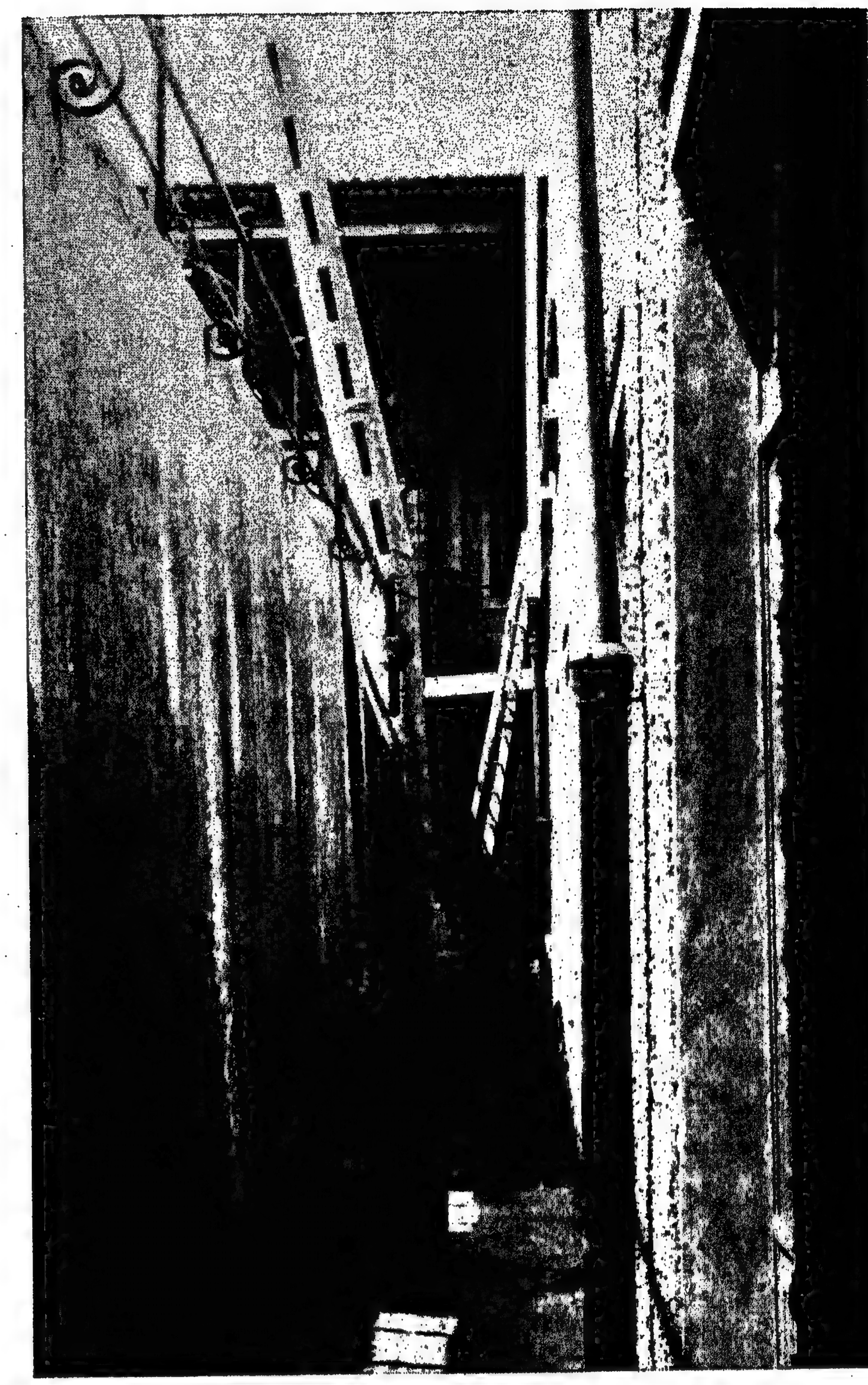


Fig. 3. - Il palo dopo la rottura.

kg, risultò $F = 80$ mm e $Fp = 3.8$ mm; infine con 450 kg (fig. 2), la freccia di flessione raggiunse i 145 mm e la freccia permanente dopo tolto il carico risultò di 16,1 mm: in questa ultima prova l'indicazione del clinometro era di 1,3 divisioni.

Continuando ad aumentare lo sforzo per arrivare alla rottura, questa si produsse a 520 kg in seguito a varie incrinature che determinarono lesioni e distacco di pezzi di calcestruzzo (fig. 3).

È da rilevare che il palo era stato calcolato per resistere a uno sforzo P di 150 kg con coefficiente di sicurezza 3.

Oltre alle prove di flessione fin qui accennate, il Laboratorio eseguì una prova di compressione su un provino ricavato da un secondo palo. Risultò un carico di rottura riferito all'area del calcestruzzo di 445 kg/cm² e riferito all'area ridotta in cemento di 376 kg/cm²; si ebbe rottura fragorosa e istantanea con formazione delle piramidi di rottura del calcestruzzo e forte flessione dei ferri di armatura.

Occorre notare che i pali sottoposti alle prove non erano ottenuti iniettando l'impasto mediante compressore meccanico, secondo il sistema previsto, ma erano stati gettati in opera con semplice costipazione del calcestruzzo dovuto al peso proprio; è quindi da presumere che col sistema a iniezione, acquistando il calcestruzzo una maggiore compattezza ed omogeneità, si potranno avere risultati anche migliori.

m. a.

RISCALDAMENTO ELETTRICO APPLICATO ALLE STUFE DI UN IMPIANTO FUNZIONANTE DI NORMALE TERMOSIFONE.

Il riscaldamento elettrico degli ambienti è sufficientemente diffuso nelle regioni meridionali d'Italia, quando si presentano giornate eccezionali fredde. Nell'Italia Settentrionale e Centrale sono invece diffusi i sistemi di riscaldamento termico a combustibile e il riscaldamento elettrico è usato solo come mezzo ausiliario nei periodi freddi prestagionali e postagionali dei mesi di Settembre ed Aprile. In tali regioni, nelle case mo-

derne od anche in quelle antiquate in cui si voglia un riscaldamento razionale è molto usato il termosifone ad acqua calda. Perciò costituendo il termosifone stesso la base per il riscaldamento degli ambienti, ne consegue che per la breve durata dell'eventuale riscaldamento elettrico sussidiario occorrente quando la caldaia non sia accesa, le Società distributrici non possono praticare prezzi molto bassi. Inoltre per questi consumi eccezionali le Società distributrici da una parte e gli Uffici tecnici di Finanza dall'altra hanno la preoccupazione che l'energia destinata a riscaldamento possa usarsi anche per luce, il che è perfettamente possibile se il circuito di riscaldamento corre libero per la casa ed è provvisto di prese di corrente pure libere.

Per contro il sistema di riscaldamento elettrico di cui qui ci occupiamo permette di raggiungere due risultati abbastanza importanti, sia per gli utenti che per le Società distributrici.

Per gli utenti permette che il riscaldamento elettrico sia generato direttamente dentro la stessa massa d'acqua di qualsiasi stufa dell'impianto già esistente di termosifone, in modo che in ogni camera dell'alloggio, ove lo si voglia, la stufa ad elementi possa essere con poca spesa attrezzata per fornire un riscaldamento elettrico altrettanto efficiente come si ottiene dalla stessa stufa quando marcia a termosifone. E ciò sarà ottenuto con la pura e semplice manovra di chiusura del rubinetto dell'acqua calda in arrivo alla stufa e con la contemporanea messa in funzione, mediante l'interruttore applicato sulla stufa, del circuito elettrico aggiuntivo.

Per la Società fornitrice si ha d'altra parte il vantaggio che il circuito di alimentazione può essere completamente piombato senza punti liberi di derivazione per altri apparecchi e ciò in conseguenza che gli apparecchi di riscaldamento non sono movibili da stanza a stanza ma nelle singole stanze sono già collocati nelle posizioni più adatte e sono murati in quanto lo sono le stesse stufe del termosifone. Quindi anche la Regia Finanza in base a queste considerazioni può rendere più leggere le prescrizioni che regolano gli impianti di riscaldamento elettrico nelle case e che non sono tuttora uniformi nelle varie provincie d'Italia.

Per le Società distributrici inoltre un tale sistema così comodo e di immediata applicabilità porterà il vantaggio di un maggior consumo annuo di energia elettrica per riscaldamento, e ciò come conseguenza della immediatezza della prestazione elettrica in ogni locale senza che l'utente sia costretto a cercarsi le stufe e portarle in uno od in un altro locale da riscaldare, dato che tutto è già pronto ed a posto in modo definitivo. E si sa che l'esistenza di una comodità è una grande spinta per approfittare della stessa.

Il sistema è basato sulla osservazione che ogni stufa di termosifone piena d'acqua è un ottimo veicolo del calore che si genera nell'interno della stessa massa d'acqua, sopratutto perchè oltre ad una facile circolazione ottenibile per differenza di densità fra le parti fredde e quelle calde dell'acqua stessa, è inutile provvedere vasi di espansione dovuta all'aumento di volume dell'acqua o per scaricare eventuali bolle di vapore perchè la condotta di ritorno di ogni stufa che comunica senza alcuna chiusura con la caldaia e col vaso d'espansione costituisce la più perfetta valvola di espansione e di sicurezza dell'impianto. In via di norma la massa di calorie che si può generare elettricamente entro la massa dell'acqua contenuta nella stufa ad elementi di termosifone può tenersi inferiore od al massimo eguale alla massa di calore che è capace di disperdere la superficie esterna del radiatore stesso; l'acqua quindi non bollirà ed il sistema disperderà attraverso il radiatore tutte le calorie che gli saranno fornite per via elettrica. Le solite regolazioni di circuiti permetteranno di ottenere i vari gradi di calore che si desiderano.

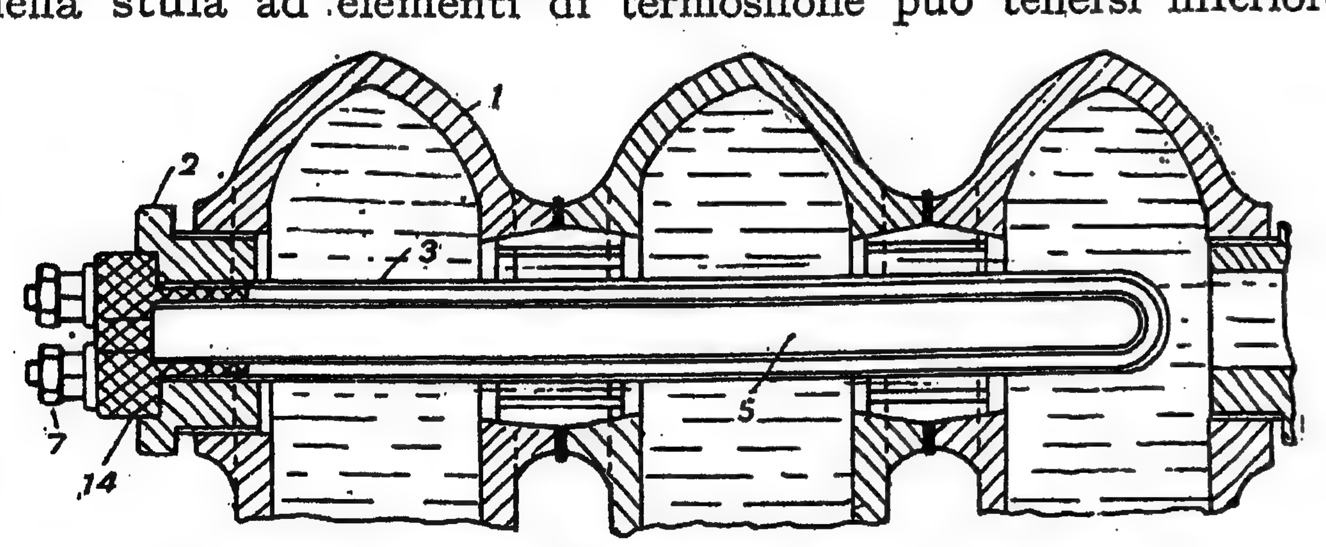


Fig. 1. - Sezione degli elementi del termosifone.
3 = Protezione a tubo con tappo a vite. — 5 = Candela di riscaldamento.

Ma anche se l'energia elettrica fornita fosse eccessiva tanto che si producessero delle bolle di vapore che non si condensassero al contatto delle pareti metalliche del radiatore e quindi si creasse una pressione nell'interno del radiatore, questa pressione troverebbe il suo sfogo naturale attraverso alla normale cassa di espansione dell'impianto, dopo di che l'acqua tornerebbe a riempire nuovamente il radiatore. Anche in questo caso eccezionalissimo non si avrebbe nè fastidio nè pericolo alcuno.

L'applicazione pratica del sistema è semplicissima; è noto che ogni stufa ad elementi di termosifone (v. figure 1 e 2) è provvista su ogni fianco in alto ed in basso di quattro tappi a vite. Due di questi, uno in alto e l'altro in basso, sono forati per

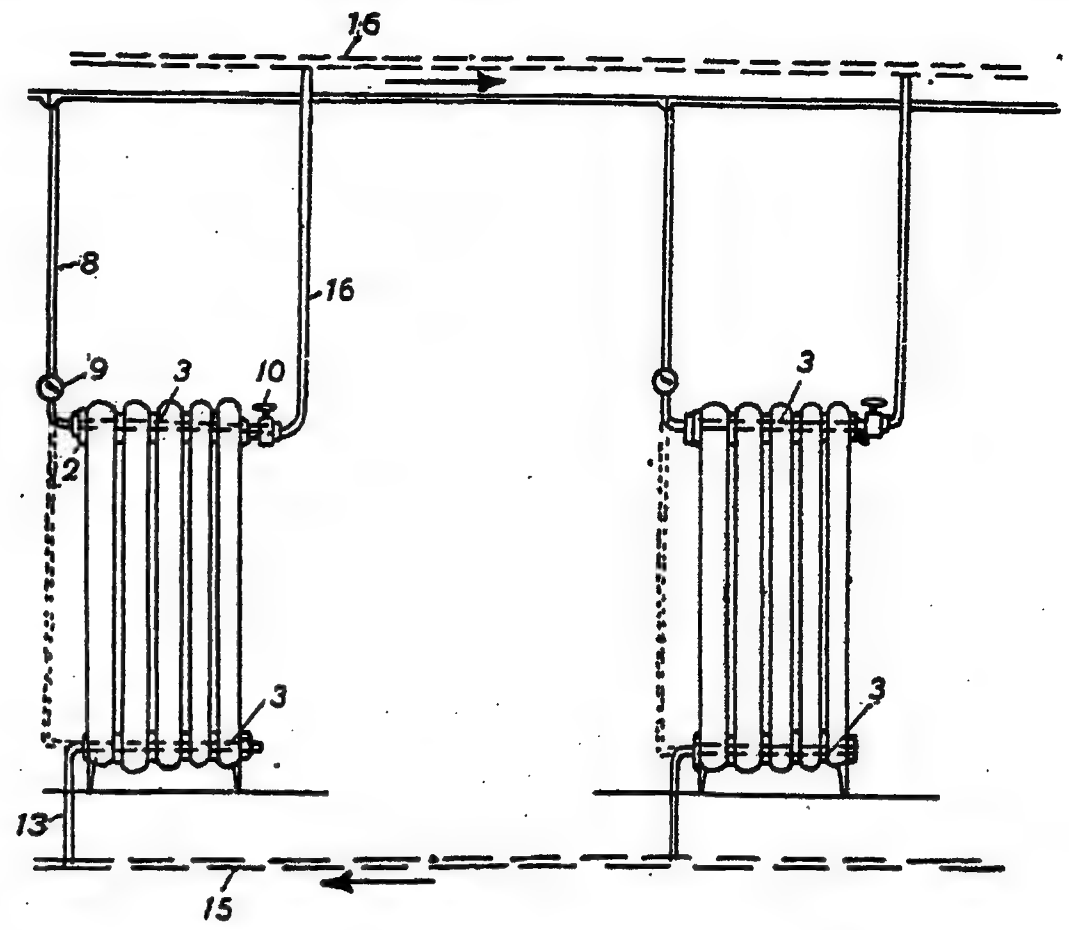


Fig. 2. - Collegamenti elettrici nel sistema di riscaldamento applicato agli impianti di termosifone.
8 = Conduttura elettrica sotto piombo. — 9 = Interruttore in cassetta piombabile.
13 = Tubo di ritorno funzionante anche da valvola di sicurezza.

ricevere attraverso i fori stessi l'arrivo della tubazione dell'acqua calda in alto e la partenza della tubazione di ritorno in basso, gli altri due, uno in alto e l'altro in basso, servono solo a chiudere i relativi orifizi degli elementi per rendere la stufa completamente stagna. La variante costruttiva da apportarsi all'elemento di stufa che si vuol trasformare in stufa elettrica consiste nella semplice sostituzione (fattibile in opera in qualsiasi momento) di uno o di tutti e due i tappi liberi con un altro tappo a vite nel cui centro forato sia infilato e reso solidale un tratto di tubo aperto da un'estremità, quella che guarda verso l'estremo della stufa e chiuso dall'altra estremità.

Questo tubo è un po' meno lungo di quanto sia largo tutto l'insieme della stufa a radiatori ed ha un diametro inferiore al foro libero dei raccordi che tengono riuniti assieme i singoli elementi e attraverso i quali fori l'acqua dei vari elementi è libera di circolare. Introducendo quindi il tubo predetto dal foro di testa e spingendolo attraverso i singoli fori dei raccordi fino a che sia possibile avvitare sulla sua sede il tappo che è solidale al tubo e forma un corpo solo collo stesso, si ottiene che la stufa resta ermeticamente chiusa e che l'acqua dei singoli radiatori può ancora circolare nello spazio anulare compreso fra il tubo ed i raccordi di unione degli elementi.

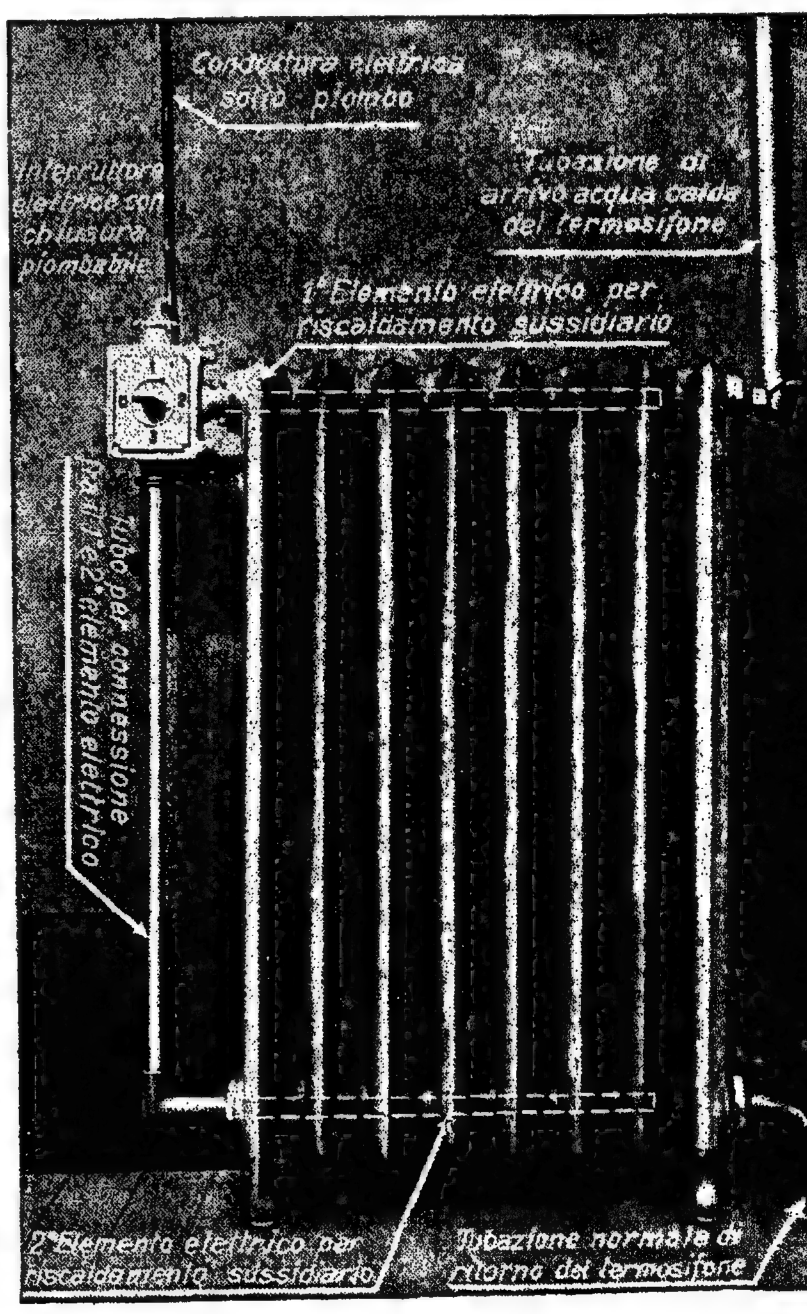


Fig. 3.

Quindi è chiaro che la stufa seguiterà a funzionare a termosifone ad onta dell'introduzione del tubo aggiuntivo.

È d'altra parte anche immediatamente chiaro che entro il tubo che ha un'estremità aperta verso l'ambiente si può introdurre una adatta candela elettrica i cui morsetti possono derivarsi dalla speciale conduttura sottopiombo che proviene dal contatore di riscaldamento e che coi soliti procedimenti può essere piombata e resa inaccessibile pure essendo libera la manovra dell'interruttore. La spesa della trasformazione è molto modesta perchè può essere fatta da qualsiasi installatore a cui si forniscono gli elementi tubulari adatti per le varie stufe. Il sistema è brevettato e costruito da una Ditta di Milano.

RASSEGNA TECNICA

a) CONDENSATORI SINCRONI RAFFREDDATI CON IDROGENO

Engeneering, 25 aprile 1930.

L'impiego di materiale opportunamente scelto nelle costruzioni elettromeccaniche ha diminuito di molto le perdite nel ferro. Rimangono quelle dovute all'attrito dei perni e alla ventilazione. Queste ultime non possono essere eliminate del tutto, ma è tuttavia possibile ridurle in misura notevole sostituendo all'aria atmosferica un gas meno denso quale ad esempio l'idrogeno. Quest'ultimo ha appunto un peso specifico che è circa il 7 % di quello corrispondente all'aria e pertanto le

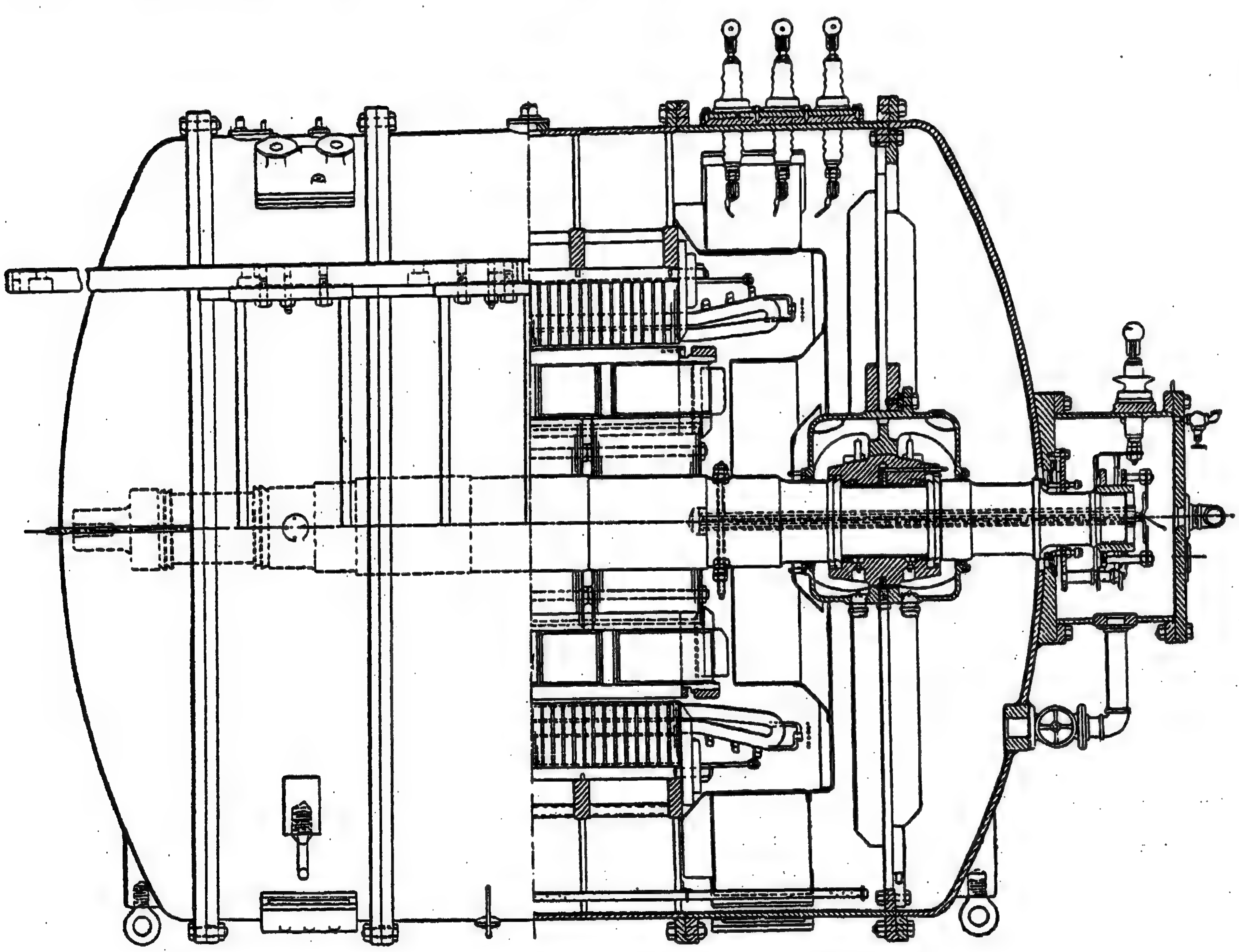


Fig. 1.

perdite di un rotore muoventesi in una atmosfera al 99 % di idrogeno saranno l'8 % di quelle che si avrebbero in una atmosfera di aria pura.

Bisogna poi notare che la riduzione delle perdite significa minor produzione di calore, sicchè necessiterà un impianto di ventilazione più modesto. Inoltre, avendo l'idrogeno un calore specifico e una conducibilità termica superiori a quelli dell'aria, il raffreddamento del rame potrà avvenire in modo più energico, e la cessione di calore nel refrigerante sarà più spedita. Sarà così possibile ridurre anche le dimensioni del refrigerante stesso. Secondo Wieseman si può raggiungere con tale accorgimento una economia del 30 % sulle perdite dovute al raffreddamento. Questo dato però dipende anche dalla pressione del gas, dal tipo di ventilazione adottato, dal grado di saturazione magnetica e dalla stabilità elettrica richiesta. Risulta inoltre che l'isolamento è maggiormente protetto in una atmosfera di idrogeno che in una di aria e che pertanto il macchinario può essere costruito a voltaggio più elevato.

Sembrerebbe in un primo tempo, che si dovessero temere dei facili inconvenienti dovuti ad eventuali esplosioni, ma praticamente tale pericolo è scongiurato coi seguenti accorgimenti. Anzitutto nell'interno del macchinario l'aria viene inizialmente scacciata a mezzo di anidride carbonica o azoto. Indi avviene il riempimento di idrogeno con una pressione lievemente superiore a quella atmosferica onde evitare eventuali infiltrazioni di ossigeno ed infine viene installato un apparecchio segnalatore che dà l'avviso quando la atmosfera di idrogeno dovesse contenere meno del 98 % di quest'ultimo.

Nella sottostazione di Pawtucket (New England) è installato all'aperto un condensatore sincrono raffreddato ad idrogeno della potenza di 12500 kVA a 900 giri.

La fig. 1 mostra pure un sincrono per istallazione all'aperto di 20.000 kVA, 800 giri, 11,500 V, 60 periodi. La cassa è formata di 3 parti cilindriche e di due coperchi terminali. La parte centrale porta gli avvolgimenti dello statore, le due parti minori laterali contengono i cuscinetti e quelle estreme contengono i refrigeranti, i cui tubi si possono pulire senza smontare la cassa. Il tutto è costruito in lamiera di acciaio, poichè il materiale di fusione risulterebbe poroso all'idrogeno ed è previsto in modo da poter resistere ad una eventuale soprapressione causata da uno scoppio interno di miscela tonante che per un accidente qualunque avesse potuto formarsi.

L'albero del condensatore passa attraverso un premistoppa formato da un anello di carbone trattenuto da molle e porta nella sua parte terminale gli anelli su cui appoggiano le spazzole. Queste si trovano così in uno scompartimento ispezionabile senza dover perdere del gas.

Le spire degli avvolgimenti sono isolate con mica e gli avvolgimenti stessi sono protetti superficialmente con vernice resistente all'olio. La ventilazione avviene in modo che l'idrogeno passa prima attraverso i condotti ricavati nello statore e da questi viene poi immesso nel rotore. Lo scompartimento stagno delle spazzole viene invece raffreddato con dei tubi derivati dalla cassa principale. Esiste poi un apparecchio apposito che dà l'allarme quando la temperatura superasse i 40°. Tutti gli organi ausiliari, le prese, e le uscite dei tubi sono situati in una camera sottostante al sincrono. Le perdite giornaliere di idrogeno si possono valutare in ragione di un quarto di metro cubo ad una pressione di poco superiore a quella atmosferica.

G. R. M.

ESERCIZIO SIMULTANEO DI CORRENTE TRIFASE E MONOFASE A DIFFERENTE FREQUENZA SU UNA LINEA COMUNE (b

Bulletin A. S. E., ottobre 1929 – DR. ING. E. JACOB.

In tutti gli Stati ove la trazione ferroviaria avviene con corrente monofase alternata di 16 2/3 di periodo, necessitano delle linee di trasporto separate dalle rimanenti a frequenza industriale, a meno di ricorrere all'impiego di gruppi convertitori rotanti da situarsi nei punti ove avviene la fornitura. Questa soluzione è però generalmente assai dispendiosa.

Immettendo invece sulla stessa rete una corrente trifase ad esempio di 50 periodi ed una monofase a 16 2/3 periodi ne risulta una oscillazione complessa rappresentata dall'oscillogramma della fig. 1. Praticamente questo risultato può essere ottenuto agendo secondo lo schema indicato nella fig. 2.

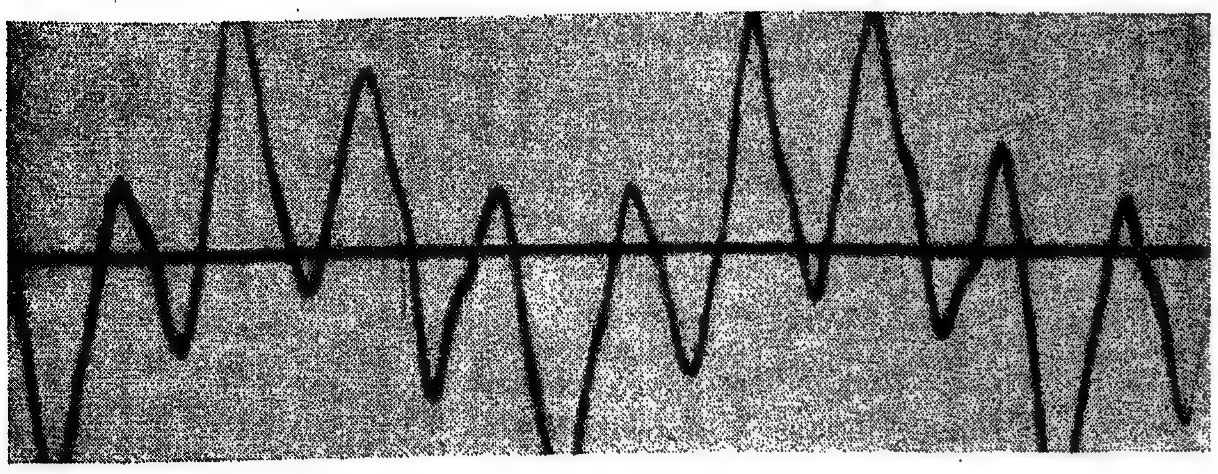


Fig. 1.

Dalle sbarre omnibus di sinistra ove sono attaccati i generatori si dipartono tre fili, che noi possiamo supporre come se fossero in realtà costituiti ciascuno di un doppio conduttore, e di cui uno destinato al 50 periodi e l'altro al 42.

Questi fili alimentano le sbarre *R S T* di destra dalle quali si derivano le macchine operatrici.

Alle sbarre di sinistra e di destra sono allacciati degli avvolgimenti su nucleo magnetico, che creano ciascuno un punto neutro per il sistema trifase. Su questi nuclei sono avvolti degli avvolgimenti secondari in serie per il sistema monofase a 16 2/3 periodi e in parallelo per quello trifase a 50. Inoltre il neutro dell'alta tensione dell'avvolgimento destinato al 16 2/3 periodi delle sbarre di sinistra è collegato con quello delle sbarre di destra a mezzo di un quarto conduttore isolato dal resto del sistema.

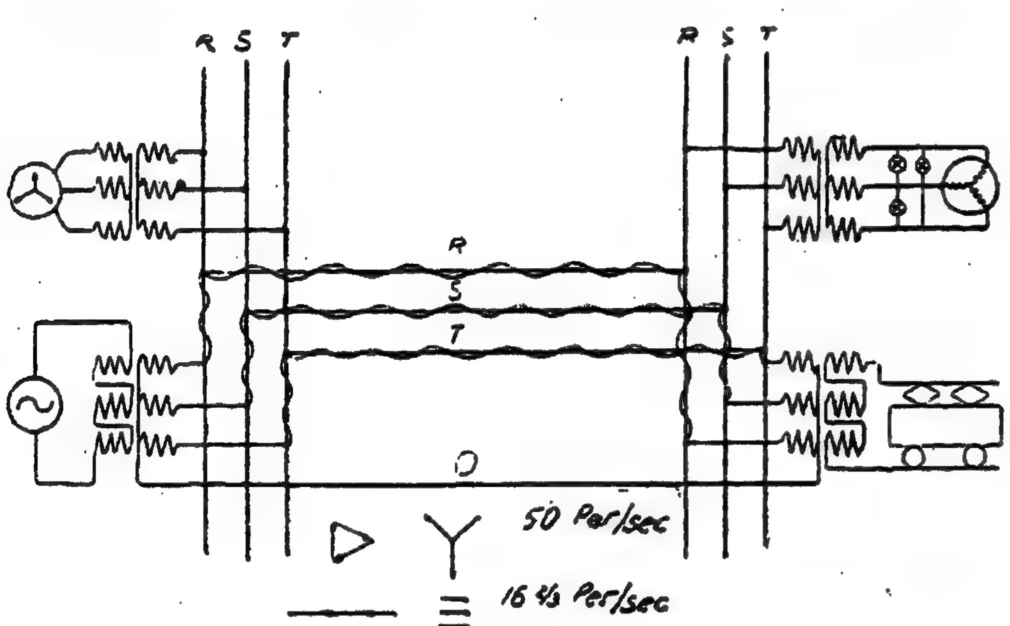


Fig. 2.

Per la tensione trifase, simmetrica ed equilibrata, durante l'esercizio normale, attraverso quest'ultimo conduttore non passa alcuna corrente. Inoltre sulla bassa tensione le tre componenti di tensione che si producono sugli avvolgimenti in serie destinati al 16 2/3 periodi sono sfasati di 120° e si sommano tra di loro annullandosi senza creare nessun f. e. m. In tale modo quindi il sistema trifase non disturba quello monofase. Lo stesso può dirsi per quest'ultimo rispetto al primo, poichè il trifase ha il neutro isolato e gli avvolgimenti a stella dell'alta tensione, per effetto della corrente monofase sono tutti della stessa tensione ed in concordanza di fase. Sicchè in essi la f. e. m. è nulla e nullo sarà pure l'effetto sulla bassa tensione.

Questo sistema speciale di trasmissione cosidetto a 4 conduttori ha quindi una caratteristica distribuzione di potenziale sui suoi conduttori. Supponiamo che il neutro del trifase sia isolato da terra. Allora i tre conduttori *R S T*, per quanto concerne la corrente trifase, avranno successivamente uguale tensione verso terra se il sistema è equilibrato e simmetrico. La tensione dovuta alla corrente monofase sarà invece distribuita inversamente alle capacità dei conduttori e precisamente in ragione di 3/4 sul conduttore *O* e 1/4 su quelli *R S T*. Se poi il sistema trifase ha il neutro delle sbarre di destra messe a terra, attraverso bobine di reattanza, allora si migliorano ancora le condizioni di esercizio.

Infatti queste bobine hanno una impedenza assai piccola per la frequenza di 16 2/3 periodi e spostano praticamente tutta la tensione sulla fase *O*, sgravando quindi i conduttori *R S T* della tensione monofase.

In caso di guasti, se va a terra uno dei conduttori *R S T*, sul conduttore *O* si sommano le tensioni di esercizio dei due sistemi e sui conduttori rimasti isolati del trifase la tensione aumenta in

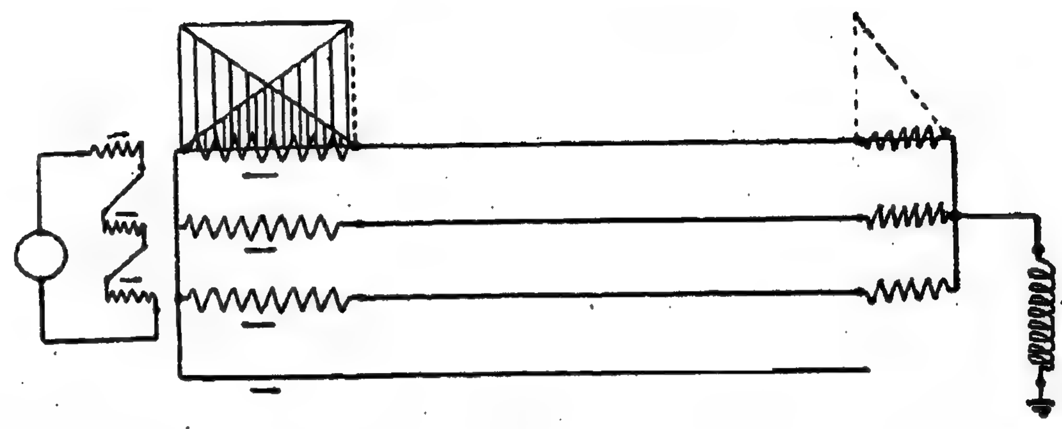


Fig. 4.

Tensioni parziali nei conduttori per il trasporto simultaneo di corrente mono e trifase a differente frequenza.

ragione di 1,73. Se invece va a terra il conduttore *O* si sommano le tensioni di esercizio dei due sistemi sui conduttori *R S T*.

Per ridurre questi notevoli incrementi di tensione che implicherebbero un aumento di isolamento, si può ricorrere allo schema della fig. 3 che rappresenta il collegamento fra due cabine di distribuzione del sistema misto mono e trifase. In questo schema la linea a 4 conduttori è protetta da un filo di terra. Inoltre gli interruttori dei trasformatori monofasi sono tali che se uno dei conduttori *R S T* va a terra, appena avviene il distacco del sistema trifase, l'alta tensione dei trasformatori monofasi è messa a terra e il servizio monofase può continuare indisturbato. Qualora andasse a terra il servizio monofase, allora non solo intervengono gli interruttori citati, ma avviene anche il distacco del conduttore *O* con che la tensione del trifase rimane indisturbata.

Il neutro dei trasformatori è messo a terra attraverso due bobine Petersen.

In complesso il sistema a 4 conduttori per il trasporto di energia mono e trifase a differente frequenza, ha il vantaggio di eliminare anzitutto la presenza di un quinto conduttore isolato ed inoltre di mettere a disposizione della energia monofase le notevoli sezioni di rame del sistema trifase.

Secondo un progetto tedesco trasformando secondo questo principio degli impianti esistenti ove la corrente trifase a 50 periodi veniva convertita in monofase a frequenza 16 2/3 nei posti di alimentazione della rete ferroviaria, si è preventivata una economia d'impianto del 25 %.

G. R. M.

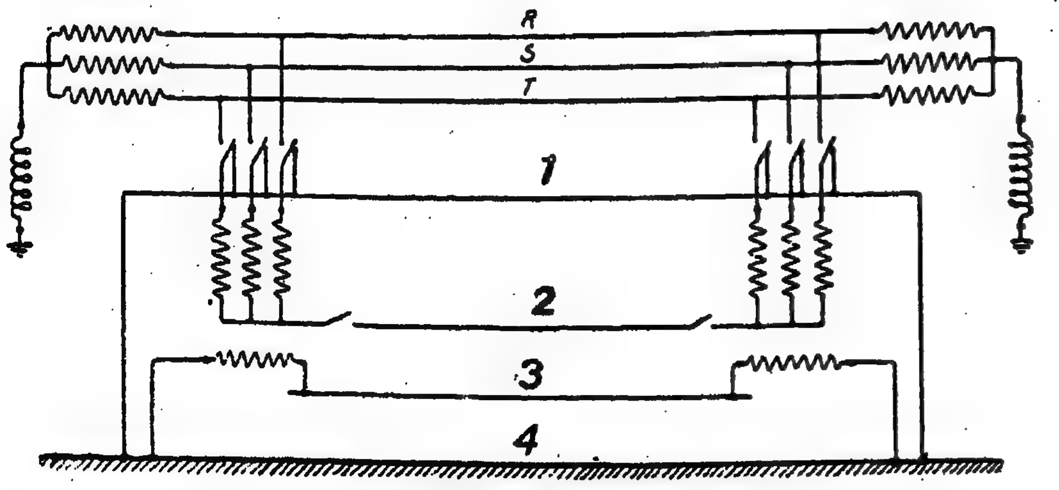


Fig. 3.

1. Filo di terra.
2. Quarto conduttore *O*.
3. Linea ferroviaria di contatto.
4. Rotaie.

LO STATO ATTUALE DELLE APPLICAZIONI ELETTRICHE NELL'AGRICOLTURA DELLA SVIZZERA E GLI INCITAMENTI PER L'AVVENIRE.

Bulletin S. E. V. N. 1, 1930 – F. RINGWALD.

L'A. richiama per il passato le relazioni pubblicate nel 1925 e nel 1927 e riferendosi allo stato attuale si limita a considerare quelle applicazioni elettroagricole che hanno dato o potranno dare un conveniente aumento alla produzione del terreno, osservando che l'elettricità porta il suo contributo alle diverse applicazioni col motore elettrico, colla luce e col riscaldamento.

Riguardo alla lavorazione del latte ricorda l'importazione delle prime macchine, avvenuta tra il 1910 e il 1914: venne poi la guerra che arrestò ogni propaganda, che si riprese poi nel 1924.

Dal 1924 al 1928 nel Cantone di Lucerna il numero di impianti elettrici per la lavorazione del latte da 2 salì a 37. Per ottenere

questi risultati si tennero delle conferenze e si organizzarono visite agli impianti, mostrando i vantaggi di queste macchine.

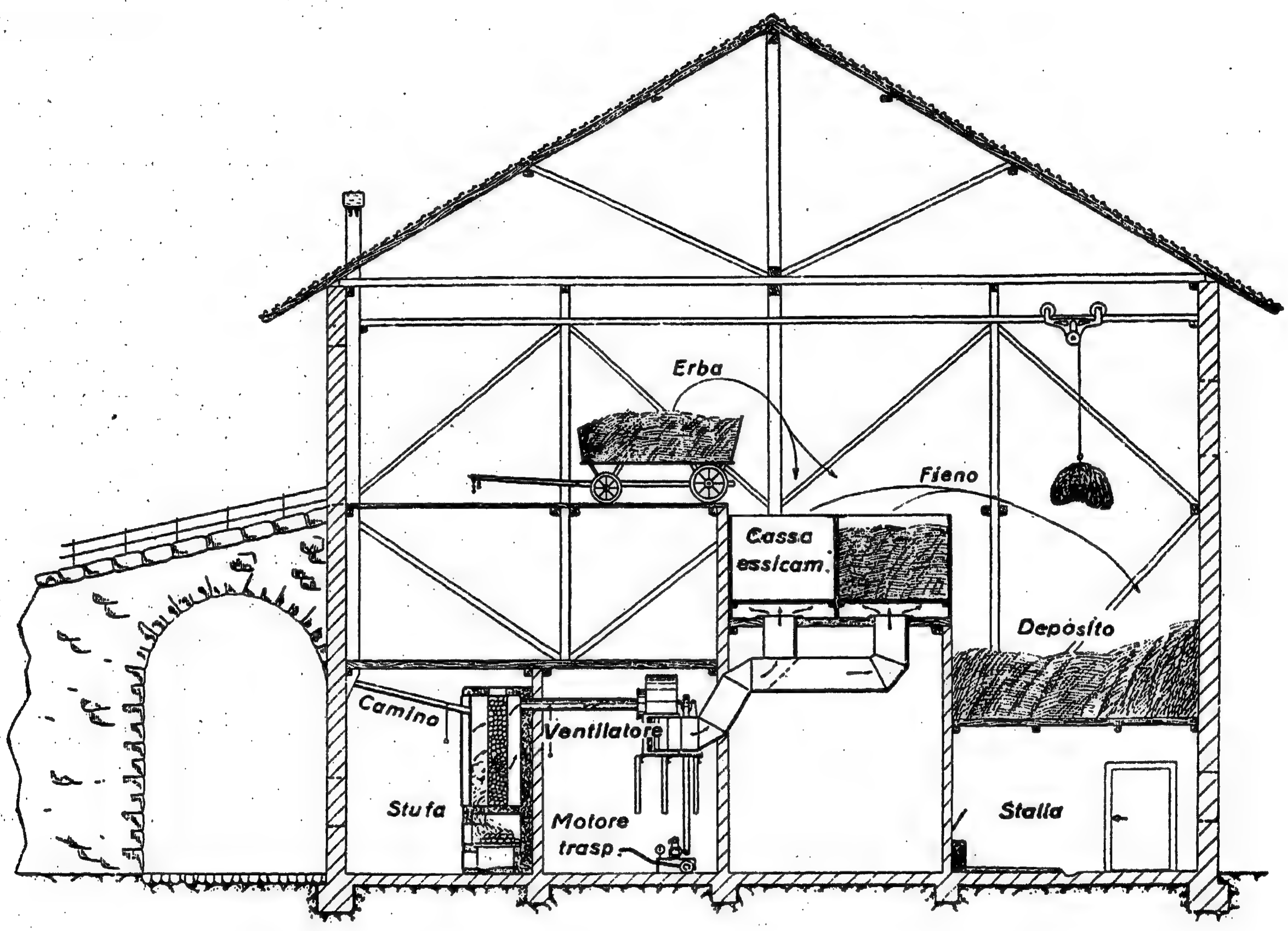
Questi vantaggi consistono in un risparmio di tempo e di fatica e nella indipendenza da personale pratico per la mungitura a mano, nell'avere del latte più puro, nel poter riconoscere quando le mucche sono ammalate.

La differenza tra la mungitura a mano e quella con macchina è notevole nel numero di bacteri che possono cadere nel latte: colla mungitura a mano possono cadere nel recipiente scoperto che raccoglie il latte circa 800 bacteri al minuto dei bacteri che sono diffusi nell'aria e molti altri coll'operazione manuale staccandoli dal capezzolo. L'elettricità evita invece tutto questo e fornisce in più economicamente, per la migliore igiene, dell'acqua calda con gli scalda-acqua ad accumulazione.

La mungitura elettrica permette poi di riconoscere se una mucca è ammalata, mentre colla mungitura a mano non si è mai riusciti invece a riconoscere quando la mucca aveva della mastite cronica. Siccome spesso (20÷25)% delle mucche sono ammalate di mastite, è bene sapere quali sono quelle ammalate per escluderle dal dare latte.

principalmente: 1) di avere un prodotto con un valore nutritivo maggiore del 16 al 20 %; 2) di evitare ogni soprafermentazione o combustione nel deposito del fieno; 3) di permettere, col prolungamento del periodo del raccolto di appianare le punte di richiesta di energia. Il procedimento consiste essenzialmente nel far attraversare il fieno, in qualunque condizione si trovi, anche se bagnato, da una corrente di aria secca. Per il riscaldamento dell'aria si ricorre specialmente al coke (il riscaldamento elettrico richiederebbe l'energia a prezzi bassissimi). Nella fig. 1 che riportiamo si ha lo schema dell'impianto: durante l'essiccamento il camino è in funzione, dopo viene chiuso. Sarà opportuno che il taglio di primavera avvenga quando il fieno ha il massimo contenuto nutritivo e sia scelto un giorno non piovoso per lasciare l'erba nel prato ad essiccare un po'. Il fieno conserva un colore verde e un odore gradevole, con un (10÷12)% in meno di acqua. La temperatura del deposito di fieno si manterrà sui 35°; questo limite di temperatura è da tenere presente per evitare sovrafermentazioni.

I costi di esercizio per un impianto in uno stabilimento dello Stato, a Emmenbrücke, sono risultati:



I costi delle macchine per un impianto di mungitura elettrica sono approssimativamente i seguenti:

N. mucche	Costo macchine in Lire italiane			
	Alfa-Laval		Pine-Tree	
	totale	per capo	totale	per capo
fino a 10 ...	6250.—	625.—	4600.—	460.—
» » 20 ...	8500.—	425.—	5900.—	295.—
» » 30 ...	11100.—	370.—	7740.—	258.—
» » 50 ...	15500.—	310.—	10300.—	206.—

La potenza richiesta da un impianto è di 1 kW per un numero di mucche variabile da 10 a 30, di 1,5 kW per 30 a 50 mucche, di 2,2 kW per un numero maggiore. Il consumo di energia varia leggermente col numero de' capi: fino a 30 mucche kWh 0,25 per capo e per giorno per il motore e kWh 0,1 per lo scalda-acqua, fino a 50 capi kWh 0,2 per capo e per giorno per il motore e kWh 0,05 per lo scalda-acqua.

I consumi di olio lubrificante e di tubi di gomma, la manutenzione e le riparazioni ammontano in media a L. (18÷30) per capo e per anno fino a 20 capi, a L. (15÷22) per capo e per anno fino a 50 capi. Un tale impianto può ammortizzarsi in 12÷15 anni. In base a questi dati è facile fare un conto delle spese di esercizio.

Un'altra applicazione importante che ha il motore elettrico nella campagna è nell'essiccamento artificiale dell'erba. I vantaggi che giustificano l'essiccamento artificiale del fieno sono

per 100 kg di fieno, 9 kg di coke a L. 0,25 ...	L.	1,25
per energia elettrica 1,5 kWh a L. 0,37	»	0,55
Totale per 100 kg	L.	1,80

e in un'altra prova, con fieno umido e pesante:

per 100 kg di fieno, 20 kg di coke	L.	5,15
per energia elettrica, 4 kWh	»	1,50
Totale per 100 kg	L.	6,65

Tenendo conto delle altre spese, degli interessi, ammortamento, ecc. si arriva ad un costo totale d'esercizio variabile da L. 6,50 a L. 10,50. Competenti agrari hanno però osservato che il maggior valore del fieno essiccato artificialmente ammonta almeno a L. 11 fino a L. 15 per quintale.

L'importazione annuale nella Svizzera di foraggio ammonta a circa 370 milioni di lire e la produzione totale di fieno è di circa 60 milioni di quintali; se soltanto un terzo di questa produzione, cioè 20 milioni di quintali, venissero essiccati artificialmente e conservati, utilizzando circa 100 milioni di kWh di energia notturna e in buona parte estiva, l'agricoltura svizzera, dice l'A., ridurrebbe sensibilmente l'importazione di foraggio.

Si passa quindi a considerare l'elettricità nell'allevamento delle galline.

In questa importante applicazione l'elettricità assume una funzione speciale, dà alle galline luce quando manca quella naturale e dà anche radiazioni salutari. Sopratutto coll'illuminazione con lampade a vapori di mercurio si producono radiazioni ultraviolette che uccidono gli insetti di ogni genere e

fanno guarire quei capi affetti da rachitismo; ma possono servire anche le altre lampade, disponendo un minimo di 60 W per ogni 10 m² di superficie. D'inverno nella Svizzera si illuminano i pollai al mattino dalle 4 alle 9 e alla sera dalle 4 ½ alle 6, aumentando notevolmente l'attività produttiva delle galline: un controllo esatto eseguito in un pollaio non illuminato nell'inverno 1927/28, aveva dato come produzione media per gallina e per giorno 0,09 uova; nello stesso pollaio illuminato artificialmente si riscontrò nell'inverno successivo una produzione media di 0,267 per gallina e per giorno, cioè un aumento del 300 %.

Ma oltre ai vantaggi precedenti l'elettricità ne ha uno importantissimo nel riscaldamento degli incubatori: si possono far fecondare le uova nel cuore dell'inverno ed avere per l'autunno successivo galline giovani per fare uova.

L'A. passa infine a considerare altre applicazioni dell'elettricità, nelle quali essa interviene ancora per correggere le condizioni climatiche; sono queste applicazioni il riscaldamento elettrico di aiuole e l'illuminazione delle piante. Dopo aver messo in evidenza i vantaggi che il riscaldamento elettrico presenta rispetto agli altri sistemi, sopratutto perchè permette la regolazione voluta delle temperature e non richiede il ricambio della terra ogni anno, dice che in considerazione di questi vantaggi una tariffa di cent. (11÷18) d'estate e di cent. (18÷30) d'inverno risulta abbastanza conveniente. Ritiene l'A. che occorra una potenza di (200÷300) W per m² 1,50, con una distanza tra i cavi riscaldati di 10÷15 m; il consumo per giorno e per m² 1,50, con una temperatura media esterna di 10° di giorno e di 6° di notte, varia in media da 1,2 a 1,4 kWh e la temperatura del terreno si mantiene sui 20° mentre quella dell'aria sovrastante si mantiene in media sui 15°. La spesa in un impianto per 100 pezzi di terreno da m² 1,50 (m² 150) è ammontata a ca. L. 7,400. Sono naturalmente da coltivare in queste aiuole le verdure primaticcie e le piante da ornamento, con fiori o no.

Al riscaldamento l'A. consiglia di aggiungere anche l'illuminazione, ma raccomanda di non ricorrere a sistemi che dànno molte radiazioni ultra-violette, perchè queste nuocciono alle piante. Alle piante bisogna dare luce come quella del sole, perchè sono sopratutto i raggi ultra-rossi che aiutano l'assimilazione. Le lunghezze d'onda delle radiazioni più favorevoli per le piante sono di 0,6 a 0,7 μ e miscele di queste radiazioni possono essere date da lampade a forte intensità, da 200 a 300 W.

Accenna alla conservazione d'inverno di patate alla temperatura di 0°, che nella primavera bisogna riscaldarle ed allora perdono il sapore dolciastro preso durante la conservazione e tornano come patate fresche. Queste applicazioni, egli conclude, sono buone fonti di guadagno per l'agricoltura.

Poichè tutte le nuove applicazioni agricole possono richiedere nella Svizzera da 500 a 600 milioni di kWh all'anno, l'A. raccomanda di avere pazienza e perseveranza per indurre l'agricoltore a servirsi dell'elettricità; soltanto così le linee vengono utilizzate meglio e il costo dell'energia può diminuire. L'agricoltore consuma oggi per energia elettrica ca. 0,2% delle sue spese totali d'esercizio e ne può consumare molto di più: bisogna dimostrargli che può farlo, che gli conviene e che le Società possono aiutarlo.

f. j.

---

d)

LO SCOPO DELLA PROPAGANDA NELL'ATTIVITA' PUBBLICITARIA DELLA "BEWAG,,

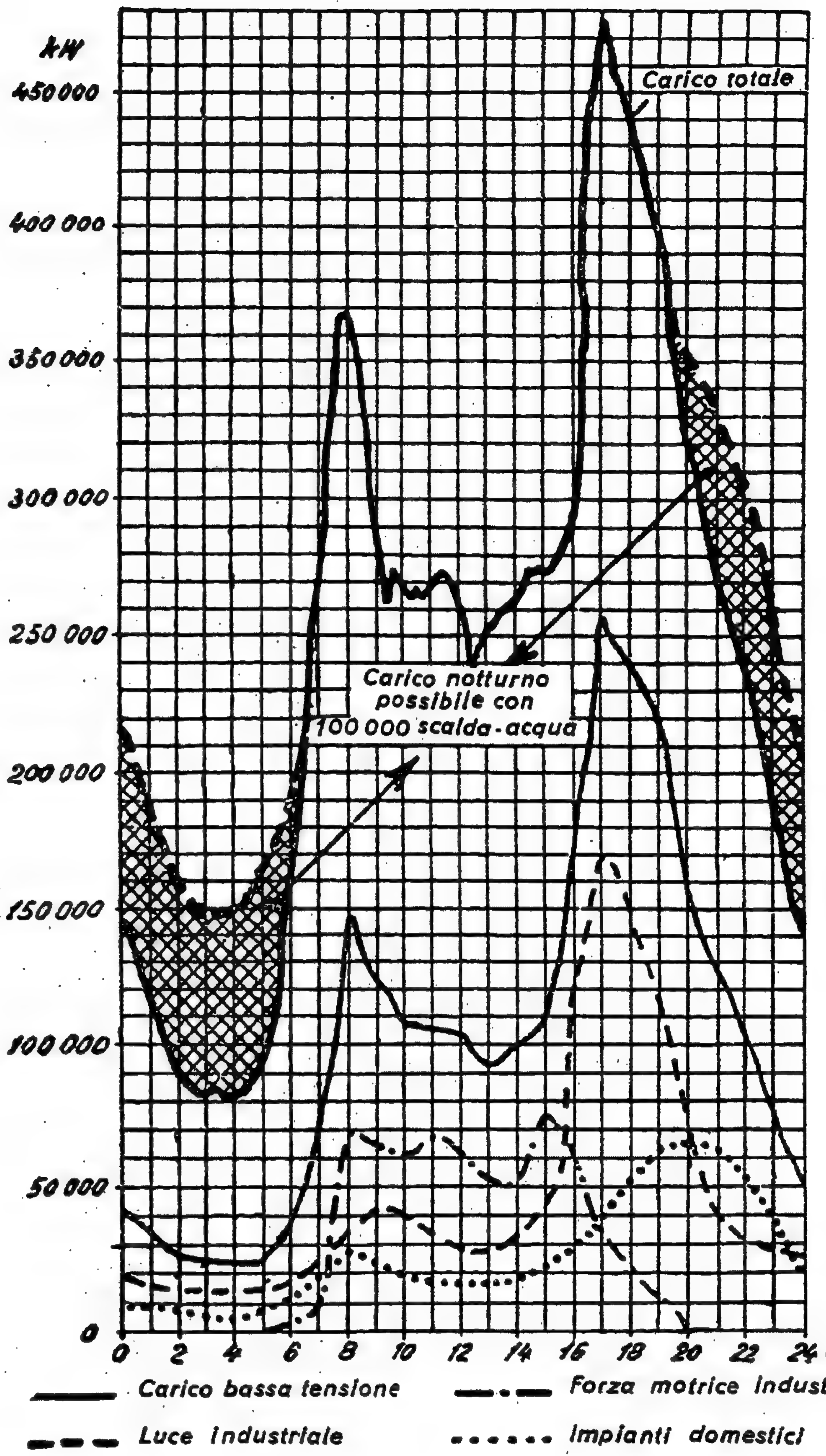
Elektrizitäts-Verwertung – Maggio 1930.

Si riassume qui un opuscolo pubblicato dalla « Bewag », in cui sono spiegati i diversi metodi di propaganda seguiti per la diffusione delle applicazioni elettriche.

In una prima parte sono considerate le spese *totali* relative alla produzione di energia e di queste la parte *fissa*, indipendente dalla quantità di energia prodotta e in relazione colla potenza e la parte *variabile* che è in relazione all'energia prodotta in un dato tempo.

La considerazione delle due componenti è importante nella « economia elettrica »: la parte *fissa* comprende sopratutto gl'interessi e gli ammortamenti su' capitali impiegati per gli impianti di produzione e di distribuzione, dipende perciò esclusivamente dalla potenza degli impianti suddetti e stabilisce quel corrispettivo che gli utenti devono alla Società perchè questa tenga sempre a loro disposizione una data potenza; la parte *variabile* comprende le spese d'esercizio e manutenzione degli impianti di produzione e di distribuzione e dipende dalla quantità di energia prodotta e consumata.

Le spese *fisse* si hanno anche se gl'impianti non funzionano. Se si ripartisce la spesa fissa sulla quantità di energia prodotta (kWh), il quoziente è tanto più piccolo quanto più grande è il



numero dei kWh, cioè quanto più grande è stata l'utilizzazione dell'impianto. La « Bewag » fa osservare che nel suo caso, essendo poco favorevoli le condizioni di esercizio, la parte fissa entra nelle spese totali con una percentuale del 60 al 70 %. Questo dipende dal fatto che l'energia elettrica non si accumula e bisogna produrla a misura che è richiesta; gli impianti devono perciò avere una potenza sufficiente per rispondere sempre ad ogni richiesta e una potenza di riserva che garantisca la continuità della fornitura.

La massima richiesta si ha in generale per qualche giorno dell'anno poco prima di Natale: la « Bewag » ha registrato la sua punta massima del 1929 il giorno 20 dicembre, verso le ore 16,30', come risulta dal diagramma riportato (fig. 1). L'esame del diagramma del carico totale e di quelli che lo compongono può servire a determinare come i diversi gruppi di utenti concorrono alla formazione della *punta*: appare dalla fig. 1 che il gruppo degli utenti a bassa tensione e quello degli utenti luce per uso industriale e commerciale, sono quelli che concorrono maggiormente, ed in notevole preponderanza, a formare il carico di punta, mentre gli utenti di forza motrice riducono a quell'ora il loro carico e le applicazioni domestiche cominciano a prelevare energia per raggiungere un massimo verso le ore 20.

Una distribuzione così poco uniforme de' consumi durante il corso della giornata porta necessariamente ad una utilizzazione incompleta degli impianti, ed a spese d'impianto molto elevate per ogni kW messo a disposizione dell'utente. È necessario quindi che le Società cerchino di evitare tutto ciò che porta ad un aumento della punta e di favorire quelle applicazioni che possono invece migliorare il regime del carico.

Ad attenuare la punta per la Bewag, qualcuno aveva pensato di agire sugli utenti con un aumento della tariffa in determinate ore, ma si è visto che la elevata richiesta di carico era dovuta ad un bisogno degli utenti che non poteva avere restrizioni, e si è dovuto allora ricercare altra via per migliorare le condizioni d'esercizio. Felicemente si pensò di dare diffusione a quelle applicazioni elettriche che assorbono notevoli quantità d'energia fuori delle ore di punta, quindi senza elevare la punta del carico e senza richiedere nuovi capitali per l'aumento della potenza.

Con questa misura si migliora il funzionamento degli impianti e si aumenta il loro rendimento commerciale, perchè le spese *fisse*, che non sono variate, si distribuiscono su una maggiore quantità di kWh.

Per ottenere questo risultato bisogna ricorrere, come detto, a quelle applicazioni che sono in grado di coprire gli avvallamenti dei diagrammi di carico senza far crescere le punte, e la propaganda sarà perciò organizzata e diretta allo scopo di dare diffusione non a tutte le applicazioni elettriche (il famoso « tutto con l'elettricità » sarà da mettere per ora da parte), ma soltanto a quelle che potranno migliorare l'andamento dei diagrammi di carico. Tra queste applicazioni è in prima linea lo scalda-acqua ad accumulazione di calore, vengono poi alcuni trattamenti termici dei metalli che si possono eseguire di notte, i forni da pane, il riscaldamento di aiuole e di serre, ecc. Ma è sopratutto lo scalda-acqua ad accumulazione che si adatta al consumo di energia fuori punta, offrendo nel contempo agli utenti un ottimo servizio. Si calcola che, se a Berlino su un milione di case che non hanno ancora il servizio di acquacalda, 100.000 soltanto si decidessero ad installare entro un certo tempo, ciascuna per conto proprio, uno scalda-acqua, si avrebbe una potenza di ca. 60.000 kW ritirata esclusivamente di notte, costituente già un notevole contributo al miglioramento del diagramma di carico.

Si è detto che la propaganda dev'essere fatta sistematicamente, deve educare bene il pubblico e dev'essere diretta a quelle applicazioni che non aumentano la punta del diagramma di carico. Tra queste applicazioni vi è anche la cucina (vedi fig. 1) che in generale non consuma energia nelle ore di punta. Alla propaganda per la sua diffusione dedicheranno la loro attività le Società distributrici, senza dare però a questa applicazione uno sviluppo eccessivo, potendo in parte il suo carico influire sulla punta; a questo può provvedere la Società non accordando tariffe speciali per la cucina.

Si accenna alla possibilità di piccole industrie che potrebbero prodursi con un impianto proprio l'energia di cui abbisognano, si considera questa eventualità molto pregiudizievole per le Società e si raccomanda di curare continuamente questi utenti particolari.

Si conclude infine facendo notare alle Società che in un periodo di scarsità di capitali bisogna occuparsi di far fruttare il più possibile quelli già impiegati negli impianti, aumentando al massimo la vendita di energia fuori punta.

f. j.

Pubblicazioni

DI TUTTE LE PUBBLICAZIONI INVIATE ALLA RIVISTA IN DOPPIO ESEMPLARE VERRÀ FATTO UN CENNO BIBLIOGRAFICO.

GIULIO DE MARCHI: *Idraulica - basi scientifiche ed applicazioni tecniche.* – Volume I° (Ulrico Hoepli, Milano 1930, L. 80).

Preceduto da uno smagliante giudizio di sintesi dell'eminente Sen. Prof. Fantoli, è uscito nella consueta bella veste tipografica delle Edizioni Hoepli, il I° volume del trattato di Idraulica del Prof. Giulio De Marchi.

Il vasto lavoro, « di chiaro moderno disegno didattico, reca all'intelligenza del lettore quel godimento che deriva dal riconoscere nella redazione del testo, ed in felice contemperanza, la cognizione ben solida e vasta, la nitida sobrietà espositiva, il retto criterio fisico, il giusto senso di equilibrio nello sviluppo degli argomenti singoli ».

Questo primo volume — susseguentemente al quale, un secondo avrà contenuto principalmente idrologico ed applicativo — contiene l'esposizione delle basi scientifiche e lo svolgimento della maggior parte dei concetti e fondamenti generali dell'idraulica.

L'inquadramento didattico e scientifico di questa disciplina, in multiforme e rapido sviluppo, presenta speciali difficoltà, dovendo intessere alla sua orditura ormai classica e definita un materiale vastissimo e non ancora omogeneo di studi moderni, con numerosi concetti recenti e ripercussioni anche nelle parti fondamentali. Deve inoltre sostentarsi in un giusto equilibrio fra le varie tendenze o direttive, che negli studi attinenti al moto dei liquidi si delinearono non solo al pari delle comuni differenziazioni di scuole o di indirizzo, ma con marcata ed assoluta diversità; sia nella pura estetica di teorie matematiche, ovvero secondo altre concezioni di idrodinamica astratta (ancorchè meno schematiche di quanto consegua all'ipotetica entità di liquidi perfetti), sia verso una migliore penetrazione fisica dei fenomeni, favorita dalle perfezionate indagini sperimentali: talora paragonabili per indole e precisione ad alcune tra le più delicate esperienze di fisica, tal altra riflettenti applicazioni pratiche e reali, e nel loro insieme, argomenti ed elementi d'osservazione tra i più complessi e svariati.

Queste ed altre singolari difficoltà vennero dall'Autore egregiamente superate, con un'esposizione sobria ed organica, vasta di dottrina, ma non mai trasportata alla deriva dal prevalere di svolgimenti troppo particolari per indirizzo o contenuto, quali potrebbero nuocere all'architettura generale e a quell'equilibrio dell'opera, che si manifesta anche nei singoli capitoli di essa.

Ciascuno di questi chiude poi con una bibliografia, destinata principalmente all'indicazione delle più attendibili e recenti basi sperimentali degli argomenti trattati.

Tra i fondamenti teorici, esposti con rapidità e chiarezza favorite dal riferimento vettoriale, appaiono utilmente centralizzate — come relazioni globali — le espressioni dei fecondi principî delle quantità di moto e dei loro momenti; di cui ricorrono poi applicazioni varie ed espressive, nei problemi più tipici di moto vario in sistemi a pressione (pozzi piezometrici), nei fenomeni di efflusso, nella teorica dei motori idraulici.

Tra i fondamenti teorici sono pure da segnalarsi, con speciale fisionomia, l'organica applicazione dell'omogeneità dimensionale nel dedurre le espressioni generali delle resistenze idrodinamiche e quindi le basi metodologiche di opportune sintesi sperimentali.

A ciò si riallacciano logicamente i capitoli successivi, per le correnti a pressione e per le correnti a superficie libera; ove, dopo la concretazione delle leggi di resistenza con gli ordinati riferimenti sperimentali, in un'opportuna scorta di problemi applicativi e discriminazione di argomenti particolari (non esclusa l'impostazione economica, nella quale il costo di una tubazione viene assunto con l'utile generalizzazione) i pregi esposti si riconfermano nel chiaro ed omogeneo sviluppo, sempre fisicamente espressivo ed equilibrato.

La parte riguardante le sovrapressioni (colpi d'ariete) rinnova particolarmente queste pregevoli caratteristiche; e così pure — per le correnti a superficie libera — le considerazioni moderne che si collegano con la propagazione di piccole intumescenze, con l'energia totale (correnti *rapide* o *lente*, punti *critici* ecc.) e — passando agli ultimi capitoli del volume — con le azioni idrodinamiche e i sistemi filtranti.

Il vasto e riuscitissimo lavoro, arricchito con molte impronte originali, è perciò vivamente da raccomandarsi, anche per quell'indirizzo fisicamente sano ed espressivo, che esso offre attraverso la molteplicità ed il valore dei suoi argomenti, per la loro concatenazione logica, e per la tessitura organica dell'importante e bella disciplina trattata.

F. MARZOLO

***

Relais und Schutzschaltungen in Elektrischen Kraftwerken und Netzen. - Edito da R. REUDENBERG. – (Julius Springer, Berlin 1929).

Nel corso dell'inverno 1927/28 l'*Elektrotechnischer Verein* di Berlino d'accordo col Politecnico di Berlino organizzò un ciclo di conferenze sui relais selettivi e il loro impiego negli impianti elettrici. *Ruedenberg*, che ne fu uno dei collaboratori, raccoglie le diverse relazioni in un interessante volume, che forma una eccellente e chiara monografia su questo tema di massima attualità. I singoli capitoli sono opera dei migliori specialisti germanici sull'argomento, scelti sia fra i tecnici di esercizio che fra i costruttori. *Rachel* parla dell'importanza che hanno i relais quali elementi di sicurezza nell'esercizio, riportando delle interessantissime tabelle statistiche di guasti riscontrati negli impianti. *R. Ruedenberg* enumera la qualità dei guasti ai quali sono soggette le varie parti di un impianto ed espone le basi che possono servire alla esecuzione dei relativi relais di protezione. Dei loro requisiti nella parte meccanica ed elettrica, del loro modo di funzionare e dei loro dettagli costruttivi tratta *M. Schleicher* in un ulteriore capitolo, mentre *E. M. K. Sommer* ne passa in rassegna i tipi principali, discu-

tendone l'impiego, i requisiti di prova, messa a punto e manutenzione. *O. Mayr* entra in maggiori dettagli sui diversi sistemi di relais di protezione per macchine rotanti, trasformatori, sbarre e condutture singole precisando quali siano le richieste a cui devono soddisfare i riduttori di corrente per alimentare questi relais. *E. Ruehle* svolge nel capitolo successivo i concetti direttivi per la protezione di sistemi di reti comunque conformati ed enumera i differenti tipi di relais sviluppati a questo scopo. Il volume termina con un confronto fra i criteri tedeschi in fatto di relais e sistemi di protezione e quelli americani. I diversi argomenti sono trattati nei singoli capitoli con metodo e chiarezza e permettono sia al progettista che all'ingegnere d'esercizio di rendersi facilmente conto dell'importanza che ha assunto in questi ultimi anni il problema della protezione selettiva degli impianti, di orientarsi sulle esigenze che ne derivano e sul funzionamento delle principali categorie di relais disponibili.

***

STARKSTROMTECHNIK: *Manuale per elettrotecnici.* Edito da E. v. Rziha e J. Seidener. Settima edizione rinnovata e ampliata. Vol. I. Editore Wilhelm Ernst & Sohn, Berlin, 1930.

Del noto manuale, il cui primo volume esce nella sua settima edizione, è stato rinnovato quasi completamente il contenuto. Anche i collaboratori sono in gran parte nuovi.

I singoli capitoli sono aumentati tanto di numero che di mole. Eliminata le tabelle di pesi, misure, funzioni, ecc., premessa come introduzione alla sesta edizione, il primo volume della nuova si inizia con un capitolo (Autori Noether e v. Stritzl) che riassume molte nozioni matematiche utili agli elettrotecnici. Segue una trattazione delle nozioni fondamentali fisiche dell'elettrotecnica (A. A. Diesselhorst, Schwaiger, Seeliger, Paweck). Il capitolo seguente (AA. Keinath, Steinhaus, Linckh, Moellinger) si occupa delle diverse misure. Completamente rinnovato è stato il capitolo successivo che tratta delle macchine elettriche, affidato a diversi collaboratori (AA. Kloss, Trettin, Liwschitz, Muellner, Seiz e Reinisch). Anche la disposizione delle singole materie di questo capitolo è differente rispetto a quella delle edizioni precedenti. Particolare valore ha la parte relativa alle macchine a collettore (A. Seiz), che riassume in maniera concisa, teoria, calcolo e dati interessanti su questa speciale e complessa categoria di macchine e costituisce di per se stessa un pregio non indifferente della nuova edizione. Nuovo è il capitolo dedicato ai raddrizzatori (AA. Odermatt e Irion). Seguono quelli sugli accumulatori (A. Beckmann), sui reostati (A. Natalis) e sull'apparecchiatura (AA. Lux e Buechner). Nuovo è il capitolo successivo (A. Klement) sul materiale d'installazione. Gli ultimi capitoli si occupano della tecnica dell'illuminazione, compreso il ramo speciale dell'illuminazione dei treni (AA. Schneider e Dick) e dell'elettrotermia (AA. Arndt, Kalkner, Tamele e Brey).

I collaboratori sono stati scelti fra i migliori specialisti tedeschi, che si occupano delle singole materie presso grandi Case costruttrici. Perciò il contenuto dell'interessante manuale è frutto non di sola teoria, ma anche di lunga attività pratica. Esso riuscirà quindi di indubbia utilità a tutti gli ingegneri elettricisti che vogliano compulsarlo.

Nuoce un poco alla omogeneità di alcuni capitoli, come p. es. quello dedicato al macchinario elettrico, il fatto di essere stata la materia trattata da diversi collaboratori. Menda lieve questa che in una prossima edizione potrà venire facilmente eliminata.

***

F. WERTH: *Galvanizzazione e galvanostegia. Pulitura e verniciatura dei metalli.* (Quinta edizione completamente rifatta con 307 incisioni. Manuali Hoepli, Milano 1930. Prezzo L. 38).

Nuocciono a quest'opera l'approssimazione grossolana nelle nozioni elementari e nelle definizioni fondamentali, l'improprietà del linguaggio e un certo disordine e mancanza di proporzioni nell'esposizione; senza contare i veri e propri errori di lingua che la cospargono da cima a fondo e che non sappiamo se sian dovuti all'A. o ad un traduttore. Inoltre sarebbe opportuno un lavoro di sfrondatura per togliere dal grosso volume (812 pagine di testo) il materiale inutile che lo ingombra qua e là.

I manuali che vogliono essere essenzialmente pratici e che sono rivolti agli operai o ad altre persone di scarsa cultura — come appunto il volume del Werth — devono essere scritti con cura speciale, per non produrre confusioni nella mente dei lettori o introdurvi idee errate. Tale accorgimento non ha avuto secondo noi l'A., ed è peccato, perchè avendo una lunga esperienza pratica in materia, egli sarebbe stato certo in grado di presentarci un'opera migliore.

La parte pratica, ricca di dettagli sugli impianti di galvanostegia, sulla preparazione dei metalli per il processo galvanico e sulle varie operazioni occorrenti per la nichelatura, la ramatura, l'argentatura, la doratura, la stagnatura, la zincatura ecc., è migliore della parte teorica che la precede; segue poi un'appendice in cui vi è... un po' di tutto: dalla verniciatura alla ricerca dei poli elettrici, da alcuni cenni sui sali dei principali metalli e sugli acidi, ai depositi metallici non galvanici.

Insomma tutto il lavoro, nel caso di un'altra edizione, dovrebbe venire snellito, riordinato e ripulito.

***

FEDERICO WERTH: *Zincatura, stagnatura, piombatura per via termica (immersione nel metallo fuso) ed altri metodi analoghi per conservare il ferro mediante sovrapposizione di un altro metallo* (Manuali Hoepli, Milano 1930. - Prezzo L. 10).

La stagnatura, la zincatura e la piombatura a caldo, col processo per immersione, sono trattate in questo lavoretto dal punto di vista essenzialmente pratico, in modo succinto e senza molto approfondire. Tuttavia i consigli dell'A., specialista in materia, sulla esecuzione pratica dei varî lavori e sui dettagli degli impianti occorrenti, possono riuscire utili agli operai e agli industriali che si interessano dell'argomento.

Anche per questo lavoro, dobbiamo ripetere ciò che si è detto per un altro dello stesso A., lamentando cioè che sia scritto trascuratamente, accontentandosi del pressappoco, e senza nessuna ricerca di precisione.

E poichè questo libretto ce ne offre lo spunto, vorremmo far presente al solerte Editore, tanto benemerito della cultura italiana in varî campi, che se purtroppo ben di rado è dato trovare nei libri tecnici una lingua pura ed elegante, si richiede almeno che siano scritti senza improprietà di linguaggio e senza continui errori di grammatica. Libri scritti come questo manuale non possono riuscire accetti al pubblico italiano.

***

DOTT. E. KOELLIKER - ING. U. MAGNANI: *L'alluminio, i metalli leggeri e le loro leghe.* - Un volume di pag. XXIV - 468. (Manuali Hoepli, Milano 1930. - Prezzo L. 34).

L'alluminio è andato assumendo, sopra tutto in questi ultimi anni, un'importanza sempre maggiore per la sua applicazione in molti rami dell'industria; e sopratutto nell'elettrotecnica e nell'aeronautica è lecito prevedere che l'impiego dei metalli e delle leghe leggere continuerà ad estendersi anche per il futuro.

Un manuale italiano sull'alluminio e sulle sue leghe giunge dunque opportuno anche perchè l'Italia, dopo l'annessione della Venezia Giulia, è venuta in possesso di ricchi giacimenti di bauxite, che è finora la materia prima principalmente usata per l'estrazione dell'alluminio. Nè bisogna dimenticare che se il problema dell'estrazione dell'alluminio dalle leuciti giungerà — come è lecito sperare — ad una soluzione pratica ed economica, gli enormi depositi di questo minerale che l'Italia possiede, le permetterenno di diventare importantissima produttrice di alluminio.

Il libro di Koelliker e Magnani si occupa brevemente delle proprietà fisiche e chimiche dell'alluminio e dei suoi composti, per diffondersi invece sulla lavorazione dei minerali, sulla preparazione del metallo e sulla sua lavorazione. Anche le leghe d'alluminio sono brevemente trattate, dando la composizione e le proprietà delle principali fra esse, comprese le più moderne: almelec, aldrey, aludur, anticorodal, avional, skleron, telektal, ecc., ecc.

Un capitolo speciale è dedicato alle applicazioni, specialmente chimiche: le applicazioni nel campo dell'elettrotecnica e in quello dei trasporti son trattate un po' sommariamente. Così pure andrebbe approfondito il capitolo sugli studi economici relativi all'industria dell'alluminio. La preparazione e le proprietà degli altri metalli leggeri sono appena accennate.

In complesso il libro può tornare utile, per quanto sia scritto più in base ad altre compilazioni che in base a dati nuovi e originali.

NOTIZIARIO

a)

GIUSEPPE FACCIOLI

Il comm. ing. Giuseppe Faccioli, che faceva parte della Direzione delle Officine di Pittsfield della General Electric Company, ha lasciato in questi giorni il servizio ed è passato nel ruolo degli ingegneri consulenti della grande organizzazione elettrotecnica americana.

L'ing. Faccioli è ben noto a tutti gli elettrotecnici per le sue famose esperienze sul fulmine artificiale ed è noto altresì a tutti quei connazionali, ai quali sta particolarmente a cuore che il buon nome italiano nel campo della scienza venga mantenuto altissimo anche all'estero. L'ing. Faccioli ha avuto appunto in sorte questo compito, di cui è assai fiero, ed egli ha fatto, colla sua attività e coi suoi studî tanto apprezzati in America, una efficacissima propaganda di italianità anche nel mondo scientifico e tecnico, facilitato in questo dalla sua affabilità e dalla sua arguzia, che ben poterono apprezzare quanti ebbero modo di avvicinarlo durante la breve sua permanenza in Italia nel 1925.

Nato a Milano, figlio di un colonnello dell'Esercito Italiano, Giuseppe Faccioli compì gli studi di ingegneria presso il R. Politecnico di Milano ove si laureò nel 1899, e si trasferì in America nel 1902, ove fece impianti dapprima colla New York Company e poi colla Interborough Rapid Transit Company. Passò poi come ingegnere progettista alla Crocker Wheeler Company. In quell'epoca conobbe William Stanley ed ebbe a collaborare con lui negli studî che egli stava compiendo. L'ing. Faccioli ebbe allora occasione di sviluppare una quantità enorme di calcoli matematici, che sbalordirono tutti gli ingegneri che ne ebbero conoscenza.

In seguito a questa collaborazione l'ing. Faccioli si associò con William Stanley recandosi presso di lui a Great Barrington.

Nel 1908 passò alle Officine di Pittsfield della General Electric Company, dove la sua genialità matematica ebbe modo di manifestarsi in tutti i problemi riguardanti la produzione di quelle Officine, con particolare riguardo ai trasformatori per grandissime potenze e per altissime tensioni. L'ing. Faccioli passò pure un certo tempo a Schenectday, ove sono le officine principali e la Sede della General Electric Company; ed ivi ebbe a collaborare con Steinmetz, le cui ricerche nel campo del fulmine sono famose. L'ing. Faccioli proseguì appunto questi studî a Pittsfield e per essi potè essere sviluppato con successo il laboratorio della G. E. Co. per le prove ad alta tensione.

Benchè lontano dalla vita rumorosa dell'officina, l'ing. Faccioli potrà contribuire ancora assai efficacemente, col suo vivido ingegno, alla risoluzione di importanti problemi di elettrotecnica e continuerà ad essere, nel lontano continente, una scolta avanzata di italianità.

b)

SETTIMA RIUNIONE PLENARIA DEL COMITATO ELETTROTECNICO INTERNAZIONALE

Questa riunione si è tenuta di recente, dal 27 giugno al 9 luglio, passando successivamente per le capitali de' tre paesi scandinavi, Copenaghen, Stoccolma ed Oslo.

La seduta inaugurale ha avuto luogo nel Palazzo Comunale di Copenaghen sotto la presidenza del Sig. P. O. Pedersen, presidente del Comitato elettrotecnico danese, il quale dopo aver salutato i delegati stranieri, ha fatto rilevare che il luogo scelto per la seduta inaugurale era a poche centinaia di metri dal laboratorio dove Oersted per la prima volta osservò l'azione magnetica delle correnti elettriche; ha ricordato quindi le osservazioni del grande studioso danese, che pose le basi dell'elettromagnetismo ed aprì la via meravigliosamente seguita poi da Ampère e da Faraday, ed ha invitato gli intervenuti ad andare a vedere l'ago di cui si servì Oersted nelle sue esperienze. Coll'augurio di una felice conclusione de' lavori di questa riunione, egli ha poi dato nuovamente il cordiale benvenuto da parte della Danimarca di Oersted.

Le sedute per i lavori si sono tenute dal 30 giugno al 5 luglio a Stoccolma nel Palazzo del Parlamento e vi hanno partecipato circa 300 delegati stranieri che rappresentavano 22 nazioni. Alla prima seduta ha partecipato malgrado un recente lutto anche il Sig. A. F. Enström, presidente del Comitato elettrotecnico svedese. I lavori si sono svolti durante la settimana e tutte le questioni all'ordine del giorno sono state discusse da' diversi comitati.

Ci sono state interessanti gite turistiche e visite ad impianti elettrici, tutte bene organizzate, a cui hanno partecipato, sia i membri del Comitato che le loro famiglie.

La seduta di chiusura è avvenuta a Oslo il 9 luglio, sotto la presidenza del Sig. Carsten Bruun, presidente del Comitato elettrotecnico norvegese. In questa seduta sono state ratificate le decisioni prese nelle sedute di Stoccolma e all'unanimità il Comitato ha poi confermato la proposta del Consiglio di nominare il Sig. A. F. Enström presidente del Comitato Elettrotecnico Internazionale, in successione al Sig. C. Feldmann; si è inoltre stabilito, dietro invito del Comitato elettrotecnico cecoslovacco, di tenere la prossima riunione, del 1934, a Praga.

GRUPPI DI TRASFORMATORI DA 1000 kV (c

Per l'Istituto russo di Elettrotecnica Sperimentale di Mosca furono eseguite dalla Siemens importanti forniture fra le quali è il gruppo di trasformatori per 1 milione di Volt verso terra costruito dalle officine di Norimberga.

Onde ottenere nelle prove delle sollecitazioni che si avvicinano il più possibile a quelle che si verificano nell'esercizio, fu curata molto la costruzione per avere una grande potenza e una grande rigidità contro i corto circuiti. La tensione di 1 milione di Volt verso terra viene prodotta in due gradazioni, ciascuna di 500 kV.

Il secondo trasformatore è montato isolato per 500 kV.

La potenza continuativa a 1000 kV è 1000 kVA e la tensione di corto circuito rappresenta il 14 %.

La scarica si ebbe su una catena di isolatori lunga 4,5 m con 1 milione di Volt circa. La prova fu eseguita senza aver provvisto l'oggetto di prova delle resistenze di protezione che usualmente vengono applicate. La catena fu quindi esposta a un corto circuito diretto con 1000 kV. I trasformatori furono alimentati durante la prova da un generatore avente una potenza nominale di 5000 kVA.

Adoperando un secondo gruppo di trasformatori è possibile produrre tensioni di 2 milioni di Volt, tra i morsetti, ciò che rappresenta un notevolissimo progresso nella tecnica delle alte tensioni.

GLI ALTERNATORI DELLA CENTRALE RYBURG-SCHWÖRSTADT (d

Nelle officine svizzere della S. A. Brown Boveri & C. sono stati recentemente costruiti due alternatori trifasi destinati alla Centrale Ryburg-Schwörstadt presso Rheinfelden (sul fiume Reno al confine della Svizzera con la Germania).

Questi alternatori, per le dimensioni, il peso ed il momento d'inerzia, risultano i più grandi finora costruiti in tutto il mondo.

Le principali caratteristiche di queste macchine sono:

potenza: 32 500 kVA
tensione: 10 500 V
frequenza: 50 periodi
velocità: 75 giri al 1'
momento d'inerzia: 12 milioni kg/m^2
diametro della carcassa: 13 500 mm
altezza: 9 810 mm
diametro della ruota polare: 9 400 mm
peso della ruota polare, compreso l'albero, 250 t.
peso totale della macchina: 550 000 kg
eccitatrice: potenza 450 kW.

SEN. PROF. O. M. CORBINO, *Direttore* — ARTI GRAFICHE E. CALAMANDREI & C. – MILANO, Fotoincisioni della «ZINCOGRAFICA» – MILANO — ING. ETTORE CESÀRI, *Redattore-Capo Responsabile*

MILANO
Agosto 1930 - Anno VIII

Fascicolo VIII
Volume VII

L'Energia Elettrica

UFFICIALE PER GLI ATTI DELL'UNIONE NAZIONALE FASCISTA INDUSTRIE ELETTRICHE (UNFIEL)
E DELLA FEDERAZIONE NAZIONALE FASCISTA DEI GRUPPI REGIONALI IMPRESE ELETTRICHE (FENAGRIEL)
Direttore: SENATORE PROF. O. M. CORBINO

SOMMARIO del N. 8 del 1930

(da pag. 659 a pag. 756)

“L’ENERGIA ELETTRICA„

ANNO VIII

Direttore: Senatore Prof. ORSO M. CORBINO

Si pubblica ogni mese in fascicoli di circa 100 pag. con numerose illustrazioni

Un numero separato L. 15.— (Estero L. 20.—)

Per il 1930

il prezzo d’abbonamento de L’ENERGIA ELETTRICA è di:

L. 105 per il Regno - L. 210 per l’Estero

con diritto al BOLLETTINO ECONOMICO-STATISTICO che si pubblica ogni mese in 12-16 pagine e agli eventuali numeri supplementari che verranno pubblicati nell’anno.

Sono disponibili alcune poche raccolte complete delle annate precedenti de *L’Energia Elettrica*

1924	(3 fasc.)	L. 50.—	nel Regno;	L. 80.—	all’Estero
1925	(12 »)	Non si vende separatamente			»
1926	(12 »)	L. 130.—	»	L. 200.—	»
1927	(12 »)	L. 120.—	»	L. 200.—	»
1928	(12 »)	L. 105.—	»	L. 210.—	»
1929	(12 »)	L. 130.—	»	L. 260.—	»

Ai 12 numeri dell’annata 1927 è aggiunto il *Numero speciale dedicato ad Alessandro Volta*, al quale hanno collaborato i principali scienziati italiani.

Ai 12 numeri dell’annata 1929 sono aggiunti il numero speciale *Sugli interruttori in olio* e quello sull’*Impiego dell’energia elettrica nelle bonificazioni meccaniche* compilato dal prof. ing. Francesco Marzolo, con 4 tavole e 100 illustrazioni.

Le 6 annate, vale a dire la raccolta completa della Rivista, compresa cioè l’annata 1925, che è valutata da sola L. 160 per il Regno e L. 260 per l’Estero, essendo esaurita, (63 fascicoli, il numero voltiano e i due numeri supplemento) **L. 600 nel Regno e L. 900 all’Estero.**

BOLLETTINO ECONOMICO-STATISTICO

L’abbonamento al solo Bollettino costa L. 15 all’anno per il Regno. — L. 20 per l’Estero.

Per abbonamenti, ordinazioni indirizzare all’Amministrazione de L’ENERGIA ELETTRICA
Foro Bonaparte, 31 – Milano (109)
(Conto corrente postale N. 3-14839 - Milano)

Recente pubblicazione:

ANNIBALE GILARDONI

Professore di materie giuridiche nel R. Politecnico di Milano

L’elettricità e il diritto

Saggio sulle norme giuridiche dell’elettricità

VOLUME DI 112 PAG. IN OTTAVO

Lire 7.—

Indirizzare ordinazioni a *L’Energia Elettrica* - 31, Foro Bonaparte - Milano
Conto corrente postale 3/14839 - Milano.

MILANO
Agosto 1930 - Anno VIII

Fascicolo VIII
Volume VII

L'Energia Elettrica

UFFICIALE PER GLI ATTI DELL'UNIONE NAZIONALE FASCISTA INDUSTRIE ELETTRICHE (UNFIEL)
E DELLA FEDERAZIONE NAZIONALE FASCISTA GRUPPI REGIONALI IMPRESE ELETTRICHE (FENEGRIEL)
Direttore: SENATORE PROF. O. M. CORBINO

ING. ETTORE CESÀRI
DIRETTORE DELL'«UNIONE NAZIONALE FASCISTA INDUSTRIE ELETTRICHE»

La produzione e il consumo dell'energia in Italia nell'annata 1929

I. – LE IMPRESE ELETTRICHE.

Numero e specie delle imprese.

La UNFIEL ha eseguito durante i primi mesi del 1930 accurate indagini al fine di stabilire, con la migliore precisione ottenibile, un quadro delle Imprese elettriche italiane.

Come altra volta ebbi occasione di rilevare, non è possibile avere dati completi su *tutte* le Imprese elettriche italiane. Esistono ancora numerose piccole Imprese locali, spesso associate ad altre industrie, sulle quali non è possibile aver dati precisi e tanto meno scindere, nelle cifre approssimate che a fatica si possono raccogliere, la parte attribuibile all'industria elettrica e quella attinente ad altri generi d'attività.

L'indagine della UNFIEL ha stabilito con certezza l'esistenza di 1187 Imprese private e di 300 Aziende municipali od appartenenti ad Enti pubblici varii, isolati od in Consorzio le quali appartengono alla Federazione Nazionale Fascista Aziende Industriali Municipalizzate solo in piccola parte. Ne esisteranno certamente alcune, sì dell'una classe che dell'altra, che sfuggirono alla indagine, ma trattasi di Imprese così minuscole da non formare, prese insieme, una cifra apprezzabile in confronto di quella complessiva.

Le cifre degli anni scorsi non essendo paragonabili a quelle ottenute con una indagine nuova e diversa dalle precedenti, la Tabella I^a^ non comprende che i dati al 31 luglio 1930. Va tuttavia notato che nel 1928 il numero dell'Imprese era stato stabilito in 1866, cioè 700 di più. Le ragioni della diminuzione sono da cercarsi, oltre che in errori di computo, principalmente nel continuo e progressivo assorbimento delle piccole Imprese individuali a carattere locale da parte delle maggiori, e nelle facilitazioni concesse dal Governo per la fusione delle Anonime delle quali si constatò l'effetto già nel 1928.

TABELLA I.

NUMERO DELLE IMPRESE ELETTRICHE ITALIANE.

GENERE D'IMPRESE	al 31 luglio 1930
Con meno di 1.000.000 di capitale	873
Con capitale da 1 ÷ 20 milioni	217
» » da 21 ÷ 50 »	25
» » da 51 ÷ 100 »	19
» » da 101 ÷ 500 »	18
» » da 501 ÷ 1000 »	3
» » da 1.000.000.000 in più	1
TOTALE	1156
Con attività mista	31
TOTALE GENERALE	1187

Fonte: *UNFIEL*.

II. – GLI INVESTIMENTI FINANZIARI.

Come si finanziano le imprese elettriche.

L'industria elettrica offre in ogni sua attività caratteristiche assai diverse dalle altre consorelle, tanto che qualcuno ha persino posto in dubbio che essa sia veramente da classificarsi fra le *industrie*. Per l'imponenza degli investimenti essa non può paragonarsi che alle Imprese ferroviarie, colle quali ha di comune altri caratteri. La sua base prevalentemente immobiliare, in special modo dove, come in Italia, la produzione idrica è preminente, le offre forme particolari di finanziamento.

Le fonti alle quali le nostre industrie elettriche attingono il danaro da investire sono le seguenti:

1) *Capitale azionario*, per le Anonime e le Accomandite.
2) *Capitale di primo impianto* per le Imprese individuali.
3) *Capitale di dotazione* per le Imprese pubbliche.
4) Ricavo dell'emissione di *obbligazioni*, ipotecarie o no.
5) *Finanziamenti* (eseguiti principalmente all'Estero) *su garanzia ipotecaria*.

6) *Conti correnti* aperti presso Istituti di credito.
7) *Sconto di annualità* da pagarsi dallo Stato in conto sussidi.
8) *Investimenti di riserve d'esercizio* e di *ammortamenti*.

Non è facile avere la misura esatta di tutte queste diverse specie di finanziamento. Con sufficiente precisione si conosce l'importo dei *Capitali azionari*, con minore precisione quello dei *Capitali di primo impianto* delle Imprese individuali, trattandosi di cifre anche per la loro natura incerte. Sul *capitale di dotazione* delle Imprese pubbliche, come su molte altre notizie relative a queste, si hanno dati incompleti. Soltanto per le Società più importanti si hanno dati esatti sulle *Obbligazioni* e sui *Finanziamenti ipotecari*, quasi tutti fatti all'Estero: ma è da credere che questa forma sia poco diffusa nella classe delle piccole Imprese. I *conti correnti* forniscono capitali generalmente in forma transitoria, ed il denaro attinto a loro mezzo viene in un secondo tempo definitivamente investito mediante una delle altre forme: il loro importo è variabilissimo ad ogni momento ed è impossibile stabilirlo in una cifra che abbia un significato statistico. Quanto allo *sconto di annualità* concesso dallo Stato come sussidio alle Centrali ed alle linee, esso non può rappresentare una cifra ragguardevole per la parte che si riferisce alle Imprese elettriche private. L'insieme dei sussidi da queste incassati nell'esercizio finanziario 1929-30 non giunge a 28 milioni: trattandosi di annualità che si esauriscono in poco tempo (da un massimo di 15 anni ad un minimo di 10 per quelle riferibili all'esercizio 1929) e dato l'elevato costo di questo genere d'operazioni, si può ritenere che lo sconto integrale di tutti i sussidi non potrebbe aver dato che un ricavo di poco superiore ai 200 milioni. Ma solo una parte di tali annualità è stata scontata, cosicchè il ricavo effettivo sarà stato di molto minore.

La Tabella II fornisce notizie sui *Capitali azionari* o di *primo impianto* delle Imprese private: la Tabella III offre i *dati finanziari* sulle maggiori Società elettriche. La differenza fra i Capitali segnati nelle due Tabelle è di circa un miliardo, ossia del 10%, rappresentata dalle Imprese minori sulle quali non si hanno dati precisi.

TABELLA II.

CAPITALI AZIONARI O DI PRIMO IMPIANTO DELLE IMPRESE ELETTRICHE PRIVATE ITALIANE

(al 31 Luglio 1930).

TIPO DI IMPRESA	Numero	Capitali Nominali
Società quotate nelle borse del Regno	28	7.402.000.000
Società non quotate:		
con capitale superiore ai 50 milioni	17	1.336.500.000
con capitale inferiore ai 50 milioni di cui si hanno tutti i dati	133	1.229.185.000
con capitale inferiore ai 50 milioni di cui si conosce solo il capitale	102	305.303.000
con capitale inferiore ad 1 milione	873	184.467.540
Società finanziarie	3	365.000.000
TOTALE	1156	10.822.455.540
Società con attività mista	31	119.952.284
TOTALE GENERALE	1187	10.942.407.824

Fonte: *UNFIEL*.

TABELLA III.

DATI FINANZIARI SULLE MAGGIORI SOCIETÀ ELETTRICHE ITALIANE

(al 31 Luglio 1930).

	Numero delle Società considerate	Capitali nominali	Prestiti esteri	Obbligazioni emesse in Italia	Riserve statutarie	Riserve straord. e ammortamenti	Impianti	Utili distribuiti agli azionisti nell'ultimo eser.
Società quotate nelle Borse del Regno	28	7.402.000.000	1.525.468.647	530.803.695	246.522.911	954.519.664	6.742.576.263	572.554.353
Società non quotate in Borsa con capitale superiore ai 50 milioni	17	1.336.500.000	371.499.367	420.626.692	17.152.415	90.905.250	2.382.438.115	60.004.166
idem con capitale da 1 ÷ 50 milioni di cui si conoscono tutti i dati	133	1.229.185.000	134.749.555	220.042.163	26.769.043	323.673.269	2.464.234.751	56.271.712
TOTALI	178	9.967.685.000	2.031.717.569	1.171.472.550	290.444.369	1.369.098.183	11.589.249.129	688.830.231

Le cifre contenute nella colonna «Capitali nominali» danno il capitale nominale al 31 Luglio 1930 di ciascuna Società considerata. Invece le cifre contenute nella colonna «Utili distribuiti agli azionisti nell'ultimo esercizio», sono desunte dai bilanci chiusi al 31 Dicembre 1929, o prima per le Società che chiudono il bilancio in epoca diversa dalla fine dell'anno solare.

I due totali quindi non sono ragguagliabili, poichè nel totale dei capitali sono contenute cifre rappresentanti versamenti degli azionisti che non hanno ancora avuta alcuna rimunerazione o l'hanno avuta solo per una parte dell'esercizio.

Fonte: *UNFIEL*.

Importo degli investimenti.

L'industria elettrica è nata da noi molto prima della guerra e del cataclisma monetario che ne fu fra le più sensibili conseguenze: essa ha avuto poi il massimo incremento nel periodo durante il quale la valuta si mantenne instabile (1919-1927), e continua tuttavia a svilupparsi dopo la stabilizzazione. Questo fatto, ha creato confusione nelle registrazioni contabili, perchè in esse si era venuti meno al postulato fondamentale dell'aritmetica, secondo il quale la somma e la sottrazione non possono farsi che operando su quantità omogenee. Lo spirito tradizionale e conservatore della contabilità ha fatto sì che non solo si è continuato ovunque ed a lungo a sommare lire, franchi, dinari e pesetas che cambiavano valore ad ogni ora, ma è avvenuto che quando gli industriali più illuminati pensarono di mettere un rimedio a questo caos trovarono a tutta prima una tenace ostilità, che non fu facile superare.

Il rimedio, adottato per la prima volta dalla Società Elettrica Bresciana, consiste in un congruo aumento del capitale nominale, riducendo prima tutte le impostazioni alla stessa base (la lira oro) ossia dividendole per il corrispondente valore del cambio e poi moltiplicando l'importo così espresso in iire oro per 3,67. Bisogna dunque guardarsi dal credere che le cifre rivalutate rappresentino il valore reale odierno degli impianti; e neanche il loro costo odierno; chè anzi questo ultimo sarebbe *almeno* di un terzo maggiore, essendo risaputo che il potere di acquisto della lira prebellica era *almeno* quintuplo della lira stabilizzata.

Tabella IV.

AUMENTI DI CAPITALE DOVUTI AL CONGUAGLIO MONETARIO DEL VALORE DEGLI IMPIANTI.

SOCIETÀ	1928	1929	1930
Adamello	—	75.000.000	—
Appennino Centrale	—	—	2.500.000
Banfi	1.800.000	—	—
Bergamasca	—	17.500.000	—
Bresciana	52.566.561	—	—
Cieli	135.000.000	—	—
Cerro al Lambro	—	2.000.000	—
Comacina	—	—	7.000.000
Derpo	—	10.000.000	—
Dinamo	—	50.000.000	—
Edison	—	237.000.000	—
Elettricità Erba Incino	—	—	2.000.000
Elettricità del Ticino	2.000.000	—	—
Gaselet	—	82.500.000	—
Laziale	—	—	7.500.000
Litoranea	—	—	2.266.483
Lombarda	—	—	100.000.000
Orobia	—	25.500.000	—
Piemonte Orientale	—	4.005.282	—
Romana	—	—	20.000.000
Selt	—	65.000.000	—
Trezzo	—	18.292.048	—
Valdarno	—	37.500.000	—
Volsinia	—	—	10.000.000
	138.800.000	676.863.891	151.266.483
Totale	966.930.374		

Fonte: *UNFIEL.*

L'esempio della Bresciana fu seguito da numerose altre Società, e principalmente da quelle elettriche. La tabella IV fornisce i dati su questo genere di operazioni, quali furono eseguite nel 1928, nel 1929 e nei primi sei mesi del 1930. Si noti come all'elenco manchi qualche Società che, pur essendo importante, fu fondata in tempi recenti, e non ha perciò sentito la necessità del conguaglio che per essa avrebbe avuto una importanza insignificante.

La più recente revisione dei dati statistici, eseguita dalla UNFIEL porta il numero delle Società ed Imprese al 31 luglio 1930 alle cifre seguenti:

con capitale maggiore di 1 milione	314
» » minore di 1 milione	873
Totale	1187

Capitale azionario complessivo L. 10.942.403.000.

Per le Aziende Municipali, secondo i dati forniti dalla Federazione Nazionale Fascista Aziende Industriali Municipalizzate che riguardano soltanto 28 Aziende, si hanno i dati seguenti:

Capitali di dotazione	L.	557.461.158,72
Prestiti o mutui	»	50.742.202,72
Fondi di riserva o ammortamenti	»	115.661.737,29
Valore degli impianti in bilancio	»	849.841.906,26

Tabella V.

INTERESSE E DIVIDENDO PERCENTUALE DATO NELL'ULTIMO ESERCIZIO DALLE SOCIETÀ ELETTRICHE QUOTATE NELLE BORSE DEL REGNO.

N.o d' ordine	SOCIETÀ	Valore nominale delle azioni	Dividendo dello esercizio 1928-29 o 1929	Valore di Borsa delle azioni al 31-12-1929 *	Interesse percentuale riferito al valore di Borsa
1	Edison	500	50	768	6,51
2	Sip	125	12	140	8,57
3	Terni	400	20	394	5,07
4	Meridionale	250	22,50	298	7,55
5	Lombarda	500	60	910	6,59
6	Adamello	250	18	338	5,32
7	Adriatica	100	16	238	6,72
8	Unes	50	9	104	8,65
9	Cieli	175	17	230	7,39
10	Selt	200	20	292	6,84
11	Alta Italia	250	10	202	4,95
12	Gaselet	500	50	800	6,25
13	Sicilia	100	7	124	5,64
14	Valdarno	125	12	192	6,25
15	Bresciana	200	18	234	7,69
16	Sarda	100	7	110	6,36
17	Trezzo	375	30	470	6,38
18	Dinamo	200	14	204	6,86
19	O.E.G.	250	20	326	6,13
20	Emiliana	350	36	508	7,08
21	P.C.E.	100	9	102	8,82
22	Tirso	250	15	200	7,50
23	Idroel. Ligure	200	15	220	6,81
24	Brioschi	250	30	490	6,12
25	Orobia	350	28	420	6,66
26	Alto Milanese	100	10	150	6,66
27	Comacina	100	10	170	5,88
28	F. I. Venezia G.	400	36	490	7,34

* Prezzo di compenso di Dicembre.

Fonte: *UNFIEL.*

Interessi e dividendi. La Tabella V dà notizie sui dividendi pagati nell'ultimo esercizio dalle principali Società elettriche. Se ne deduce la stessa conclusione, già ricavata ora è un anno in analoga circostanza: gli *azionisti* delle Società elettriche ricevono compensi tutt'altro che esagerati pei loro investimenti: tre sole Società dànno più dell'8 % e sei sole più del 7 %, e ve n'ha che dànno meno del 6 % ed una meno del 5 %. Le Società minori dànno per la maggior parte assai meno, e parecchie non diedero dividendo affatto. Attualmente il Consolidato dà il 6,2 %, il che dimostra l'infondatezza di certe esagerazioni che si vanno in proposito di tanto in tanto stampando.

Secondo i dati forniti dalla Feder. Naz. Fascista Aziende Industriali Municipalizzate gli utili conseguiti dalle 28 Aziende di cui sopra ammontarono nel 1929 a L. 44.934.322,90 corrispondenti a circa l'8% del capitale di dotazione.

Valore degli impianti. Il *costo di ricostruzione* degli impianti elettrici privati italiani al 31 dicembre 1929 (cioè la spesa che si incontrerebbe costruendoli oggi) può valutarsi, con larga approssimazione, in 24 miliardi di lire. È il più grande investimento di capitale dopo quello delle Ferrovie dello Stato: esso andò aumentando negli ultimi tempi in ragione di più di due miliardi l'anno.

III. – GLI IMPIANTI PRODUTTORI.

Concessioni d'acque pubbliche. Come mostra la Tabella VI, si è verificata nel 1929 una diminuzione nel numero di ammissioni ad istruttoria di domande per grandi derivazioni, che da 113 nel 1928 scesero nel 1929 a 89: ma il totale dei cavalli richiesti in concessione salì da 498.600 nel '28 a 809.650 nel '29. Vi è dunque tendenza a progettare meno derivazioni ma di dimensioni maggiori.

TABELLA VI.

DOMANDE PER DERIVAZIONE D'ACQUE PUBBLICHE SUPERIORI AI 300 HP AMMESSE AD ISTRUTTORIA NEL 1929.

REGIONE	N.° delle domande	HP dinamici complessivi
Italia Settentrionale	56	652.376
Italia Centrale	25	94.938
Italia Meridionale	7	61.518
Italia Insulare	1	818
TOTALE REGNO	89	809.650

Fonte: *Bollettino dei LL. PP.*

Ugual fenomeno si manifesta nelle concessioni *conseguite* (Tab. VII).

Le grandi derivazioni diminuirono nel 1929 a 79, da 90 che furono nel 1928: ma i cavalli passarono da 302.677 a 495.087. Per le piccole derivazioni si ha invece una diminuzione rispetto al 1928 di circa 1000 cavalli.

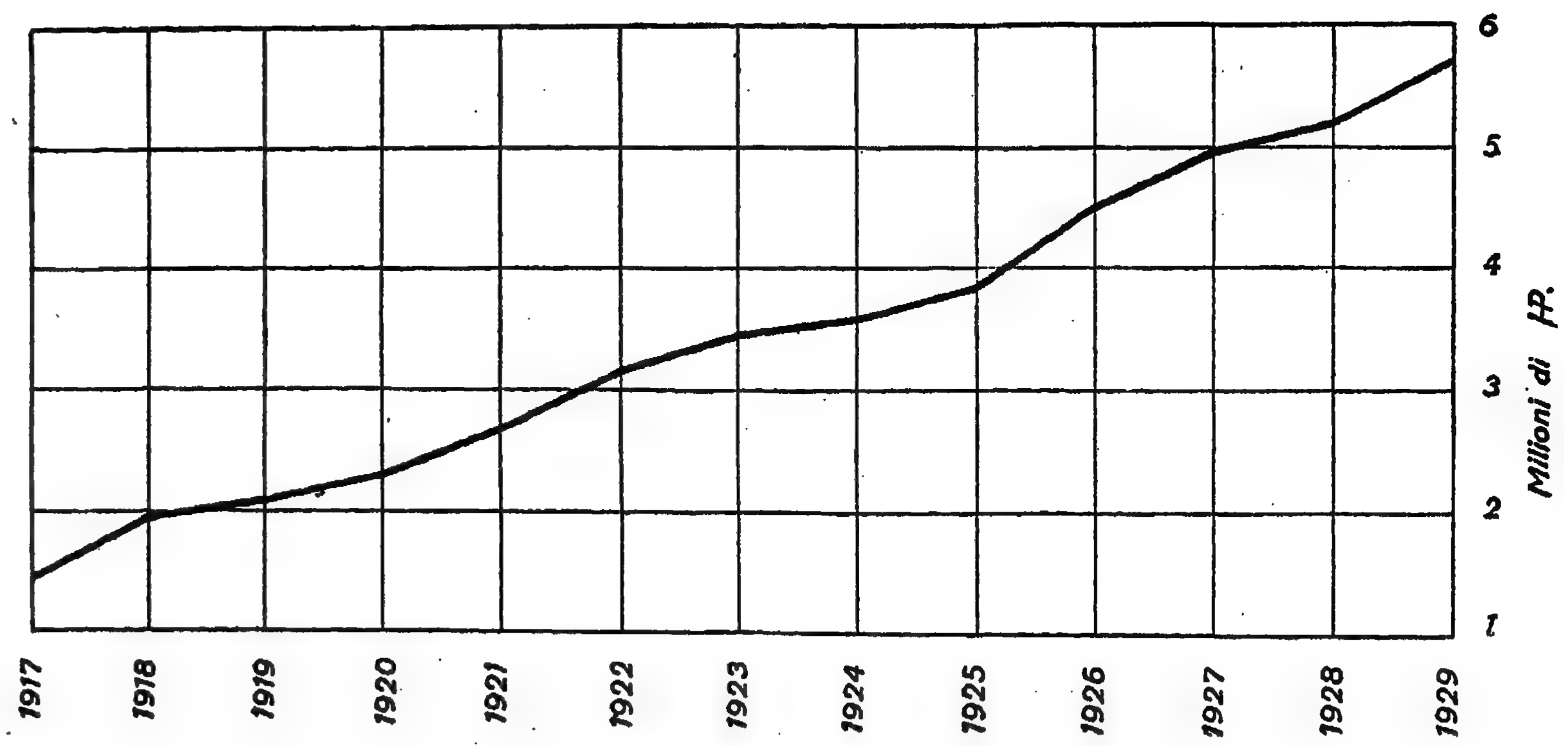


Diagramma I.

Incremento progressivo delle concessioni d'acque pubbliche in Italia (1917-1929).

Sul valore di queste cifre non c'è che da ripetere quanto fu detto l'anno scorso.

Il diagramma I dà l'andamento progressivo delle concessioni di acque pubbliche in Italia dal 1917 al 1929.

TABELLA VII.

CONCESSIONI D'ACQUE PUBBLICHE CONSEGUITE NEL 1929.

REGIONI	Numero delle concessioni		Cavalli dinamici di concessione	
	>300HP	<300HP	>300HP	<300HP
Italia Settentrionale	57	76	385.510	3.352
Italia Centrale	13	67	50.075	2.248
Italia Meridionale	9	13	59.502	2.617
Italia Insulare	—	2	—	277
TOTALE REGNO	79	158	495.087	8.494

Fonte: *Bollettino dei LL. PP.*

La Tabella VIII espone la situazione amministrativa delle grandi utilizzazioni alla fine del 1928, ossia classifica gli impianti in funzione in base al loro grado d'irregolarità amministrativa. Si hanno così:

Utilizzazioni in piena regola	13,8 %
Concesse e non collaudate	64,3 %
Con provvedimento in corso	20,0 %
Di acque demaniali o private	1,9 %

Degno di rilievo che le domande di concessione si affollano su un numero limitato di bacini imbriferi: evidentemente quelli dai quali si presume ottenere energia elettrica a migliori condizioni. Per alcuni di questi bacini, la lotta di prevalenza fra i diversi concorrenti dura da anni. Ciò dimostra che il criterio della *più vasta e razionale utilizzazione*, introdotto nella legge del 1919, non ha tutti quei meriti che i suoi sostenitori gli hanno attribuito, contro l'altra formula della priorità di data, per la scelta dei concorrenti. La più vasta e razionale utilizzazione, quando a termine di legge è possibile prendere in considerazione domande *posteriori*, si ottiene con grande facilità, sol che soccorra la disinvoltura del richiedente. Affermare che da un bacino si può derivare una maggior quantità d'acqua è cosa facile. Il difficile sta nel trovarla dopo.

TABELLA VIII.

SITUAZIONE AMMINISTRATIVA DELLE GRANDI UTILIZZAZIONI IDROELETTRICHE ALLA FINE DEL 1928.

	Utilizzazioni di acque pubbliche												Utilizzazioni di acque demaniali o private		Incerte		Totali	
	Con collaudo definitivo		Con collaudo provvisorio		attuate in base a regolare concessione		concesse ma attuate secondo una variante in corso		con provvedimento di concessione in corso		attuate in base a concessione precaria							
	N.º	Cavalli	N.º	Cavalli	N.º	Cavalli	N.º	Cavalli	N.º	Cavalli	N.º	Cavalli	N.º	Cavalli	N.º	Cavalli	N.º	Cavalli
Italia Settentrionale..	57	339.485	12	45.528	363	1.206.218	37	290.133	45	148.186	3	4.243	4	1.948	7	5.526	528	2.041.267
Italia Centrale.......	19	30.807	4	19.754	92	438.356	6	46.396	16	32.558	4	3.284	4	3.368	3	2.803	148	574.326
Italia Meridionale ...	6	19.058	1	7.680	21	142.436	1	594	4	2.256	2	13.871	—	—	—	—	35	185.895
Italia Insulare	2	3.722	—	—	5	42.243	1	2.944	—	—	—	—	—	—	—	—	8	48.909
ITALIA	84	393.072	17	69.962	481	1.829.253	45	340.067	65	183.000	9	21.398	8	5.316	10	8.329	719	2.850.397

Fonte: *Servizio Idrografico.*

È anche opportuno rilevare che, sia pure lentamente, viene riconosciuta l'importanza di studiare in modo armonico l'utilizzazione di tutte le forze idrauliche ottenibili in uno stesso bacino imbrifero. Infatti, impianti che al tempo della loro costruzione erano reputati ottimi, anche dal punto di vista della loro progettazione, col modificarsi delle idee si sono riconosciuti insufficienti e vengono effettivamente sostituiti prima assai che scada la concessione, con impianti che sfruttino in modo più completo le maggiori risorse idrauliche create nei corsi d'acqua che li alimentano.

Invece non è ancora penetrata nella mente degli uomini responsabili, nè è compresa da tutti, la necessità in cui si trova ciascuna impresa elettrica di avere una scorta di concessioni proporzionata all'incremento nel consumo cui essa deve provvedere. Accade così che si additino alla disistima pubblica quali spregevoli « *accaparratori* » degli industriali che esercitano invece uno stretto dovere: quello di prevedere e provvedere tempestivamente ai quantitativi di energia che potranno essere richiesti dai consumatori della loro zona.

Patrimonio idraulico italiano.

In occasione del suo secondo Congresso, la UNFIEL si è fatta iniziatrice d'uno studio completo delle disponibilità idrauliche italiane. Un lavoro consimile fu già eseguito con la consueta diligenza dal Servizio idrografico, ma solo per alcune Regioni: tale lavoro sarà completato fra pochi mesi. Lo studio fatto e presentato al Congresso della UNFIEL con criterii nettamente industriali dagli Ingegneri Marinoni e Testa ha messo il problema sulla strada d'una soluzione sufficientemente esatta, per quanto il chiedere « quanti sono i cavalli utilizzabili in Italia » equivalga a porre un quesito indeterminato, se non si specificano le condizioni relative alla *qualità* (continuità) di quei cavalli, o, sotto altro punto di vista, quelle relative alla loro *convenienza economica*.

Secondo gli Ingegneri Marinoni e Testa, l'energia *disponibile* (teorica) sarebbe annualmente di circa 240 miliardi di kWh, valore limite praticamente irraggiungibile. Quella *praticamente ritraibile indipendentemente dalle condizioni economiche* (cioè gli impianti *possibili*, ma senza tener conto della loro convenienza) sarebbe di circa 59 miliardi di kWh; quella infine *industrialmente utilizzabile* di 32 miliardi di kWh. Ciò significherebbe che, noi avremmo ancora venti miliardi annui di kWh da utilizzare.

Il lavoro dei due egregi ingegneri è stato diligente e coscienzioso, nè in un'indagine simile si poteva giungere a risultati migliori. Ma quello che avverrà in pratica è difficile dire. In qualche caso l'ingegnoso studio d'un bacino potrà condurre a risultati

TABELLA IX.

IMPRESE CENSITE DALLA UNFIEL NEL GENNAIO 1930.

REGIONE	Imprese					Centrali	
	commerciali private	commerciali pubbliche	miste	solo per uso proprio	Totale	idriche	termiche
Italia Settentrionale .	113	30	23	42	208	503	93
Italia Centrale	35	8	5	2	50	154	23
Italia Meridionale ...	40	1	1	4	46	59	33
Italia Insulare	15	3	—	—	18	13	22
TOTALE REGNO .	203	42	29	48	322	729	171

Fonte: *UNFIEL.*

più favorevoli, in altri (purtroppo più di frequente) si ricaverà in pratica assai meno di quanto fu previsto. Il progresso della produzione termica potrà anch'esso avere un'influenza decisiva sul futuro sviluppo delle utilizzazioni idroelettriche, sia ostacolando economicamente la costruzione di alcuni impianti idraulici, sia valorizzando con un'integrazione termica a basso prezzo forze idrauliche saltuarie ma di piccolo costo che oggi non converrebbe sfruttare.

Impianti idroelettrici esistenti.

Ho fatto cenno nella precedente Memoria all'importanza *relativa* del numero di Centrali censite agli effetti dell'interpretazione delle Statistiche. A maggior ragione posso ripetere l'argomento ora che (dal 1° gennaio 1930) le statistiche della UNFIEL hanno preso più vasta estensione comprendendo circa il 90 % della produzione totale e superando leggermente lo stesso Servizio idrografico. Quello che rimane fuori non è che di importanza trascurabile e può essere valutato per approssimazione con criteri d'analogia, l'errore risultante non riflettendosi sul totale che solo per un decimo.

La Tabella IX dà notizie sulle Imprese censite dalla UNFIEL.

La Tabella X dà le cifre relative alle centrali idroelettriche esistenti, divise per Regione, secondo le risultanze del Servizio idrografico e della UNFIEL. Le differenze sono da attribuirsi al fatto che le Centrali censite dai due Organismi non sono le stesse: il S. I. censiva, nel 1928, 844 Centrali e la UNFIEL nello stesso anno ne censiva 716 divenute poi 725 al 31 dicembre '29. Il Servizio idrografico ha quindi *maggior numero* di elementi, ma censisce oggi *minor quantità* di energia elettrica prodotta.

Il Servizio Idrografico fornisce una ripartizione delle grandi utilizzazioni idroelettriche per bacino o regione fisica. Tale situazione alla fine del 1928 è riportata nella Tabella XI.

Comunque si può ritenere che il valore probabile delle potenze installate ed efficienti nei nostri impianti idroelettrici

TABELLA XI.

GRANDI UTILIZZAZIONI IDROELETTRICHE RIPARTITE PER BACINO O REGIONE FISICA (Fine 1928).

BACINI E COMPARTIMENTI	Utilizzazioni		
	N.°	Potenza	
		concessa HP	installata kW
Regione Veneta	130	414.370	392.741
Bacino del Po:			
a) Mincio-Agogna	205	988.739	1.121.339
b) Sesia-Tanaro	150	522.793	542.977
c) Scrivia-Panaro	19	57.126	127.340
TOTALE BACINO DEL PO	374	1.568.658	1.791.656
Romagna-Marche	43	76.310	95.258
Liguria-Toscana	33	81.791	131.286
Umbria-Lazio	41	321.034	239.539
Abruzzi-Molise	25	90.464	97.270
Campania	46	112.172	102.479
Basilicata-Calabria-Puglie	19	136.689	91.766
Sicilia	4	13.699	22.650
Sardegna	4	35.210	48.870
ITALIA	719	2.850.397	3.013.515

Fonte: *Servizio Idrografico.*

TABELLA X.

IMPIANTI IDROELETTRICI DI PRODUZIONE.

REGIONI	Numero delle Centrali censite							Potenza in kW							
	dal Servizio Idrografico			dalla « Unfiel »				Servizio Idrografico			efficente « Unfiel »				efficente totale probabile
	1926	1927	1928	1926	1927	1928	1929	1926	1927	1928	1926	1927	1928	1929	1929
Italia Settentrionale	521	594	611	383	396	495	501	1.626.098	1.899.625	2.180.300	1.599.828	1.775.388	2.111.555	2.298.770	2.620.000
Italia Centrale	142	175	177	143	151	151	154	368.812	462.911	519.700	322.185	329.688	369.777	463.444	522.000
Italia Meridionale	37	45	44	46	47	59	59	75.437	109.344	138.100	140.980	224.991	209.308	239.841	278.000
Italia Insulare	10	11	12	11	11	11	11	46.585	71.955	72.200	60.625	72.695	72.935	73.015	80.000
TOTALE REGNO	710	825	844	583	605	716	725	2.116.932	2.543.835	2.910.300	2.123.618	2.402.762	2.763.575	3.075.070	3.500.000

Fonti: *UNFIEL - Servizio Idrografico.*

censiti o non, ed a qualunque servizio adibiti, sia esso pubblico o privato, si aggiri intorno ai *tre milioni e mezzo di kW*.

Il diagramma II fornisce l'incremento effettuatosi nella costruzione degli impianti idroelettrici dal 1900 al 1930.

Il diagramma III dà la ripartizione degli impianti idroelettrici nelle quattro principali regioni geografiche.

Quanto alle forze idrauliche direttamente utilizzate dall'industria, non v'è che da ripetere, come probabile, la cifra dello scorso anno. Ricerche fatte sia presso la R. Finanza che al Ministero LL. PP. non hanno dato lumi sufficienti a poter stabilire le loro variazioni dopo il censimento 1927 dal quale dedussi le cifre probabili fornite nella Memoria relativa al 1928.

I dati sugli impianti in costruzione sono forniti dalla Tabella XII.

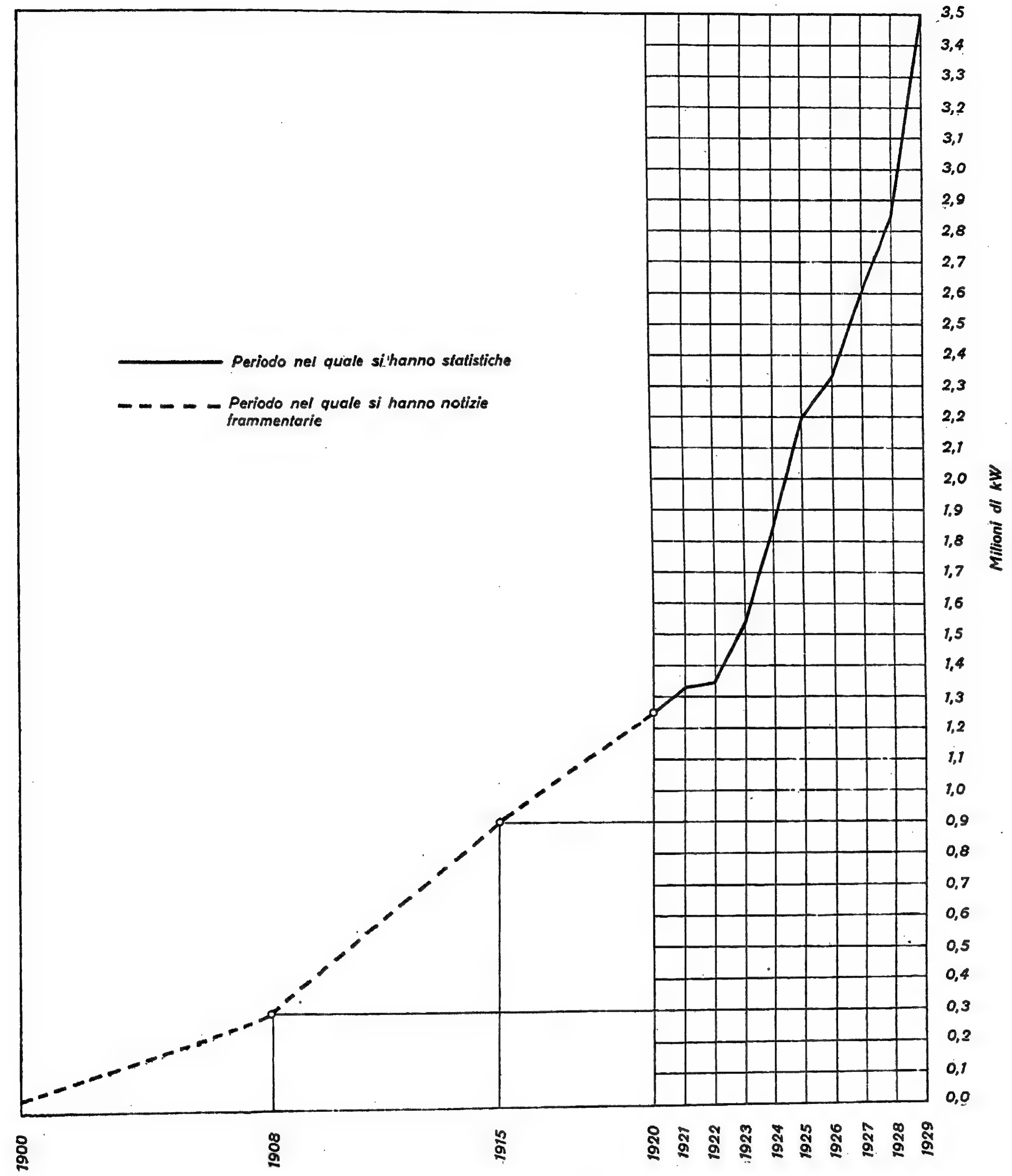


Diagramma II.

Incremento degli impianti idroelettrici dal 1900 al 1929.

TABELLA XII.

IMPIANTI IDROELETTRICI IN CORSO DI AMPLIAMENTO O IN COSTRUZIONE AL 31 DICEMBRE 1929.

CARATTERISTICHE	Impianti che verranno ultimati entro il 1930				Impianti che verranno ultimati entro il 1931				Impianti che verranno ultimati entro il 1932 ed oltre			
	Italia Setten.	Italia Centr.	Italia Merid. e Insul.	Totale	Italia Setten.	Italia Centr.	Italia Merid. e Insul.	Totale	Italia Setten.	Italia Centr.	Italia Merid. e Insul.	Totale
N° degli impianti	10	4	2	16	11	1	1	13	3	—	1	4
Potenza efficente in kW	62.650	40.300	27.350	130.300	289.190	36.800	22.000	347.990	79.200	—	14.000	93.200
Produz. annua prevista in milioni di kWh	356	182	108	646	895	200	115	1210	227	—	100	327

Fonte: *UNFIEL*.

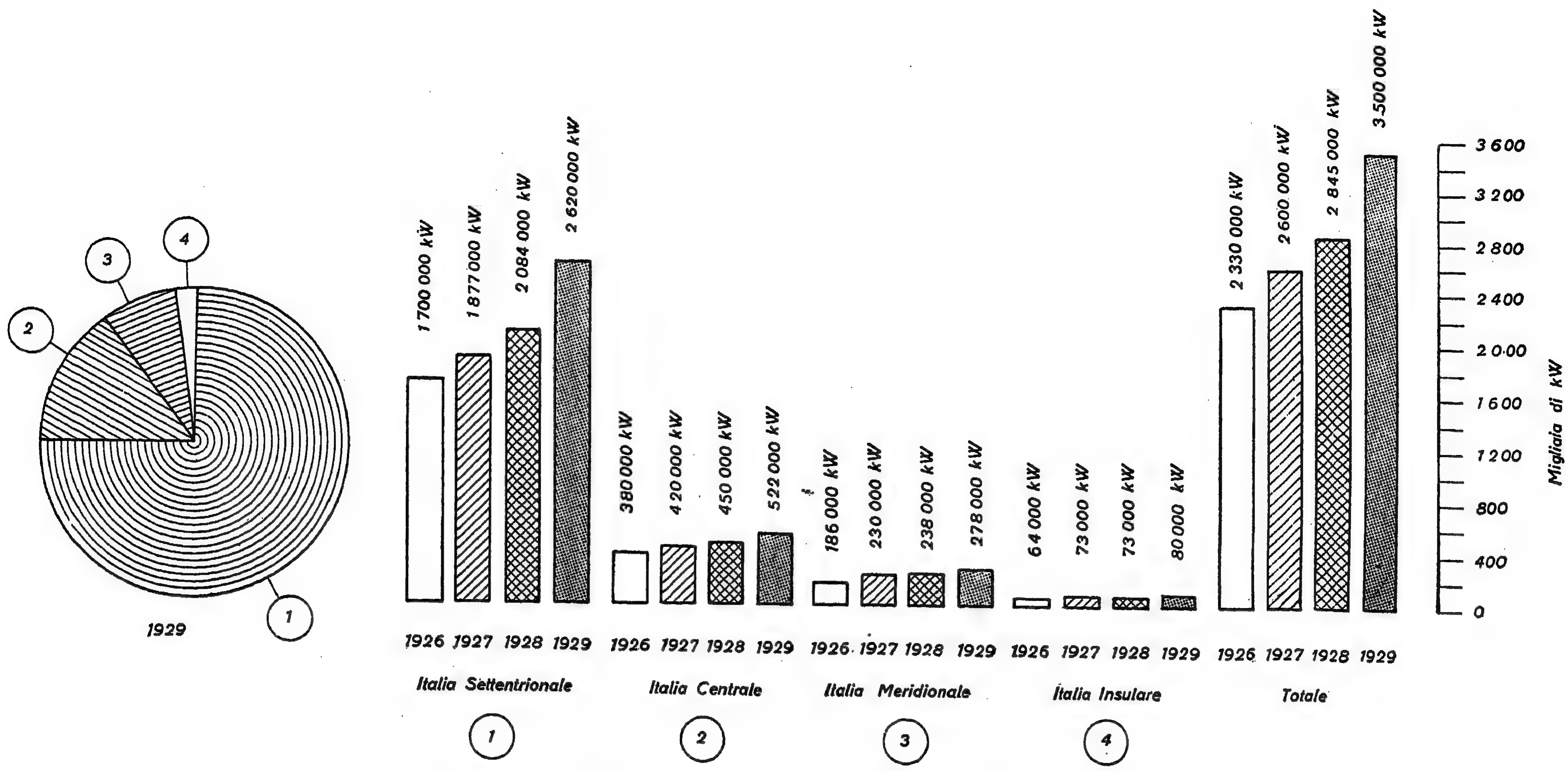


Diagramma III. - Impianti idroelettrici divisi per Regione.

Serbatoi. Si va sempre più accentuando la diffidenza contro queste costose costruzioni che, salvo casi particolarmente favorevoli, hanno dato risultati non troppo confortanti.

L'importanza dei serbatoi stagionali è molto maggiore per l'agricoltura che non per l'industria idroelettrica: la quale è anche perplessa per il continuo progresso nel costo della produzione termica. Non ultima causa di perplessità è la crescente difficoltà dei finanziamenti. Il kWh ricavato da un serbatoio è il più costoso che si produca dall'industria, ed esige il maggiore immobilizzo. D'altra parte gli aiuti finora dati dallo Stato per queste costruzioni, che costituiscono in sostanza un'opera di interesse generale e formano un'importante parte della bonifica integrale, riuscirono insufficienti e nella grandissima parte dei casi furono rinunciati per gli oneri e gli impacci che essi portano seco.

È quindi da prevedere che, salvo casi eccezionali limitati in gran parte alle alte zone alpine dove l'importanza dei salti utilizzabili ne compensa gli inconvenienti, la costruzione di serbatoi stagionali a solo scopo idroelettrico si farà sempre più rara. L'efficienza regolatrice dei laghi sistemati a serbatoio è precisata nella Tabella XIII. La capacità utile complessiva dei laghi-serbatoio è del 72,7 % del totale dei serbatoi alpini e solo dell'8,2 % dei serbatoi della zona appenninica.

Si va invece sempre più estendendo l'impiego di serbatoi settimanali o quotidiani, i quali con modesta spesa dànno alle Centrali la possibilità di utilizzare l'acqua disponibile sopra un numero d'ore limitato. Essi hanno importanza specialmente nelle regioni poco industrializzate, dove si hanno diagrammi quotidiani poco regolari.

Tabella XIII.

EFFICENZA REGOLATRICE DEI LAGHI SISTEMATI A SERBATOIO IN ITALIA.

GRUPPO OROGRAFICO	Serbatoi artificiali e Laghi - serbatoi esistenti al 31 Dicembre 1929		Laghi naturali sistemati a serbatoio							
					Laghi serbatoi senza invaso artificiale		Laghi serbatoi con invaso artificiale e parziale svaso			
							Invaso artificiale		Svaso	
	Capacità utile totale mil. di mc. (1)	Energia corrispondente mil. di Kwh (2)	Capacità utile totale (in mil. di mc. e in % del totale) (1)	Energia corrispondente (in mil. di Kwh e in % del totale) (2)	Volume utile di svaso (in mil. di mc. e in % del totale) (1)	Energia (in mil. di Kwh e in % del totale) (2)	Volume utile (in mil. di mc. e in % del totale) (1)	Energia (in mil. di Kwh e in % del totale) (2)	Volume utile (in mil. di mc. e in % del totale) (1)	Energia (in mil. di Kwh e in % del totale) (2)
Catena alpina	435,1	763,502	316,98 (72,7)	505,847 (66,2)	177,9 (40,8)	140,009 (18,3)	91,88 (21,1)	238,674 (31,3)	47,2 (10,8)	127,164 (16,6)
Appennino	183,1	134,369	15,00 (8,2)	24,960 (18,5)	15,0 (8,2)	24,960 (18,5)	—	—	—	—
Totale Penisola	618,2	897,871	331,98 (53,6)	530,807 (59,2)	192,9 (31,2)	164,969 (18,4)	91,88 (14,8)	238,674 (26,6)	47,2 (7,6)	127,164 (14,2)

(*) Vedi nota (3) alla tabella XIV (pag. 670).

Fonti: *UNFIEL* e *Servizio Idrografico*.

TABELLA XIV.

ELENCO DEI SERBATOI ITALIANI, A SCOPO INDUSTRIALE, ESISTENTI AL 31 DICEMBRE 1929 (1).

N.° d'ordine	SERBATOI (*e bacini idrografici*)	(I) Volume utile di invaso (mil. di m³)	(II) Bacino imbrifero contribuente km²	(I) : (II) Strato d'acqua equivalente alla capacità del serbatoio m	(III) Salto utile complessivo (attuale) m (2)	(I)×(III)/500 Energia corrispondente al volume d'invaso (mil. di kWh) (3)	Epoca approssimativa di ultimazione dei lavori
	A) CATENA ALPINA						
1–4	Serbatoi e laghi del T. Inferno (*Alto Bionia*) ..	2,2	8,6	0,256	1.145,7	5,040	1915
5–8	Serbatoi del T. Casterino (*Alto Bionia*)	6,7	7,0	0,957	1.085,4	14,500	1915–1922
9	Le Mesce (*Bionia-Roia*)	1,5	54,4	0,0276	961,3	2,880	917
10	Moncenisio (Venaus) (*Dora Riparia*)	31,9	56,0	0,569	1.271,5	81,200	1923
11	Vargno (*Lys*)	1,1	3,9	0,282	541,1	1,192	1920
12	Gabiet (*Lys*)	4,4	11,5	0,383	1.257,6	11,060	1922
13	Gole di Gurzia (*Chiusella*)	1,6	140,0	0,0114	130,0	0,416	1926
14	Cignana (*Marmore-Dora Baltea*)........	16,0	12,4	1,290	1.423,5	45,600	1928
15	Avino (*Cairassa-Toce*)	6,4	5,5	1,163	629,1	8,040	1925
16–17	Codelago e Pian Boglio (*Devero-Toce*)	16,8	34,0	0,495	1299,6	43,670	1920–1921
18	Vannino (*Toce*)	8,0	11,0	0,727	1.627,1	26,000	1924
19	Busin (*Toce*)	3,7	5,0	0,740	1.627,1	12,060	1925
20	Obersee (*Toce*)	1,2	2,1	0,571	1.627,1	3,910	1925
21	Alpe Cavalli (*Ovesca*)	8,6	29,0	0,296	1.250,2	21,460	1925
22	Alpe Campliccioli (*Ovesca*)	8,9	34,0	0,262	1.100,5	19,600	1928
23	Antrona (*Ovesca*)	4,0	7,5	0,533	830,5	6,640	1925
24	Kastel (*Toce*)	9,6	7,5	1,280	1.409,6	27,000	1928
25	Lago di Ghirla (*Ticino*)........	0,8	38,0	0,0211	180,5	0,288	1898
26	Lago d'Elio (*Ticino*)	2,6	5,6	0,465	699,0	3,640	1911
27	Cancano Fraele (*Adda*)	20,0	34,5	0,580	821,6	32,864	1928
28	Venina (*Adda*)	9,5	8,3	1,145	721,8	13,700	1925
29	Truzzo (*Liro*)	15,6	10,0	1,560	1.810,5	56,488	1927
30	Tartano (Adda)	1,7	55,0	0,0309	498,6	1,700	1927
31	Pirola (*Màllero - Adda*)	1,9	1,2	1,580	563,4	2,140	1919
32	Sardegnana (*Brembo*)	2,1	28,0	0,075	600,0	2,520	1927
33	Lago Colombo (*Brembo*)	2,2	2,5	0,881	600,0	2,640	1927
34–35	L. Marcio e Pian del Becco (*Brembo*)	1,0	0,6	1,668	600,0	1,200	1925
36	Lago Nero						1926
37	Aviasco } (*Serio*)	4,0	4,2	0,903	1.338,3	10,700	1922
38	Campelli						1920
39	Sucotto { (*Serio*))	0,5	2,0	0,250	1.196,4	1,196	1923
40	Sernello						1926
41	L. d'Arno (*Oglio*)	31,7	53,0	0,598	1.394,1	88,400	1921
42	Salarno (*Oglio*)	10,4	20,5	0,507	1.551,9	32,340	1921–1927
43	Avio grande { (*Oglio*)	16,4	25,5	0,643	1.214,7	39,800	1921-1927
44	» piccolo						1922
45	Lago della Vacca (*Caffaro*)	2,0	1,3	1.540	762,5	3,050	1928
46	» delle Piazza (*Adige*)	6,0	31,6	0,190	604,4	7,240	1926
47	» di S. Croce (*Piave*)	120,0	(4) 1.300,0	0,0925	323,7	77,688	1925
48	» Morto (*Piave*)	3,0	25,0	0,120	280,2	1,681	1924
49	» Cavedine (*Sarca*)........	3,0	—	—	108,6	0,652	1909
50–51	» di Toblino e Massenza (*Sarca*)	2,1	—	—	108,6	0,456	—
52	» di Ledro (*Ponale*)	45,0	105,0	0,429	584,5	52,604	1929
53	Mollaro	1,0	1227,0	0,0008	123,8	0,247	1929
	TOTALI	435,1	3408,2			763,502	

(1) Nel presente elenco non sono riportati i serbatoi alpini ed appenninici di regolazione diurna.

(2) I salti utili complessivi qui riportati corrispondono, per ciascun serbatoio, alla somma dei salti medi di concessione disponibili nelle Centrali che utilizzano le acque del serbatoio considerato o direttamente, o mediante bacini di compensazione diurna o settimanale. Il massimo salto utile teorico, uguale alla somma dei salti disponibili in *tutte* le Centrali sottostanti al serbatoio considerato, sarà evidentemente maggiore del salto sopra definito e rappresenterà in ogni caso un limite superiore

Segue TABELLA XIV.

N.° d'ordine	SERBATOI (*e bacini idrografici*)	(I) Volume utile di invaso (mil. di m³)	(II) Bacino imbrifero contribuente km²	(I) : (II) Strato d'acqua equivalente alla capacità del serbatoio m	(III) Salto utile complessivo (attuale) m (2)	$\frac{(I) \times (III)}{500}$ Energia corrispondente al volume d'invaso (mil. di kWh) (3)	Epoca approssimativa di ultimazione dei lavori
	B) APPENNINO SETTENTRIONALE:						
1	Spigno Monferrato (*Bormida*)	2,2	67,5	0,0326	57,0	0,251	1925
2	Zerbino (*Orba*)	17,3	141,0	0,123	108,3	3,756	1925
3	Lavezze }						1883
4	Lago Lungo } (*Gorzente*)	11,5	17,5	0,658	372,0	8,560	1901
5	Badana }						1914
6–7	Giacopiane e Pian Sapeio (*Penna-Sturla*)	4,8	25,1	0,191	792,5	7,600	1925
8	Molato (*Tidone*)	12,0	83,0	0,145	136,0	3,260	1928
9	Lago Ballano }	1,2					
10	» Verde } (*Cedra-Enza*)	1,8	3,0	1,300	455,4	3,550	1908
11	» Verdarolo }	0,9					
12	Paduli di Lagastrello (*Enza*)	3,6	7,4	0,487	573,4	8,480	1911
13	Muschioso o Fontanaluccia (*Dolo-Secchia*)	2,7	80,0	0,0338	329,5	1,780	1928
14	Pávana (*Reno*)	0,9	41,0	0,0219	(5) 46,0	0,083	1927
15	Le Scalère (*Brasimone*)	5,9	30,0	0,197	483,3	5,700	1911
16	Corfino (*Serchio*)	0,8	25,0	0,032	310,1	0,469	1914
17	Pontecosi (*Serchio*)	2,3	295,0	0,0073	134,3	0,618	1925
18	Gangheri (*Turrite-Serchio*)	0,8	25,0	0,032	91,3	0,146	1922
	TOTALI	68,7	840,5			44,280	
	C) APPENNINO CENTRALE E MERIDIONALE:						
1	Quarto (*Savio*)	6,7	215,0	0,0312	90,3	1,212	1925
2	Furlo (*Candigliano Metauro*))	1,8	644,0	0,0028	53,5	0,192	1922
3	Scandarella (*Tronto*)	12,0	48,5	0,248	377,1	9,060	1924
4	Vulci (*Fiora*)	5,7	675,0	0,0084	44,0	0,501	1923
5	S. Domenico (*Sagittario-Pescara*)	1,2	12,0	0,100	339,5	0,815	1927
6	Letino (*Volturno*)	1,0	25,0	0,040	576,0	1,152	1910
7	Lago Matese (*Volturno*)	15,0	—	—	832,0	24,960	1923
8	Muro Lucano (*Sele*)	8,0	35,0	0,228	163,5	2,616	1917
9	Ampollino-Trepidò (*Neto*)	61,0	78,5	0,778	404,8	49,386	1927
10	S. Giacomo	2,0	2,6	0,77	48,6	0,195	1929
	TOTALI	114,4	1.735,6			90,089	
	D) ISOLE:						
1	Piana dei Greci (*Belice*)	21,0	42,5	0,495	475,0	19,950	1924
2	S. Chiara d'Ula (*Tirso*)	374,0	2.082,0	0,180	56,4	42,188	1923
3	Coghinas (*Coghinas*)	242,0	1.900,0	0,127	90,3	43,700	1927
	TOTALI	637,0	4.024,5			105,838	
	TOTALI COMPLESSIVI	1.255,2	10.008,8			1.003,749	

praticamente non raggiungibile in causa del ritardo che intercede fra l'erogazione dal serbatoio e l'arrivo della portata erogata ai sottostanti impianti.

(3) Il valore qui riportato per ogni serbatoio corrisponde all'energia potenziale dell'invaso utile determinata in base al salto utile complessivo indicato nella colonna precedente e ad un coefficiente medio di rendimento (complessivo) degli impianti pari al 73,5 % circa.

Per ottenere l'*energia* effettivamente ritraibile (in un anno) da ogni serbatoio, bisognerebbe conoscere anche il numero di volte che il serbatoio stesso viene vuotato (nell'anno) e il rendimento reale degli impianti di utilizzazione ad esso relativi.

(4) Valore approssimativo probabile.

(5) Utilizzazione provvisoria.

Fonti: *UNFIEL* e *Servizio Idrografico*.

Tutto questo non toglie valore ai numerosi serbatoi già costruiti, i quali adempiono a funzioni utilissime, come sarà detto al capitolo relativo agli impianti termici.

La Tabella XIV dà l'elenco dei serbatoi italiani a scopo industriale esistenti in Italia al 31 dicembre 1929. La Tabella XV è il diagramma IV indicano quale è stato l'incremento dei serbatoi in questi ultimi anni. Nella Tabella XVI sono precisati i dati dei serbatoi attualmente in costruzione.

Gli impianti termici. Uno degli argomenti più importanti e meglio svolti nell'ultimo Congresso della UNFIEL fu quello della produzione termica. Ormai tale problema è posto da noi in prima linea, e per diverse ragioni.

Secondo i calcoli dell'ing. Ferrerio, relatore al Congresso sull'argomento, in grandi centrali situate

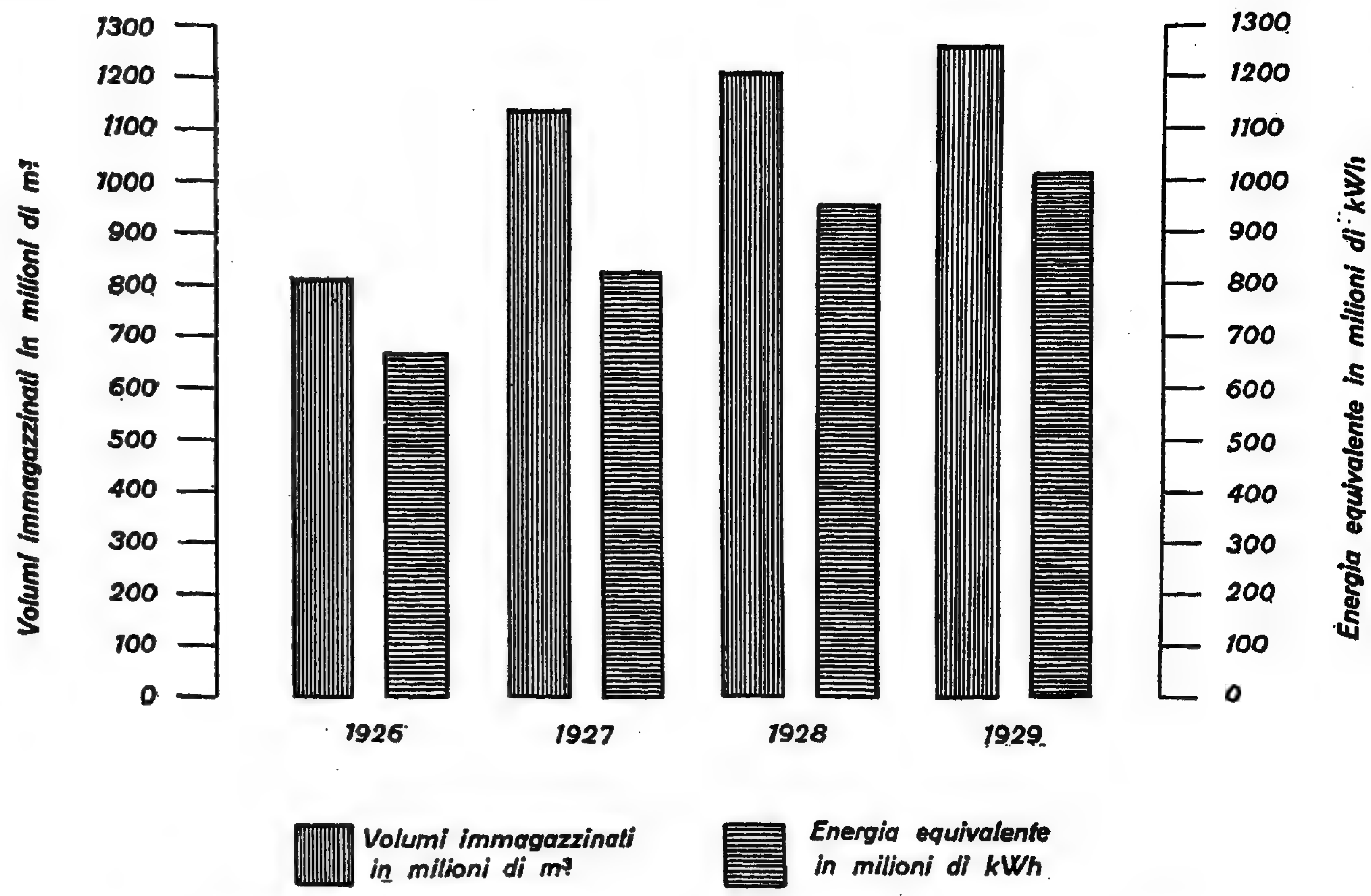


Diagramma IV. - Incremento dei serbatoi dal 1926 al 1929.

TABELLA XV.

INCREMENTO DEI SERBATOI.

GRUPPI OROGRAFICI	Situazione dei serbatoi esistenti al 31 dicembre								
	1927			1928			1929		
	N.° serbatoi	Capacità complessiva (mil. m³)	Energia equivalente complessiva mil. kWh	N.° serbatoi	Capacità complessiva (mil. m³)	Energia equivalente complessiva mil. kWh	N.° serbatoi	Capacità complessiva (mil. m³)	Energia equivalente complessiva mil. kWh
Catena alpina	46	332,6	582,178	51	389,1	709,691	53	435,1	763,502
Appennino settentrionale	16	54,0	39,240	18	68,7	44,280	18	68,7	44,280
Appennino centrale e meridionale	9	112,4	89,894	9	112,4	89,894	10	114,4	90,088
Isole	3	637,0	105,838	3	637,0	105,838	3	637,0	105,838
TOTALI..........	74	1.136,0	817,100	81	1.207,2	950,703	84	1255,2	1003,749

Fonti: *UNFIEL* e *Servizio Idrografico.*

TOTALE XVI.

SERBATOI IN COSTRUZIONE AL 31 DICEMBRE 1929.

CARATTERISTICHE	Serbatoi che verranno ultimati entro il 1930				Serbatoi che verranno ultimati entro il 1931				Serbatoi che verranno ultimati entro il 1932 ed oltre			
	Italia Settentrionale	Italia Centrale	Italia Merid. e Insular.	Totale	Italia Settentrionale	Italia Centrale	Italia Merid. e Insular.	Totale	Italia Settentrionale	Italia Centrale	Italia Merid. e Insular.	Totale
N° dei Serbatoi	8	2	—	10	7	—	1	8	3	—	1	4
Capacità utile (in milioni di m³)	99,8	1,9	—	101,7	144,8	—	60,0	204,8	65,5	—	5,0	70,5
Energia corrispondente (in milioni di kWh) ..	208,434	0,586	—	209,020	207,246	—	48,576	255,822	87,960	—	1,932	89,893

Fonte: *UNFIEL.*

in porti di mare si può oggi ottenere il kWh ad un costo sensibilmente uguale a quello ottenibile con la produzione idraulica, se la zona di consumo è vicina e la sorgente idroelettrica lontana. Siamo quindi ormai a quel limite che mette in campo la concorrenza del vapore all'impianto idraulico. Di questo fatto non possono non preoccuparsi le imprese elettriche, premute da ogni parte perchè i prezzi di vendita non vengano aumentati e poste davanti alla certezza (1) che gli impianti idroelettrici costeranno sempre di più. Se poi si considera la possibilità della concorrenza termica, la preoccupazione cresce ancora.

E quindi un fatto naturale che in questo momento il problema attiri la maggiore attenzione dell'industria. Le grandi centrali termiche moderne adempiono a più d'una funzione. Esse permettono di fronteggiare l'incremento del consumo dopo esaurite le disponibilità idroelettriche, differendo la costruzione di nuove centrali che possono così esser bene utilizzate non appena costruite; permettono anche, lavorando in parallelo con impianti idraulici, di valorizzare l'energia discontinua che questi ultimi possono produrre. La loro produzione può poi diminuire ancora di costo quando, com'è il caso dell'Italia, esse possano essere integrate da impianti idraulici a serbatoio; il che permette di far marciare il macchinario termico in modo continuo ed a carico costante. È questa una funzione degli impianti a serbatoio che fra qualche anno potrà assumere grande importanza.

Non meno grave preoccupazione è la possibilità che il progresso *termodinamico* si accentui ancora più. Le macchine più moderne sono giunte ad utilizzare il 35 % delle calorie ricavabili dal combustibile: non è impossibile che fra qualche anno l'utilizzazione migliori ancora, e che nuovi tipi di macchine termiche (turbine a vapore di mercurio od a gas) vengano a sconvolgere ancora le nostre idee in proposito.

Questo problema va seriamente studiato, senza preconcetti di sorta. Come giustamente rilevava l'Ing. Ferrerio, la prospettiva non è rosea per l'Italia, povera di combustibili: appunto per questo bisogna prepararsi in tempo e guardare in viso la realtà e sopratutto non nascondere la verità.

I combustibili nazionali.

Spetta al secondo Congresso della UNFIEL, e particolarmente all'Ing. Prinetti relatore sull'argomento, il merito di aver documentato con precisione quanto già era nell'animo dei più: che il nostro patrimonio di combustibili per modesta importanza e per qualità non potrà mai dare un serio aiuto alla produzione d'energia elettrica. Secondo i calcoli dell'Ing. Prinetti noi abbiamo disponibili dai 270 ai 300 milioni di tonnellate di lignite: di queste si potrebbero estrarre, praticamente, due milioni e mezzo di tonnellate all'anno delle quali due milioni disponibili per centrali termoelettriche, corrispondenti ad una produzione di 400 milioni di kWh. In poco più di un secolo le nostre risorse sarebbero esaurite.

Bastano queste cifre per sfatare tutti i numerosi castelli in aria che da qualche anno si vanno costruendo, spesso anche da incompetenti, sull'utilizzazione dei nostri combustibili. I quali possono invece costituire un materiale prezioso per la produzione di alcune materie prime per l'industria chimica, che oggi ricaviamo da carboni esteri quando addirittura non li compriamo già fatti fuori d'Italia.

Le centrali termiche esistenti.

La Tabella XVII fornisce i dati generali sugli impianti termici italiani: la Tabella XVIII dà i dati aggiornati sulle grandi centrali moderne italiane.

(1) Vedasi la Memoria presentata in proposito dall'ing. Roncaldier al secondo Congresso della Unfiel.

TABELLA XVII.

IMPIANTI DI PRODUZIONE TERMOELETTRICI.

REGIONI	Numero delle Centrali censite: dal Servizio Idrografico			Numero delle Centrali censite: dalla « Unfiel »				Potenza in kW. (installata) Servizio Idrografico			Potenza in kW. (efficente) « Unfiel »				(efficente) totale probabile
	1926	1927	1928	1926	1927	1928	1929	1926	1927	1928	1926	1927	1928	1929	1929
Italia Settentrionale	96	114	143	61	62	69	92	302.929	324.550	343.545	262.806	271.846	330.617	414.410	470.000
Italia Centrale	27	29	29	17	17	16	23	150.837	150.292	178.897	125.238	165.425	173.445	192.195	202.000
Italia Meridionale	28	29	36	26	26	29	33	64.686	81.679	81.797	58.714	52.445	65.290	72.481	96.000
Italia Insulare	11	12	18	21	21	21	23	36.816	41.716	41.211	35.114	35.446	33.049	42.574	52.000
TOTALE REGNO ..	162	184	226	125	126	135	171	555.268	598.237	645.450	481.872	525.162	602.401	721.660	820.000

Fonti: *UNFIEL - Servizio Idrografico.*

TABELLA XVIII.

DATI CARATTERISTICI DELLE GRANDI CENTRALI TERMICHE MODERNE ITALIANE.

LOCALITÀ	Potenza prevista a centrale completa kW	Potenza in atto Dicembre 1929 kW	Pressione del vapore in caldaia kg/cm².	Temperat. del vapore ai turbo C.°	Combustibile impiegato	Sistema di alimentazione del combustibile
Genova	176.000	53.000	32	420	Carbone	Griglie Taylor
Livorno	100.000	42.000	32	375	Carbone polveriz.	Bruciatori Lopulco
Napoli	98.000	48.600	26	380	Nafta	Polverizzatori meccan. Mejani
Piacenza	48.000	24.000	35 e 14	300	Nafta	Polverizzazione meccanica previo riscaldamento
Turbigo	120.000	30.000	30	375	Carbone	Griglie automatiche Ryley
Venezia	139.000	37.000	28	375	Carbone	Griglie meccaniche
TOTALE GENER.	681.000	234.600	—	—	—	—

Fonte: *UNFIEL.*

Il diagramma V dà l'andamento della potenza degli impianti termici dal 1920 al 1929, il diagramma VI fornisce i dati della potenza termica suddivisa per Regione.

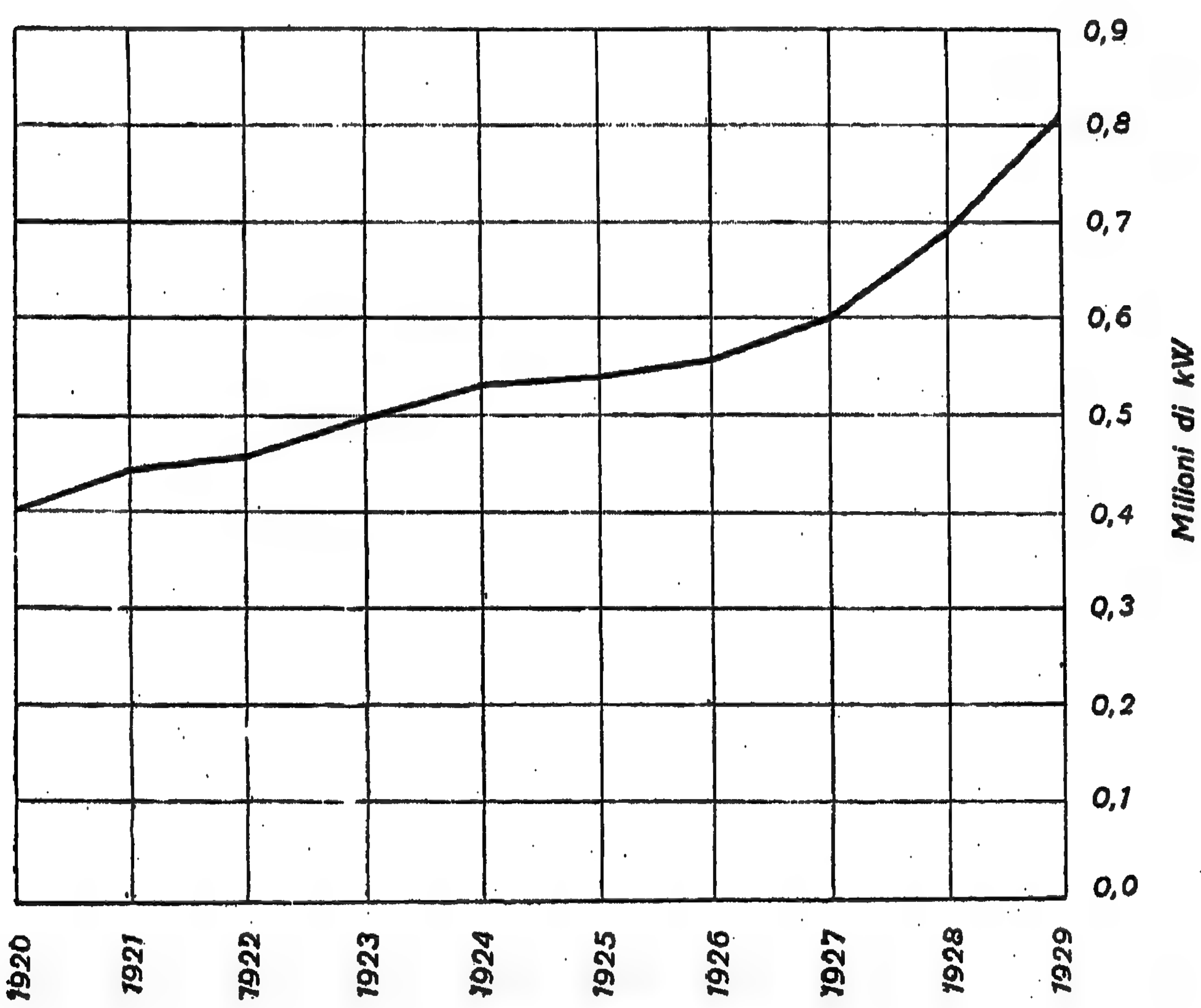


Diagramma V.
Incremento degli impianti termici dal 1920 al 1929.

Impiego diretto dell'energia termica.

A quanto ebbi occasione di dire nella Memoria dedicata al 1928, poco v'è da aggiungere, mancando dati precisi in proposito.

Va invece fatto cenno di una più intensa propaganda fatta negli ultimi mesi a favore del motore Diesel presso le industrie.

Nel Congresso della UNFIEL più volte citato l'ing. Mainardis ha esposto con chiarezza lo stato attuale della questione ed i suoi futuri possibili sviluppi. Il progresso del motore Diesel, come applicabile a potenze modeste, è innegabile: ma certamente molti dei suoi vantaggi sono interessatamente esagerati dalle ditte costruttrici.

I vantaggi reali si possono riassumere nell'*autonomia :* molti svantaggi, oltre alla necessità di un considerevole anticipo di capitali, vanno messi tuttavia in bilancia nel confronto fra l'adozione d'un motore Diesel autonomo e l'impiego d'energia attinta da una rete. L'Ing. Mainardis ha posto in evidenza i principali difetti dell'impianto Diesel: necessità di commisurare la potenza del motore con abbondanza nel caso ove occorrano ampliamenti, maggiori alee, necessità di personale specializzato, ecc. La più importante fra le circostanze che rendono illusorie le promesse di costruttori è la considerevole caduta del rendimento del Diesel quando venga impiegato a carichi fortemente variabili.

Non è qui il luogo di diffondersi su questo problema; è certo che chi finora ha creduto di avvantaggiarsi adottando un Diesel

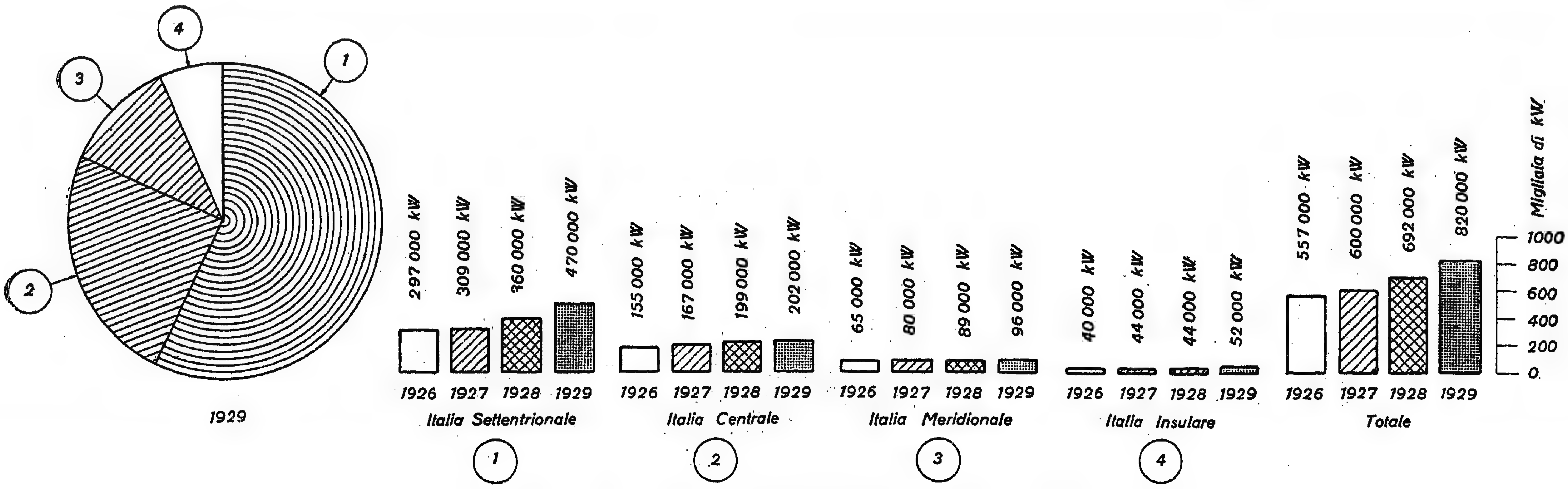


Diagramma VI. - Impianti termici suddivisi per Regione.

è andato incontro a disillusioni. Non è sui dati scheletrici ed abilmente scelti di un Bollettino di garanzia che si può giudicare dei risultati *pratici* d'un esercizio qual'è quello di un motore a combustione interna. Ho voluto far cenno anche alla concorrenza che il Diesel comincia a fare all'energia elettrica sia a conforto di quanto ho detto sopra intorno alle incognite del futuro nel campo della produzione termica, sia per rilevare, se pur ve n'ha più bisogno, che l'industria elettrica non è affatto monopolistica, ma subisce come tante altre la concorrenza di altri mezzi di produzione.

IV. – GLI IMPIANTI FERROVIARI

Centrali che alimentano la rete ferroviaria.

Le Centrali, private o di proprietà delle FF. SS., che alimentano la rete di queste ultime, sono le medesime descritte nella Memoria dedicata al 1928 (Tab. XXXI, XXXII).

TABELLA XIX.

POTENZA COMPLESSIVA DELLE DIVERSE CENTRALI CHE ALIMENTANO LE RETI ELETTRIFICATE DELLE FF. SS.

	Potenza del macchinario			
	installato per le FF. SS.		funzionante per le FF. SS.	
	kW	kVA	kW	kVA
Energia idraulica ..	180.490	234.250	113.000	147.600
Energia termica ..	23.000	30.200	—	—

Fonte: *Relazione del bilancio* 1928-29, *Ministero delle Comunicazioni* (*Ferrovie dello Stato*).

TABELLA XX.

CONSISTENZA DEGLI IMPIANTI DI ELETTRIFICAZIONE DELLE FF. SS.

OGGETTO	Unità	30/VI/27	30/VI/28	30/VI/29 (1)
Lunghezza d'esercizio	km	957,1	1.175,8	1.625,1
Binari elettrificati ..	»	2.438,6	2.726,1	3.289,1
Condutture primarie per trasp. energia:				
in terna aerea ...	»	1.978,–	2.076,6	2.739,8
in cavo trifase...	»	122,2	122,2	122,6
Coppie di fili telefonici	»	5.166,7	6.041,5	6.960,2
Sottostazioni di trasformazione	N°	48	57	76
Potenza relativa	kVA	174.400	217.250	309.380
Sottostaz. ambulanti	N°	11	11	17
Potenza relativa	kVA	22.400	22.930	36.430
Linee d'alimentazione apparten. a privati	km	1.866,–	1.866,–	1.866,–

(1) Questi dati comprendono anche le linee a carattere tranviario del Trentino.

Fonte: *Relazione del Bilancio* 1929, *Min. delle Comunicazioni* (Ferr. dello Stato).

La potenza complessiva, al 30 giugno 1929, era fornita come è indicato alla Tabella XIX.

La consistenza degli impianti di elettrificazione è data dalla Tabella XX.

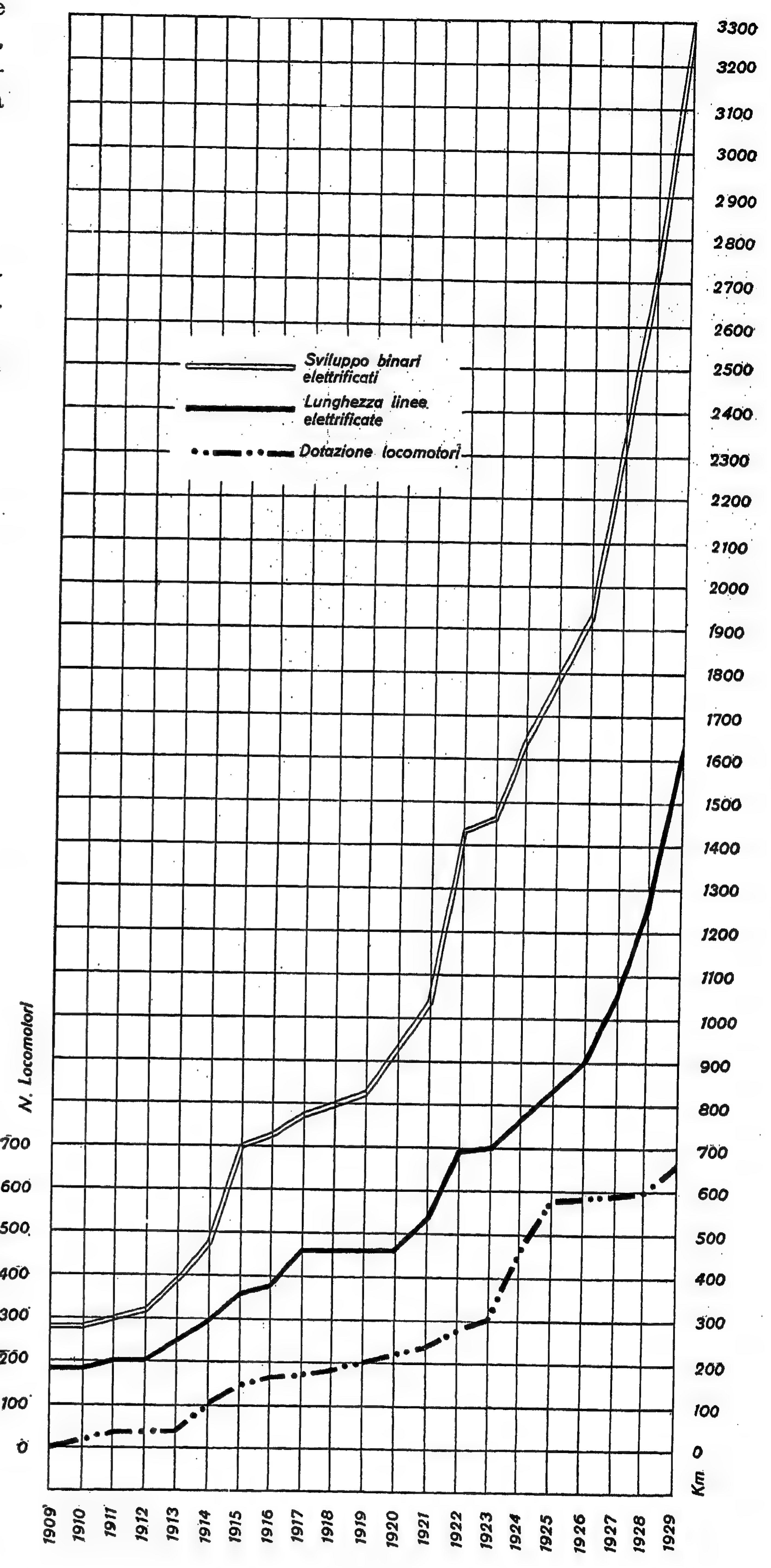


Diagramma VII.

Sviluppo delle linee elettrificate e variazioni del parco locomotori durante gli esercizi 1909-1910 e 1928-1929.

Il diagramma VII indica il rapido sviluppo nell'elettrificazione ferroviaria effettuatosi in Italia in questi ultimi anni.

Notevole, nella cronaca dell'anno, la convenzione delle FF. SS. colle Ferrovie federali svizzere per l'esercizio a trazione monofase del tronco Domodossola - Confine, effettuato ed esercito (in base alla Convenzione pel Sempione) da queste ultime.

TABELLA XXI.

ENERGIA ELETTRICA EROGATA DALLE CENTRALI DI PRODUZIONE DI PROPRIETÀ DELLE FERROVIE DELLO STATO.

CENTRALI	Esercizio 1926-27	Esercizio 1927-28	Esercizio 1928-29
Morbegno (Idroelettrica)			
a) per la trazione elettrica delle linee Valtellinesi	9.990.570	7.405.100	12.841.550
b) ceduta alla Soc. Edison, utilizzata per la linea Monza-Lecco	3.853.385	4.167.880	20.160.890
c) utilizzata dalla Soc. Edison	3.329.565	—	—
TOTALE	17.173.520	11.572.980	33.002.440
Bardonecchia (Idroelettrica)			
a) prodotta direttamente	48.296.148	42.479.425	46.570.380
b) trasformata a 16,7 periodi	2.785.502	2.829.435	(1) 4.050.900
TOTALE	51.081.650	45.308.860	50.621.280
c) prodotta con il vecchio impianto a 50 periodi	1.296.651	1.175.330	(2) 4.785.458
Sagittario (Idroelettrica)			
a) per la trazione elettrica sulla Roma P. Avezzano	—	—	5.193.850
b) ceduta alla Soc. Meridionale di Elettricità	—	49.058.500	46.423.750
c) ceduta alla Azienda Elettrica Governatoriale	—	—	33.000
d) per i servizi ausiliari	—	—	341.150
Chiappella (Termoelettrica)			
a) di sussidio agli altri impianti	707.508	14.000	576.980
Padana (Idroelettrica)			
a 16,7 periodi	1.770.500	14.595.000	11.491.000
a 50 periodi	—	20.430	535.860
TOTALE GENERALE	72.029.829	121.745.100	153.004.768

(1) Tali kWh 4.050.900 furono ricavati dalla conversione a 16,7 periodi dell'energia a frequenza industriale ricevuta in servizio scambio dalla Centrale di Chiomonte dell'Azienda Elettrica Municipale di Torino.

(2) Utilizzata per i servizi ausiliari della Centrale, per i cantieri di lavoro della diga di Rochemolles e per l'Azienda Elettrica Municipale di Torino in ricambio dei kWh 4.050.900 di cui alla nota (1).

Fonte: *Relazione del Bilancio* 1928-1929. *Ministero delle Comunicazioni* (Ferrovie dello Stato).

TABELLA XXII.

ENERGIA ELETTRICA EROGATA ALLE FERROVIE DELLO STATO DALLE SOCIETÀ PRIVATE.

SOCIETÀ	Esercizio 1926-27	Esercizio 1927-28	Esercizio 1928-29
Cieli :			
Centrali idrauliche	105.640.320	109.764.187	122.381.866
Centrali termiche	2.088.625	—	3.172.750
Edison :			
Centrale di Robbiate	7.205.210	9.964.460	5.884.820
Centrale di Pallanzeno, attraverso Arquata	23.782.000	30.072.750	30.378.000
Dinamo :			
Centrali di Varzo e Piedimulera	13.118.747	13.738.854	14.342.977
Az. Elettr. Municipale di Torino :			
attraverso la Centrale di Bardonecchia	2.785.502	2.775.435	(1) 4.050.900
attraverso le Centrali del Gruppo « Cieli »	—	—	—
Torbiere D'Italia:			
Centrale di Torre del Lago	18.328.583	1.703.616	—
Adamello e Ozola :			
Centrale di Predare e Ligonchio	3.011.400	28.924.640	32.769.046
Interregionale Cisalpina :			
attraverso Bologna	263.680	14.857.309	17.938.875
Adriatica :			
attraverso Bologna	—	12.003.670	12.896.231
Meridionale di Elettricità			
Centrali varie	4.707.628	8.104.135	14.319.025
Selt :			
Centrale di Livorno (Termoelett.)	—	237.940	10.520.503
Idroelettrica del Vizze :			
Centrale di Prati	—	—	1.790.000
TOTALI	180.931.695	232.146.996	(2) 266.394.093

(1) Avuta in servizio scambio e già conteggiata nella produzione a 16,7 periodi della Centrale di Bardonecchia.

(2) Nel totale non è compresa l'energia fornita all'A.E.M. per quanto detto alla nota (1).

Fonte: *Relazione del Bilancio* 1928-1929, *Ministero delle Comunicazioni* (Ferrovie dello Stato).

Riassunto generale dell'energia prodotta nelle annate 1928-1929

ITALIA SETTENTRIONALE

Tabella XXIII

MESE	ENERGIA PRODOTTA ED IMPORTATA IN kWh						DIFFERENZE			PERCENTUALI		
	Idraulica		Termica		Complessiva		Idraulica	Termica	Complessiva	Idraulica	Termica	Complessiva
	1928	1929	1928	1929	1928	1929						
Gennaio	468.219.694	546.097.111	5.650.063	18.866.258	473.869.757	564.963.369	+ 77.877.417	+ 13.216.195	+ 91.093.612	+ 16,63	+ 233,91	+ 19,22
Febbraio	438.870.838	490.076.742	5.688.962	22.232.404	444.559.800	512.309.146	+ 51.205.904	+ 16.543.442	+ 67.749.346	+ 11,67	+ 290,80	+ 15,24
Marzo	479.298.688	471.325.294	6.925.711	39.216.595	486.224.399	510.541.889	— *7.973.394*	+ 32.290.884	+ 24.317.490	— *1,66*	+ 466,25	+ 5,00
Aprile	468.934.814	490.194.429	2.999.171	19.266.483	471.933.985	509.460.912	+ 21.259.615	+ 16.267.312	+ 37.526.927	+ 4,53	+ 542,39	+ 7,95
Maggio	551.073.073	578.547.709	2.896.196	4.126.782	553.969.269	582.674.491	+ 27.474.636	+ 1.230.586	+ 28.705.222	+ 4,98	+ 42,49	+ 5,18
Giugno	555.749.630	604.546.839	2.956.754	3.291.418	558.706.384	607.838.257	+ 48.797.209	+ 334.664	+ 49.131.873	+ 8,78	+ 11,32	+ 8,79
Luglio	592.918.482	657.693.752	3.281.840	8.253.239	596.200.322	665.946.991	+ 64.775.270	+ 4.971.399	+ 69.746.669	+ 10,92	+ 151,48	+ 11,70
Agosto	576.727.628	616.766.003	5.061.294	7.005.709	581.788.922	623.771.712	+ 40.038.375	+ 1.944.415	+ 41.982.790	+ 6,94	+ 38,42	+ 7,22
Settembre	574.773.640	608.714.889	7.042.365	9.680.484	581.816.005	618.395.373	+ 33.941.249	+ 2.638.119	+ 36.579.368	+ 5,91	+ 37,46	+ 6,29
Ottobre	603.241.238	625.459.545	5.264.325	13.944.315	608.505.563	639.403.860	+ 22.218.307	+ 8.679.990	+ 30.898.297	+ 3,68	+ 164,88	+ 5,08
Novembre	582.605.307	567.251.776	3.986.525	9.012.528	586.591.832	576.264.304	— *15.353.531*	+ 5.026.003	— *10.327.528*	— *2,63*	+ 126,07	— *1,76*
Dicembre	553.627.829	537.370.364	4.714.356	12.122.417	558.342.185	549.492.781	— *16.257.465*	+ 7.408.061	— *8.849.404*	— *2,93*	+ 157,14	— *1,59*
Totali	6.446.040.861	6.794.044.453	56.467.562	167.018.632	6.502.508.423	6.961.063.085	+ 348.003.592	+ 110.551.070	+ 458.554.662	+ 5,40	+ 195,78	+ 7,05

ITALIA CENTRALE

MESE	Idraulica 1928	Idraulica 1929	Termica 1928	Termica 1929	Complessiva 1928	Complessiva 1929	Diff. Idraulica	Diff. Termica	Diff. Complessiva	Perc. Idraulica	Perc. Termica	Perc. Complessiva
Gennaio	120.374.169	131.314.877	8.503.659	11.290.409	128.877.828	142.605.286	+ 10.940.708	+ 2.786.750	+ 13.727.458	+ 9,09	+ 32,77	+ 10,65
Febbraio	119.194.665	110.197.754	7.559.303	9.919.046	126.753.968	120.116.800	— *8.996.911*	+ 2.359.743	— *6.637.168*	— *7,55*	+ 31,22	— *5,23*
Marzo	123.029.730	125.768.680	7.897.611	12.702.163	130.927.341	138.470.843	+ 2.738.950	+ 4.804.552	+ 7.543.502	+ 2,23	+ 60,83	+ 5,76
Aprile	116.199.666	128.864.273	7.187.054	11.481.967	123.386.720	140.346.240	+ 12.664.607	+ 4.294.913	+ 16.959.520	+ 10,90	+ 59,76	+ 13,74
Maggio	116.663.268	127.802.404	8.380.820	8.820.908	125.044.088	136.623.312	+ 11.139.136	+ 440.088	+ 11.579.224	+ 9,55	+ 5,25	+ 9,26
Giugno	104.835.981	120.989.535	7.188.201	7.977.092	112.024.182	128.966.627	+ 16.153.554	+ 788.891	+ 16.942.445	+ 15,41	+ 10,97	+ 15,12
Luglio	101.552.696	113.215.404	8.195.640	8.238.977	109.748.336	121.454.381	+ 11.662.708	+ 43.337	+ 11.706.045	+ 11,48	+ 0,53	+ 10,66
Agosto	88.110.270	106.704.742	8.182.198	9.968.160	96.292.468	116.672.902	+ 18.594.472	+ 1.785.962	+ 20.380.434	+ 21,10	+ 21,83	+ 21,16
Settembre	89.781.511	98.807.205	8.428.243	10.485.730	98.209.754	109.292.935	+ 9.025.694	+ 2.057.487	+ 11.083.181	+ 10,05	+ 24,41	+ 11,28
Ottobre	101.248.091	109.025.790	9.129.324	16.763.900	110.377.415	125.789.690	+ 7.777.699	+ 7.634.576	+ 15.412.275	+ 7,68	+ 83,63	+ 13,96
Novembre	123.592.094	133.114.882	8.509.096	13.060.665	132.101.190	146.175.547	+ 9.552.788	+ 4.551.569	+ 14.074.357	+ 4,26	+ 53,49	+ 10,65
Dicembre	125.773.637	137.362.729	9.013.771	10.400.399	134.787.408	147.763.128	+ 11.589.092	+ 1.386.628	+ 12.975.720	+ 7,70	+ 15,38	+ 9,63
Totali	1.330.355.778	1.443.168.275	98.174.920	131.109.416	1.428.530.698	1.574.277.691	+ 112.812.497	+ 32.934.496	+ 145.746.993	+ 8,48	+ 33,55	+ 10,20

ITALIA MERIDIONALE

MESE	Idraulica 1928	Idraulica 1929	Termica 1928	Termica 1929	Complessiva 1928	Complessiva 1929	Diff. Idraulica	Diff. Termica	Diff. Complessiva	Perc. Idraulica	Perc. Termica	Perc. Complessiva
Gennaio	64.499.857	80.623.700	1.806.505	2.285.656	66.306.362	82.909.356	+ 16.123.843	+ 479.151	+ 16.602.994	+ 25,00	+ 26,52	+ 25,04
Febbraio	64.634.460	64.401.759	1.985.009	5.011.122	56.619.469	69.412.881	— *232.701*	+ 3.026.113	+ 2.793.412	— *0,36*	+ 152,45	+ 4,19
Marzo	67.605.105	77.683.719	2.252.191	2.987.362	69.857.296	80.671.081	+ 10.078.614	+ 735.171	+ 10.813.785	+ 14,91	+ 32,64	+ 15,48
Aprile	64.005.470	74.113.800	1.646.105	2.116.627	65.651.575	76.230.427	+ 10.108.330	+ 470.522	+ 10.578.852	+ 15,79	+ 28,58	+ 16,11
Maggio	63.963.998	77.222.798	1.581.639	1.851.411	65.545.637	79.074.209	+ 13.258.800	+ 269.772	+ 13.528.572	+ 20,72	+ 17,06	+ 20,64
Giugno	60.364.040	70.032.036	5.451.277	2.463.090	65.815.317	72.495.126	+ 9.667.996	— *2.988.187*	+ 6.679.809	+ 16,02	— *54,81*	+ 10,15
Luglio	53.595.204	73.705.541	6.224.288	2.071.479	59.819.492	75.777.020	+ 20.110.337	— *4.152.809*	+ 15.957.528	+ 37,52	— *66,72*	+ 26,67
Agosto	44.852.532	75.913.795	17.325.400	4.390.320	62.177.932	80.304.115	+ 31.061.263	— *12.935.080*	+ 18.126.183	+ 69,25	— *74,66*	+ 29,15
Settembre	54.727.773	69.648.497	11.313.882	4.613.074	66.041.655	74.261.571	+ 14.920.724	— *6.700.808*	+ 8.219.916	+ 27,26	— *59,22*	+ 12,45

Luglio	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]						
Agosto	44.852.532	75.[illegible]13.795	17.325.400	4.390.320	62.177.932	80.304.1[illegible]	+ 31.061.263	— *12.935.080*	+ 18.126.183	+ 69,25	— *74,66*	+ 29,15
Settembre	54.727.773	69.648.497	11.313.882	4.613.074	66.041.655	74.261.571	+ 14.920.724	— *6.700.808*	+ 8.219.916	+ 27,26	— *59,22*	+ 12,45
Ottobre	57.622.024	77.483.546	8.750.222	4.945.736	66.372.246	82.429.282	+ 19.861.522	— *3.804.486*	+ 16.057.036	+ 34,47	— *43,48*	+ 24,19
Novembre.....	63.177.629	83.415.795	5.284.241	2.665.725	68.461.870	86.081.520	+ 20.238.166	— *2.618.516*	+ 17.619.650	+ 32,03	— *49,55*	+ 25,74
Dicembre	72.816.546	87.067.212	3.694.748	2.115.805	76.511.294	89.183.017	+ 14.250.666	— *1.578.943*	+ 12.671.723	+ 19,57	— *42,73*	+ 16,56
TOTALI	731.864.638	911.312.198	67.315.507	37.517.407	799.180.145	948.829.605	+ 179.447.560	— *29.798.100*	+ 149.649.460	+ 24,52	— *44,26*	+ 18,72

ITALIA INSULARE

Gennaio	16.228.619	18.410.525	3.196.851	3.855.498	19.425.470	22.266.023	+ 2.181.906	+ 658.647	+ 2.840.553	+ 13,44	+ 20,60	+ 14,62
Febbraio	16.150.526	16.708.752	2.690.347	3.458.588	18.840.873	20.167.340	+ 558.226	+ 768.241	+ 1.326.467	+ 3,46	+ 28,55	+ 7,04
Marzo	18.540.629	19.981.676	2.181.537	1.648.546	20.722.166	21.630.222	+ 1.441.047	— *532.991*	+ 908.056	+ 7,77	— *24,43*	+ 4,38
Aprile	18.942.566	18.113.559	814.188	2.299.459	19.756.754	20.413.018	— *829.007*	+ 1.485.271	+ 656.264	— *4,37*	+ 182,42	+ 3,32
Maggio	18.988.162	18.068.648	780.516	3.424.360	19.768.678	21.493.008	— *919.514*	+ 2.643.844	+ 1.724.330	— *4,84*	+ 338,73	+ 8,72
Giugno	19.617.819	17.887.977	1.121.917	3.630.116	20.739.736	21.518.093	— *1.729.842*	+ 2.508.199	+ 778.357	— *8,82*	+ 223,56	+ 3,75
Luglio	18.084.461	17.427.002	2.633.210	4.817.577	20.717.671	22.244.579	— *657.459*	+ 2.184.367	+ 1.526.908	— *3,63*	+ 82,95	+ 7,37
Agosto........	18.242.688	18.482.418	3.462.156	4.901.094	21.704.844	23.383.512	+ 239.730	+ 1.438.938	+ 1.678.668	+ 1,31	+ 41,56	+ 7,73
Settembre	15.106.385	16.023.757	2.568.202	5.965.884	17.674.587	21.989.641	+ 917.372	+ 3.397.682	+ 4.315.054	+ 6,07	+ 132,30	+ 24,41
Ottobre	15.999.655	15.766.367	3.199.567	4.627.438	19.199.222	20.393.805	— *233.288*	+ 1.427.871	+ 1.194.583	— *1,46*	+ 44,63	+ 6,22
Novembre.....	16.480.930	14.676.198	4.032.599	5.821.014	20.513.529	20.497.212	— *1.804.732*	+ 1.788.415	— *16.317*	— *10,95*	+ 44,35	— *0,08*
Dicembre	18.824.203	20.392.509	3.696.430	4.693.882	22.520.633	25.086.391	+ 1.568.306	+ 997.452	+ 2.565.758	+ 8,33	+ 26,98	+ 11,39
TOTALI	211.206.643	211.939.388	30.377.520	49.143.456	241.584.163	261.082.844	+ 732.745	+ 18.765.936	+ 19.498.681	+ 0,35	+ 61,77	+ 8,07

RIASSUNTO GENERALE MENSILE

Gennaio	669.322.339	776.446.213	19.157.078	36.297.821	688.479.417	812.744.034	+ 107.123.874	+ 17.140.743	+ 124.264.617	+ 16,00	+ 89,47	+ 18,05
Febbraio	638.850.489	681.385.007	17.923.621	40.621.160	656.774.110	722.006.167	+ 42.534.518	+ 22.697.539	+ 65.232.057	+ 6,66	+ 126,63	+ 9,93
Marzo	688.474.152	694.759.369	19.257.050	56.554.666	707.731.202	751.314.035	+ 6.285.217	+ 37.297.616	+ 43.582.833	+ 0,91	+ 193,68	+ 6,16
Aprile	668.082.516	711.286.061	12.646.518	35.164.536	680.729.034	746.450.597	+ 43.203.545	+ 22.518.018	+ 65.721.563	+ 6,46	+ 178,06	+ 9,65
Maggio	750.688.501	801.641.559	13.639.171	18.223.461	764.327.672	819.865.020	+ 50.953.058	+ 4.584.299	+ 55.537.348	+ 6,79	+ 33,61	+ 7,27
Giugno	740.567.470	813.456.387	16.718.149	17.361.716	757.285.619	830.818.103	+ 72.888.917	+ 643.567	+ 73.532.484	+ 9,84	+ 3,85	+ 9,71
Luglio	766.150.843	862.041.699	20.334.978	23.381.272	786.485.821	885.422.971	+ 95.890.856	+ 3.046.294	+ 98.937.150	+ 12,51	+ 14,98	+ 12,58
Agosto........	727.933.118	817.866.958	34.031.048	26.265.283	761.964.166	844.132.241	+ 89.933.840	— *7.765.765*	+ 82.168.075	+ 12,35	— *22,82*	+ 10,78
Settembre	734.389.309	793.194.348	29.352.692	30.745.172	763.742.001	823.939.520	+ 58.805.039	+ 1.392.480	+ 60.197.519	+ 8,01	+ 4,74	+ 7,88
Ottobre	778.111.008	827.735.248	26.343.438	40.281.389	804.454.446	868.016.637	+ 49.624.240	+ 13.937.951	+ 63.562.191	+ 6,38	+ 52,91	+ 7,90
Novembre.....	785.855.960	798.458.651	21.812.461	30.559.932	807.668.421	829.018.583	+ 12.602.691	+ 8.748.471	+ 21.350.162	+ 1,60	+ 40,10	+ 2,64
Dicembre	771.042.215	782.192.814	21.119.305	29.332.503	792.161.520	811.525.317	+ 11.150.599	+ 8.213.198	+ 19.363.797	+ 1,45	+ 38,89	+ 2,44
TOTALI	8.719.467.920	9.360.464.314	252.335.509	384.788.911	8.971.803.429	9.745.253.225	+ 640.996.394	+ 132.453.402	+ 773.449.796	+ 7,35	+ 52,49	+ 8,62

RIASSUNTO GENERALE

Alta Italia	6.446.040.861	6.794.044.453	56.467.562	167.018.632	6.502.508.423	6.961.063.085	+ 348.003.592	+ 110.551.070	+ 458.554.662	+ 5,40	+ 195,78	+ 7,05
Italia Centrale.	1.330.355.778	1.443.168.275	98.174.920	131.109.416	1.428.530.698	1.574.277.691	+ 112.812.497	+ 32.934.496	+ 145.746.993	+ 8,48	+ 33,55	+ 10,20
Italia Meridion.	731.864.638	911.312.198	67.315.507	37.517.407	799.180.145	948.829.605	+ 179.447.560	— *29.798.100*	+ 149.649.460	+ 24,52	— *44,26*	+ 18,72
Italia Insulare.	211.206.643	211.939.388	30.377.520	49.143.456	241.584.163	261.082.844	+ 732.745	+ 18.765.936	+ 19.498.681	+ 0,35	+ 61,77	+ 8,07
TOTALI GEN.	8.719.467.920	9.360.464.314	252.335.509	384.788.911	8.971.803.429	9.745.253.225	+ 640.996.394	+ 132.453.402	+ 773.449.796	+ 7,35	+ 52,49	+ 8,62

NOTA: La presente tabella si riferisce a 322 Imprese, Aziende ed Enti censiti nel gennaio 1930, rappresenta presumibilmente il 90 % della produzione totale del Regno.

Fonte: *UNFIEL.*

V. – LA PRODUZIONE DELL'ENERGIA.

a) La produzione idroelettrica.

Produzione idroelettrica diretta.

La produzione idroelettrica nel 1929, comprese le centrali comunali e quelle delle Ferrovie dello Stato, ha certamente superato i 10 miliardi di kWh, con un aumento sulla produzione dell'anno precedente del 7,35 %.

La Tabella XXIII ne fornisce i dettagli, quali risultano dalle denuncie di 322 Imprese ed Aziende censite dalla UNFIEL, che rappresentano circa il 90 % della produzione totale.

Energia importata.

L'energia importata è tutta idraulica. Essa è attualmente in forte diminuzione.

I dati relativi pel 1929 sono forniti dalla Tabella XXIV.

Energia per la trazione ferroviaria.

Le Tabelle XXI e XXII dànno notizie sull'energia impiegata nella trazione elettrica dalle FF. SS.

Tabella XXIV.

ENERGIA IMPORTATA DALLA SVIZZERA
NEGLI ANNI 1928-1929.

MESE	Energia importata in kWh		Differenze
	1928	1929	+ o —
Gennaio	21.588.550	26.553.356	+ 4.964.806
Febbraio	22.015.300	25.035.725	+ 3.020.425
Marzo	27.156.500	23.250.375	— *3.906.125*
Aprile	16.278.700	20.721.975	+ 4.443.275
Maggio	14.991.750	13.131.925	— *1.859.825*
Giugno	12.191.905	11.813.475	— *378.430*
Luglio	15.799.920	18.976.400	+ 3.176.480
Agosto	18.217.134	15.461.060	— *2.756.074*
Settembre	20.554.405	20.916.940	+ 362.535
Ottobre	21.611.900	20.667.025	— *944.875*
Novembre	16.429.015	24.985.095	+ 8.556.080
Dicembre	22.253.208	22.228.010	— *25.198*
Totale	229.088.287	243.741.361	+14.653.074

Fonte: *UNFIEL*

b) La produzione termoelettrica.

Energia prodotta termicamente.

È fornita dalla Tabella XXIII. Essa fu in sensibile aumento rispetto all'anno precedente per ragioni climatiche.

L'energia prodotta *con combustibile nazionale* è illustrata nella Tabella XXV.

Essa è in sensibile diminuzione se ragguagliata alla produzione *termica* totale: è invariata se paragonata alla produzione *totale*. La causa è evidente: gli impianti a combustibili nazionali funzionano generalmente in modo costante.

Tabella XXV.

ENERGIA
PRODOTTA CON COMBUSTIBILE NAZIONALE
NEGLI ANNI 1928 e 1929.

MESE	kWh prodotti		Percentuali			
			della termica		del totale	
	1928	1929	1928	1929	1928	1929
Gennaio	7.188.497	7.012.672	37,52	19,32	1,04	0,86
Febbraio	6.272.065	6.425.674	34,99	15,82	0,95	0,89
Marzo	6.508.533	6.853.472	33,80	12,12	0,92	0,91
Aprile	6.028.972	6.174.541	47,67	17,56	0,88	0,83
Maggio	6.175.547	6.428.427	45,28	35,27	0,81	0,78
Giugno	5.742.701	5.773.551	34,35	33,25	0,76	0,69
Luglio	6.434.069	7.230.602	31,64	30,92	0,82	0,82
Agosto	6.444.638	6.734.357	18,94	25,64	0,84	0,80
Settembre	5.988.850	8.560.439	20,40	27,84	0,78	1,04
Ottobre	6.410.070	7.038.511	24,33	17,47	0,80	0,81
Novembre	6.164.754	8.151.406	28,26	26,67	0,76	0,98
Dicembre	6.856.045	6.933.599	32,46	23,46	0,86	0,85
Totale anno solare	76.214.741	83.317.251	30,20	21,65	0,85	0,85

Fonte: *UNFIEL.*

c) La produzione complessiva.

Produzione totale dell'energia.

La Tabella XXIII fornisce gli elementi della produzione totale, censita dalla UNFIEL, nel 1929.

Le Tabelle XXVI e XXVII danno il *probabile* quantitativo dell'energia elettrica totale prodotta in Italia dal 1926 al 1929 suddivisa rispettivamente secondo le quattro principali Regioni e secondo la fonte di energia.

Tabella XXVI.

PRODUZIONE TOTALE PRESUMIBILE DELL'ENERGIA
DIVISA PER REGIONI
(*in milioni di kWh*).

REGIONI	1926	1927	1928	1929
Italia Settentrionale	6.340	6.470	7.200	7.700
» Centrale	1.460	1.530	1.620	1.747
» Meridionale	820	850	940	1.045
» Insulare	180	200	240	311
Totale	8.800	9.050	10.000	10.800

Fonte: *UNFIEL.*

La Tabella XXVIII indica le variazioni annue percentuali della produzione dal 1926 al 1929.

Il diagramma VIII dà l'andamento della produzione media giornaliera di energia elettrica nel 1928 e 1929.

Il diagramma IX rappresenta la produzione complessiva suddivisa a seconda della sua origine.

TABELLA XXVII.

PRODUZIONE TOTALE PRESUMIBILE DELL'ENERGIA SUDDIVISA SECONDO IL GENERE DI PRODUZIONE.

(*in milioni di kWh*)

Genere di produzione	1926	1927	1928	1929
Idrica	8.314	8.566	9.561	10.047
Termica	260	289	210	510
Importata	226	195	229	243
TOTALE	8.800	9.050	10.000	10.800

Fonte: *UNFIEL.*

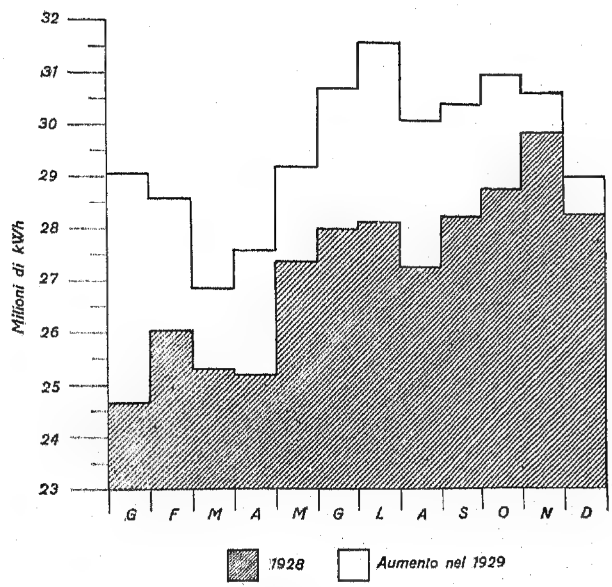


Diagramma VIII.
Andamento della produzione media giornaliera di energia elettrica nel 1928 e 1929.

TABELLA XXVIII.

VARIAZIONI PERCENTUALI DELLA PRODUZIONE.

GENERE DI PRODUZIONE	Variazioni % 1926÷1927	Variazioni % 1927÷1928	Variazioni % 1928÷1929
Idrica	+ 4,45	+ 13,79	+ 7,35
Importata	— *13,70*	+ 17,55	+ 6,39
Termica	— *24,10*	— *26,51*	+ 52,49
Complessiva	+ 3,25	+ 12,51	+ 8,62

Fonte: *UNFIEL.*

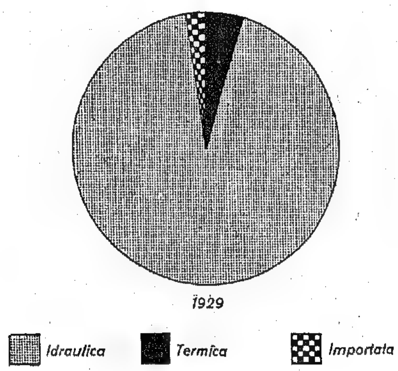


Diagramma IX.
Produzione di energia elettrica nel 1929 suddivisa a seconda della sua origine.

VI. – IL CONSUMO DELL'ENERGIA.

Suddivisione dei consumi.

Mancano come negli anni precedenti, dati precisi sulla suddivisione dei consumi.

La R. Finanza suddivide fiscalmente i consumi nel modo indicato sulla Tabella XXIX.

Il Servizio Idrografico dà una suddivisione parziale dell'im-

TABELLA XXIX.

DIVISIONE DEL CONSUMO IN BASE AI DATI DELLA R. FINANZA.

GENERE DI CONSUMO	Esercizio finanziario 1927÷1928	Esercizio finanziario 1928÷1929	Anno solare 1927	Anno solare 1928	Anno solare 1929
Consumo Luce :					
a contatore in kWh	675.075.874	714.538.411	652.416.707	695.769.235	720.361.343
a forfait » »	66.573.812	64.635.065	69.000.004	65.285.148	64.972.657
COMPLESSIVO IN kWh...........	741.649.812	779.173.476	721.416.711	761.054.383	785.334.000
Consumo non soggetto a tassa in kWh ..	7.479.876.256	7.798.052.684	7.064.419.371	7.422.611.922	8.959.918.000
CONSUMO TOTALE IN kWh ..	8.221.525.942	8.577.226.160	7.785.836.082	8.183.666.305	9.745.252.000

Fonte: *R. Finanza.*

TABELLA XXX.

SUDDIVISIONE PARZIALE DEL CONSUMO SECONDO IL SERVIZIO IDROGRAFICO.

GENERE DI CONSUMO	1926		1927		1928		1929	
	Totale milioni kWh	%	Totale milioni kWh	%	Totale milioni kWh	%	Totale milioni kWh	%
Illuminazione e riscaldamento (pubblica e privata)	805,9	12	832,8	12,7	900,6	11,9	1.250,0	11,6
Trazione	585,3	9	635,1	9,7	716,5	9,5	860,0	8,0
Forza motrice	4.200,0	61	5.095,4	77,6	4.046,6	53,7	5.800,0	54,2
Industrie chimiche e metallurgiche	1.259,7	18			1.881,2	25	2.800,0	26,2

Fonte: *Servizio Idrografico.*

piego dell'energia elettrica riportata nella Tabella XXX. I dati si riferiscono alle quattro principali categorie: illuminazione e riscaldamento, trazione, forza motrice, industrie chimiche e metallurgiche.

Tali elementi pur essendo parziali si riferiscono a quantitativi notevoli e le percentuali ottenute applicate ai valori probabili dell'energia prodotta in Italia precisati nelle Tabelle XXVI e XXVII possono dare una valutazione sia pure approssimativa dell'impiego dell'energia.

Indagini esperite di recente dalla UNFIEL hanno stabilito

TABELLA XXXI.

LAMPADINE ELETTRICHE PRODOTTE IN ITALIA NEGLI ANNI 1927 – 1928 – 1929.

MESI	1927	1928	1929
Gennaio	1.211.696	1.398.514	1.827.809
Febbraio	1.208.374	1.441.271	1.802.615
Marzo	1.352.712	1.390.427	1.833.835
Aprile	1.261.489	1.260.818	1.369.976
Maggio	1.338.031	1.054.633	2.569.990
Giugno	1.164.710	1.242.119	1.710.836
Luglio	1.130.176	1.250.251	1.921.702
Agosto	742.464	803.458	1.388.488
Settembre	1.076.560	1.212.833	1.779.672
Ottobre	1.068.281	1.702.018	2.034.292
Novembre	1.323.403	1.699.341	2.044.600
Dicembre	1.367.106	1.671.850	2.190.281
TOTALE	14.245.002	16.127.533	22.474.096

Fonte: *Ministero delle Finanze.*

che le perdite ammontano a circa il 25% della produzione ossia complessivamente a 2,7 miliardi di kWh.

Il consumo totale di energia nel 1929 si può quindi ritenere di 8,1 miliardi di kWh; tale consumo risulterebbe ripartito approssimativamente come segue:

	kWh	%
Illuminazione privata	780.000.000	9,6
Illuminazione pubblica	150.000.000	1,9
Trazione	720.000.000	8,9
Piccola e media forza motrice ad usi vari industriali	2.950.000.000	36,4
Grande industria (uso continuo)	2.250'000.000	27,8
Grande industria (uso stagionale)	1.250.000.000	15,4
Totale	8.100.000.000	100,0

VII. – LE COSTRUZIONI DI MACCHINARIO E MATERIALE ELETTRICO.

Produzione, importazione, esportazione.

Secondo quanto è esposto nella diligente pubblicazione « Economia Italiana nel 1929 », compilata a cura dell'*Associazione fra le Società Italiane per azioni* e della *Confederazione generale fascista dell'Industria Italiana,* l'industria delle co-

TABELLA XXXII.

PROVENIENZA DELLE LAMPADE IMPORTATE.

PAESI DI PROVENIENZA	Lampade importate dal 1° genn. al 31 dic. 1929			
	pesanti fino a 70 gr.		pesanti più di 70 gr.	
	Numero	Val. (Lire)	Numero	Val. (Lire)
Austria	1.921.708	2.439.293	14.939	77.254
Cecoslovacchia	83.798	146.878	—	—
Francia	109.974	236.341	1.136	43.636
Germania	7.099.529	10.652.138	111.354	1.142.280
Gran Bretagna	65.979	123.154	1.204	27.000
Paesi Bassi	4.400.284	13.379.481	124.284	1.570.170
Svizzera	137.172	250.086	1.587	10.038
Ungheria	1.390.073	2.358.785	4.930	82.263
Giappone	25.797	42.100	—	—
Stati Uniti	11.912	30.989	551	27.673
TOTALI	15.246.226	29.659.245	259.985	2.980.314

Fonte: *Ministero delle Finanze.*

TABELLA XXXIII.

IMPORTAZIONI ED ESPORTAZIONI DI MATERIALI CHE INTERESSANO L'INDUSTRIA ELETTRICA, DAL 1º GENNAIO A TUTTO DICEMBRE 1928-1929.

N. d'ordine	DENOMINAZIONE	Numero di Statistica	Unità	Importazione – Quantità 1928	Importazione – Quantità 1929	Importazione – Importo in migliaia di lire 1928	Importazione – Importo in migliaia di lire 1929	Unità	Esportazione – Quantità 1928	Esportazione – Quantità 1929	Esportazione – Importo in migliaia di Lire 1928	Esportazione – Importo in migliaia di Lire 1929
	MATERIALE PER APPLICAZIONI ELETTROTECNICHE											
1	Accumulatori	1323	Q.li	2.085	5.880	2.881,6	6.159,9	Q.li	3.147	1.731	3.407,6	1.666,5
	Parti per detti	1334	»	80	1.760	90,1	1.655,4	»	114	207	107,0	205,9
2	Ampolle per lampadine elettriche	1597 ter	»	3.947	4.587	3.075,1	5.534,2	»	2	3	2,5	2,9
3	Apparecchi elettrici di misura	1375	»	279	372	4.193,3	5.784,0	»	14	35	129,8	263,9
	» » diversi	1325	»	25.317	23.445	72.295,3	71.684,0	»	7.305	8.369	10.059,9	13.752,3
	» » telef. - telegrf.: radio	1386 a	»	3.021	3.578	30.201,0	75.573,8	»	363	318	1.224,0	2.000,5
	vari	1386 b	»	5.606	6.869	53.044,6	67.938,0	»	279	255	1.429,8	1.099,1
4	Carboni per forni elettrici	1495	»	35.533	41.896	11.230,6	11.912,8	»	2.524	3.001	489,7	394,4
	» per lampade ad arco, spazzole e simili	1496-1497	»	1.709	1.954	3.531,6	3.949,0	»	24	95	43,2	44,8
5	Cavi isolati	2487-2488	»	2.549	2.299	2.902,2	2.594,5	»	40.417	36.869	17.431,1	17.007,7
6	Contatori elettrici	1378	»	2.776	2.172	11.177,4	8.645,6	»	110	160	292,8	376,9
7	Fili isolati	2485-2486	»	1.703	1.326	3.107,9	1.709,4	»	3.916	4.751	4.983,8	6.002,9
8	Generatori di elettricità senza collettore	1320	»	14.492	11.274	21.007,5	21.337,6	»	827	1.639	1.262,9	2.387,5
	Idem, con collettore	1321	»	9.681	9.662	22.333,6	26.267,4	»	15.918	26.297	21.430,1	32.524,4
9	Isolatori in porcellana	1555-1558	»	4.345	3.249	3.047,9	2.333,4	»	2.695	3.376	1.482,9	1.931,4
	» in vetro	1589	»	372	58	194,2	46,4	»	36	84	20,8	48,3
10	Lampade ad arco	2483	»	8	13	57,0	57,3	»	—	3	—	18,8
	» ad incandenscenza	2484 (a-b)	»	5.457	4.144	39.798,0	32.639,5	»	2.106	1.393	7.362,0	8.533,0
11	Trasformatori statici	1322	»	3.402	4.855	5.451,8	7.666,7	»	870	2.595	837,0	1.942,3
12	Tubi isolanti	2488 *bis* (a-b-c	»	51	65	36,5	52,7	«	175	170	303,3	181,4
	TOTALI	—	—	—	—	289.657,2	353.541,6	—	—	—	72.300,2	90.384,9
	MATERIE PRIME. MATERIALI DI APPLICAZIONE MISTA											
1	Turbine idrauliche	1225	Q.li	1.076	1.169	875,7	1.130,6	Q.li	163	74	117,7	79,7
2	Carbone fossile	1515	Tonn.	9.153.612	11.480.927	1.180.176,3	1.546.007,0	Tonn.	163.162	167.326	23.812,6	22.990,6
3	Macchine a vapore alternative	1221	Q.li	5.098	4.469	3.165,9	3.065,4	Q.li	1.317	345	642,0	225,1
	» » turbine	1224	»	2.877	2.604	3.398,4	4.957,0	»	375	120	584,0	151,6
4	Caldaie a vapore	1229-1231	»	13.654	7.218	5.664,2	3.529,9	»	5.083	1.975	2.045,2	945,7
5	Motori a combustione interna	1222	»	28.398	25.242	24.771,1	28.983,9	»	11.134	12.437	9.568,7	10.603,2
6	Pompe centrifughe	1278	»	2.921	3.542	4.212,2	5.097,6	»	388	712	516,1	791,9
7	Alluminio in lingotti	1149	»	8.144	23.863	7.391,9	21.499,9	»	1.859	1.207	767,3	724,0
8	Rame » »	1111	»	789.383	562.174	476.372,5	398.487,0	»	25.833	17.721	9.382,6	8.558,4
9	Olio minerale grezzo	1724	»	504.820	597.955	17.052,3	21.624,3	»	1.174	3.023	88,5	184,4
	» » lubrificante	1725	»	818.019	809.416	121.788,4	122.112,5	»	37.256	67.604	8.708,9	13.566,0
	TOTALI	—	—	—	—	1.844.868,9	2.156.495,1	—	—	—	56.233,6	58.820,6

Fonte: *Ministero delle Finanze.*

TABELLA XXXIV.

BILANCIO DELLE IMPORTAZIONI ED ESPORTAZIONI DEL MACCHINARIO E MATERIALE ELETTRICO

(*in migliaia di lire*).

DENOMINAZIONE	Importazione		Esportazione		Differenza fra esport. ed importazione		Differenza fra i bilanci 1929 e 1928
	1928	1929	1928	1929	1928	1929	
Accumulatori	2.881,6	6.159,9	3.407,6	1.666,5	+ 526,0	— 4.493,4	— 5.019,4
Parti per detti	90,1	1.655,4	107,0	205,9	+ 16,9	— 1.449,5	— 1.466,4
Ampolle per lampadine elettriche	3.075,1	5.534,2	2,5	2,9	— 3.072,6	— 5.531,3	— 2.458,7
Apparecchi elettrici di misura	4.193,3	5.784,0	129,8	263,9	— 4.063,5	— 5.520,1	— 1.456,6
» » diversi	72.295,3	71.684,0	10.059,9	13.752,3	— 62.235,4	— 57.931,7	+ 4.303,7
» » radio	30.201,0	75.573,8	1.224,0	2.000,5	— 28.977,0	— 73.573,3	— 44.596,3
» » vari	53.044,6	67.938,0	1.429,8	1.099,1	— 51.614,8	— 66.838,9	— 15.224,1
Carboni per forni elettrici	11.230,6	11.912,8	489,7	394,4	— 10.740,9	— 11.518,4	— 777,5
Carboni per lampade ad arco							
Spazzole e simili	3.531,6	3.949,0	43,2	44,8	— 3.488,4	— 3.904,2	— 415,8
Cavi isolati	2.902,2	2.594,5	17.431,1	17.007,7	+ 14.528,9	+ 14.413,2	— 115,7
Contatori elettrici	11.177,4	8.645,6	292,8	376,9	— 10.884,6	— 8.268,7	+ 2.615,9
Fili isolati	3.107,9	1.709,4	4.983,8	6.002,9	+ 1.875,9	+ 4.293,5	+ 2.417,6
Generatori di elettricità senza collettore	21.007,5	21.337,6	1.262,9	2.387,5	— 19.744,6	— 18.950,1	+ 794,5
Idem con collettore	22.333,6	26.267,4	21.430,1	32.524,4	— 903,5	+ 6.257,0	+ 7.160,5
Isolatori in vetro	194,2	46,4	20,8	48,3	— 173,4	+ 1,9	+ 175,3
» in porcellana	3.047,9	2.333,4	1.482,9	1.931,4	— 1.565,0	— 402,0	+ 1.163,0
Lampade ad arco	57,0	57,3	—	18,8	— 57,0	— 38,5	+ 18,5
» ad incandescenza	39.798,0	32.639,5	7.362,0	8.533,0	— 32.436,0	— 24.106,5	+ 8.329,5
Trasformatori statici	5.451,8	7.666,7	837,0	1.942,3	— 4.614,8	— 5.724,4	+ 1.109,6
Tubi isolanti	36,5	52,7	303,3	181,4	+ 266,8	+ 128,7	— 138,1
Turbine idrauliche	875,7	1.130,6	117,7	79,7	— 758,0	— 1.050,9	— 292,9
TOTALI	290.532,9	354.672,2	72.417,9	90.464,6	—218.115,0	—264.207,6	— 46.092,6

Fonte: *Ministero delle Finanze.*

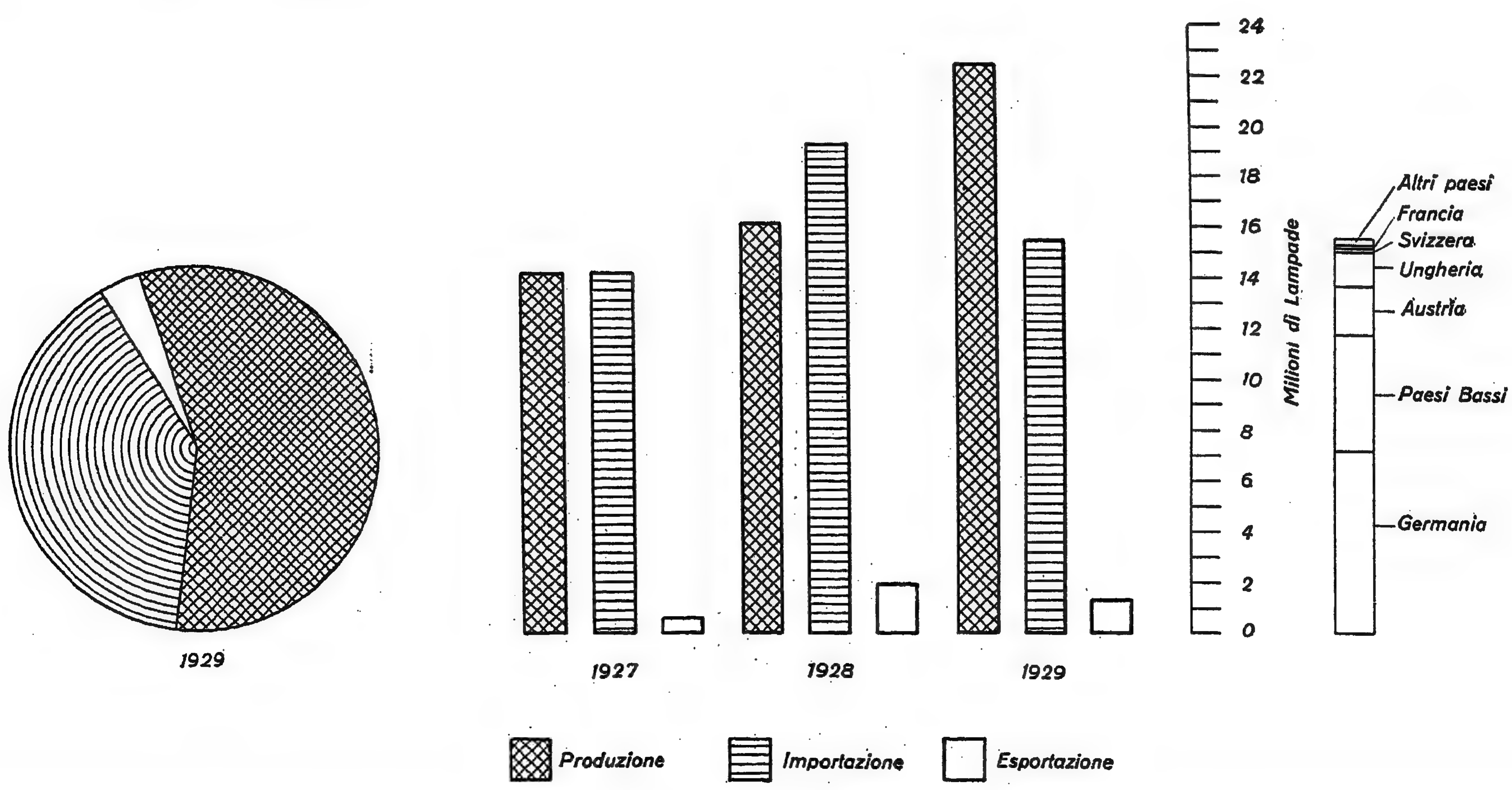


Diagramma X.

Produzione, importazione ed esportazione di lampadine elettriche (1927-1929).

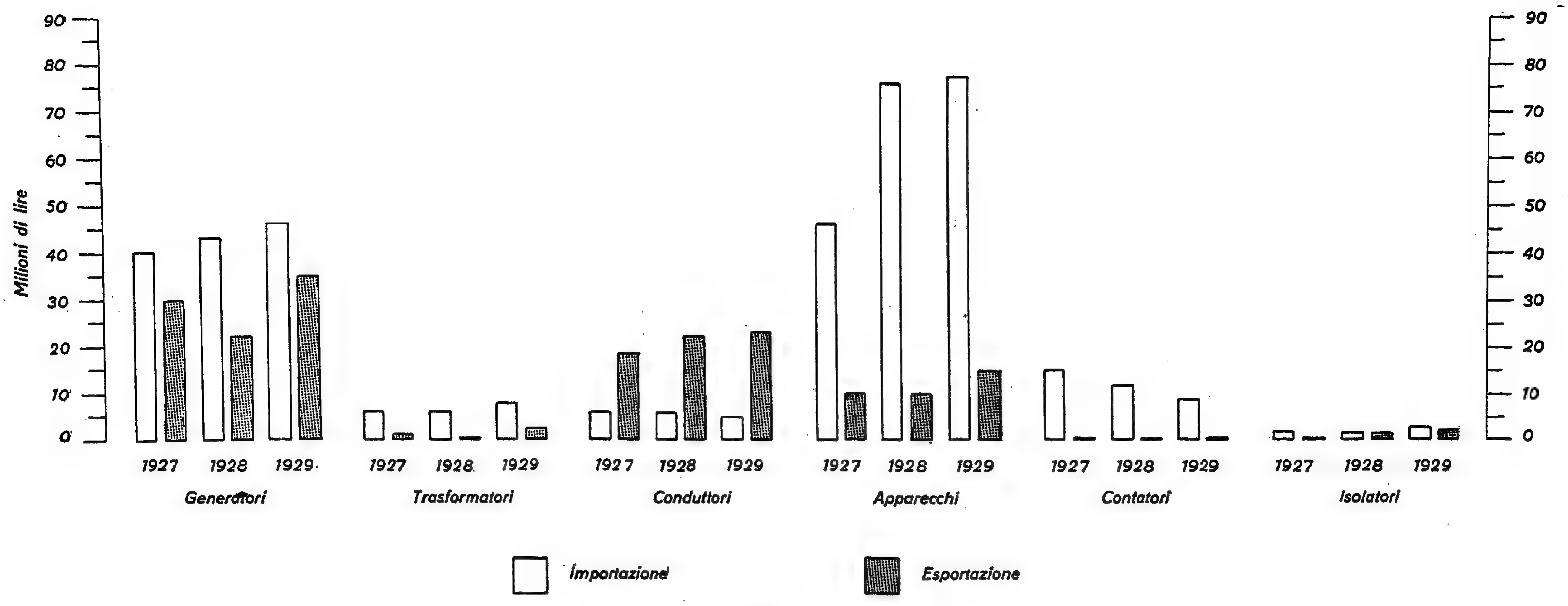


Diagramma XI.
Importazione ed esportazione di macchinari e materiali elettrici (1927-1929).

struzioni elettromeccaniche ha registrato nel 1929 un ulteriore aumento d'attività. Il numero delle ore di lavoro del personale addetto a questa industria è stato nel '29 superiore dell'8,1% a quello corrispondente del '28: ciò significa senza dubbio un aumento d'attività, che però è difficile tradurre in cifre. Le esportazioni sono infatti cresciute sensibilmente, sebbene si siano accentuate anche le importazioni: questo però sono dovute principalmente al materiale telefonico e sopratutto radiofonico.

Le Tabelle XXXI e XXXII e il diagramma X dànno le notizie relative alla produzione ed all'importazione ed esportazione delle lampade.

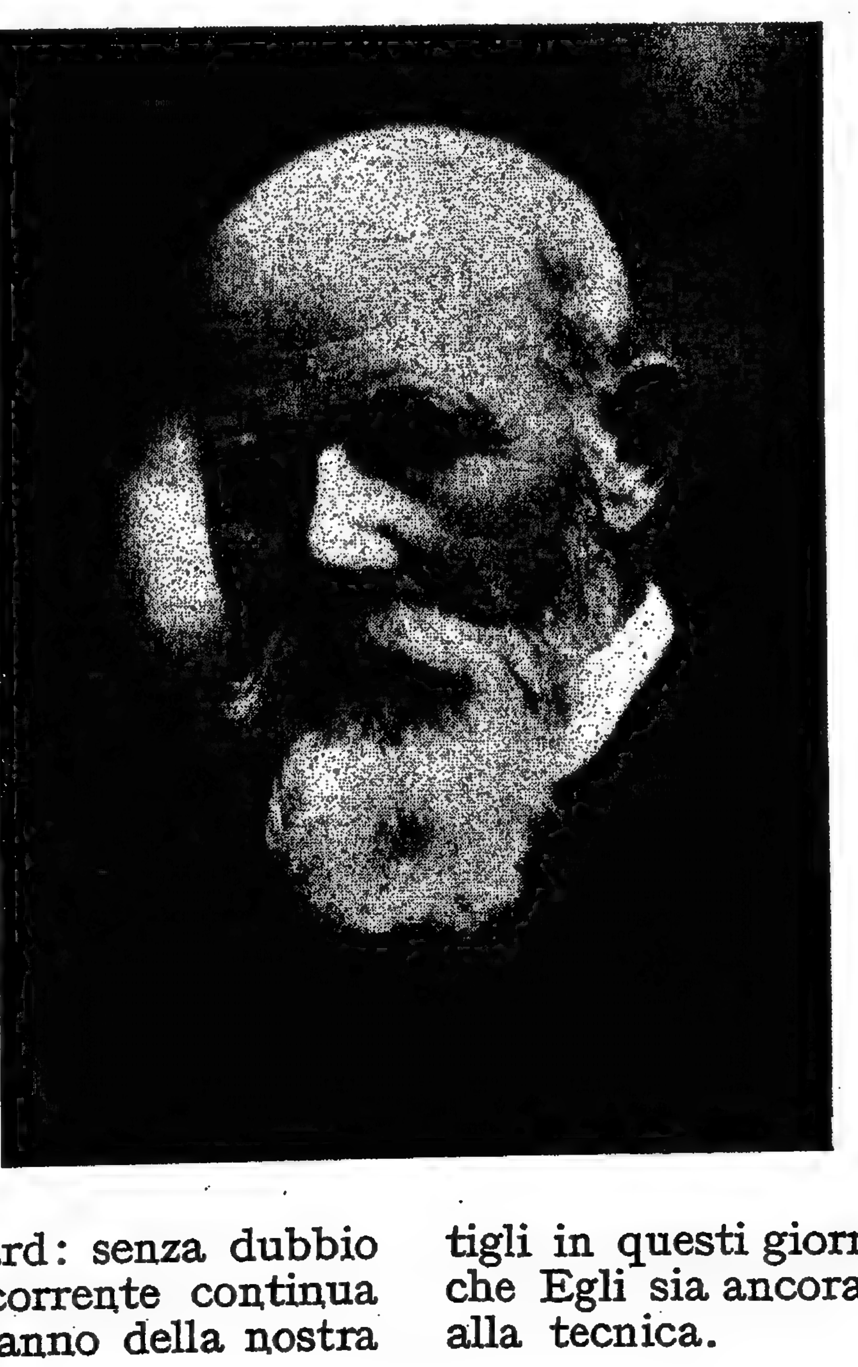
Infine la Tabella XXXIII e il diagramma XI forniscono i dati relativi alle importazione ed esportazione di materiali che interessano l'industria elettrica effettuatisi in Italia nel 1928 e 1929; la Tabella XXXIV espone il bilancio delle importazioni ed esportazioni relative.

ING. ETTORE CESÀRI.

Il 70° Compleanno di Thury

Gli elettrotecnici svizzeri hanno festeggiato il 7 agosto di quest'anno il compiuto settantennio di vita di Renato Thury, il loro Nestore.

Il Thury, che può dirsi il più grande dei *continuisti*, è assai noto ed apprezzato anche fra noi, avendo largamente contribuito nei primi anni allo sviluppo della nostra industria elettrica: basti ricordare l'impianto del Gorgente, che fu il primo importante trasporto di forza, eseguito nel 1887. Inoltre Egli trovò in Italia larghi consensi fin da quanto espose per la prima volta a Torino nel 1884 la sua dinamo a più poli, caratterizzata dalla perfetta simmetria magnetica ed elettrica, che fu il prototipo della dinamo attuale.



Il Thury cominciò assai presto la sua carriera di elettrotecnico. Nel 1874, a 14 anni, entrava nella « Société genevoise des instruments de pyhsique » dove assistette alle prove che T. Turrettini ed E. Burgin eseguivano sulle prime dinamo Siemens. A vent'anni il Thury entrò come volontario nel Laboratorio di Edison a Menlo Park: passò quindi, nel 1882, ancora a Ginevra, presso la Fabbrica di telefoni Cuénod per dedicarvisi alla costruzione di dinamo. Nel 1883 esponeva, sotto il nome della ditta Cuénod, la sua prima dinamo, e nel 1884 a Torino la dinamo multipolare simmetrica di cui è detto sopra, che si chiamò « Dinamo Thury ».

Verso il 1887 si dedicò al problema della trasmissione a distanza dell'energia, della quale può dirsi il pioniere insieme col Gaulard: senza dubbio Egli ha risolto tale problema mediante la corrente continua nei limiti del possibile. Nel N° III di quest'anno della nostra Rivista è stato pubblicato un largo riassunto di una sua recente Memoria sull'argomento, che può considerarsi come il più completo quadro di quanto è stato fatto e può farsi ancora in proposito: poichè non si può recisamente affermare che in qualche caso speciale il sistema in serie Thury non possa ancora rendere buoni servizi, specialmente ove si abbiano grandissime distanze, o per l'utilizzazione di forze idrauliche a cadute fortemente variabili (come nel caso delle maree e dei grandi serbatoi a caduta uguale all'altezza della diga).

Oltre a diversi impianti costruiti in Italia, in gran parte poi sostituiti con altri più moderni a correnti trifasi, furono da lui studiati ed eseguiti molti impianti a corrente continua in serie specialmente in Svizzera, fra i quali notevole quello Moûtiers-Lione (448 chilometri dei quali 72 in cavo, tensione 125 kV), ancora in esercizio insieme ad altri minori.

Il Thury ha creato numerosi apparecchi attinenti al suo sistema oltre al ben noto regolatore di tensione e ad altri. Di recente ha ideato anche un generatore ad alta tensione ed a 40.000 periodi per sec. per radiotelegrafia.

Uomo di ingegno superiore, di carattere buono e modesto all'eccesso, ha dedicato la sua vita allo studio ed al lavoro. Memori dell'opera da lui data al nostro Paese come pioniere dell'industria elettrica italiana, uniamo ai plausi giuntigli in questi giorni da ogni parte anche il nostro voto sincero che Egli sia ancora per molti anni conservato alla Scienza ed alla tecnica.

L'E. E.

ING. PROF. ETTORE SCIMEMI
DELLA R. SCUOLA DI INGEGNERIA DI PADOVA

Delle perdite di carico nelle condotte chiodate

1. Le condotte chiodate, ormai tanto comuni negli impianti industriali, hanno coefficienti di scabrezza (o di perdita di carico) molto variabili. Le maggiori indecisioni si hanno per le condotte di grande diametro (maggiori di 1 m), le quali infatti non appaiono o sono parcamente indicate nelle categorie dei consueti manuali. La ragione di ciò sta nel fatto che relativamente poche esperienze si posseggono su questo speciale materiale; il quale ha anche il grave svantaggio di presentarsi con grande varietà di forma, di chiodatura o di giunto; così che poche caratteristiche bastano a far differire grandemente una condotta dall'altra.

È per assegnare coefficienti di scabrezza adatti ad alcuni esempi, che ho eseguito gli esperimenti di cui dò notizia, sugli impianti del gruppo Piave e Cellina, della Società Idroelettrica Veneta. La Società che mi ha fornito la possibilità di eseguire queste esperienze, come altre del genere che sono state già pubblicate, o che sono tuttora in corso, è da segnalarsi fra le consociate dell'UNFIEL, giacchè essa da tempo vede con simpatia ed incoraggia tali esperimenti. Se essa fosse imitata dalle consorelle non poche notizie importanti potrebbero portarsi a conoscenza per il comune vantaggio.

Di tutte le facilitazioni avute, nella preparazione come nello svolgimento delle esperienze, rendo vive grazie alla Società Idroelettrica Veneta, ma in modo particolarissimo al chiar.mo Ing. M. Mainardis, Direttore dell'esercizio della Società, senza la cui preziosa collaborazione non avrei potuto assolvere il compito.

2. In molti problemi idraulici è solo la conoscenza dei risultati numerici ottenuti in condizioni *analoghe* che può farci prevedere con sufficiente approssimazione l'effetto di una nuova applicazione. Nel caso in questione è risaputo che una formula teoricamente esatta del moto uniforme nelle condotte non esiste. Allo stato attuale esistono invece tante, anzi troppe, formule *empiriche* tali da generare non poca confusione nelle applicazioni. Tra queste formule, per ragioni di chiarezza, scegliamo quelle più in uso e cioè:

[1] Chezy $$v = c\sqrt{Ri}$$

[2] Darcy $$i = \beta \frac{Q^2}{D^5}.$$

[3] Bazin $$v = \frac{87\sqrt{Ri}}{1 + \frac{\gamma}{\sqrt{R}}}$$

[4] Ganguillet e Kutter $$v = \frac{23 + \frac{1}{n} + \frac{0{,}00155}{i}}{1 + \left(23 + \frac{0{,}00155}{i}\right)\frac{n}{\sqrt{R}}}\sqrt{Ri}$$

[5] Kutter (semplificata) $$v = \frac{100\sqrt{Ri}}{1 + \frac{m}{\sqrt{R}}}.$$

I simboli hanno il noto significato, $R = \frac{D}{4}$.

Le [3], [4], [5] sono più frequentemente usate per canali; ma è noto che oggi esse si applicano indifferentemente alle condotte o ai canali, mantenendo lo stesso coefficiente di scabrezza per identiche condizioni di parete. La formula di Ganguillet-Kutter trova poi giusti oppositori nei pratici (perchè troppo complessa e laboriosa nei calcoli) ma fatto sta che essa è sempre più frequentemente richiamata dai teorici e dagli sperimentatori, nè facilmente si potrebbe sostituire nei confronti che debbono farsi fra misure eseguite con differenti scale unitarie.

3. Delle modalità seguite nei rilievi dò pure qualche notizia allo scopo che altri voglia seguire l'iniziativa. Si tratta di operazioni assai semplici; ma che abbisognano di certa cautela per non commettere errori grossolani.

L'impianto in studio può essere fornito *di una sola* tubazione o *di più* tubazioni parallele. Le modalità da seguire nel rilievo è meglio che differiscano nei due casi.

Innanzi tutto però debbono premunirsi le condotte di piccoli rubinetti, (per es. tipo gas del diametro esterno di 3/8") da applicarsi preventivamente sulla parete metallica, uno (o meglio diversi in corona) pochi metri a valle del bacino di carico, fig. 1 in *I*, ed uno (o diversi) presso la centrale in *II*, alcuni metri a monte del gomito (che mai manca per l'ingresso in centrale). Tali rubinetti possono applicarsi senza difficoltà in un punto qualunque della circonferenza metallica, ma è bene non siano applicati sul cielo o nei vertici, bensì alle reni, così viene evitata la introduzione di eventuali bolle d'aria nel manometro che poi dovrà applicarsi al rubinetto in parola. Il foro di matrice in cui viene applicato il rubinetto non deve avere alcuna sbavatura all'interno, ed applicandovi il rubinetto questo non deve sporgere all'interno della tubazione. Se non è possibile ripristinare le esatte condizioni di parete all'interno è meglio che il rubinetto sporga verso l'esterno. La distanza fra il rubinetto *I* e il *II* viene esattamente misurata lungo l'asse della condotta.

Prima di iniziare le ricerche è pure necessaria un'altra operazione, la esatta misura del dislivello geometrico esistente fra i due rubinetti. Per questo ci si potrebbe riferire alle livellazioni di progetto dell'impianto, ma lo si sconsiglia perchè generalmente, durante la costruzione dell'impianto, le quote possono non essere state scrupolosamente osservate, e inoltre perchè l'applicazione dei due rubinetti permette di conoscere il dislivello esatto cercato mediante due letture manometriche eseguite ad *acque stagnanti* quando la centrale sia ferma. Le due letture danno i dislivelli (o il carico esistente) nei due punti in ragione del livello idrostatico nel bacino di carico. La differenza delle due letture riportate all'asse dei rubinetti dà la differenza di livello cercata.

A. Stabilito quindi un certo regime nel deflusso (apertura della turbina), si debbono dapprima misurare le perdite di *imbocco* (comprendendovi quelle dovute a griglie, o saracinesche ed altri ostacoli che mai mancano nel bacino di carico) e che non riguardano propriamente il tipo di condotta adottata. Tale perdita si ritiene assai piccola quando la condotta sia *molto lunga*; ma questo è un giudizio relativo che in pratica può portare a conseguenze assai fallaci, perchè negli impianti idroelettrici sono rari i casi di condotte di parecchi chilometri di lunghezza; nei casi concreti invece si può trovare che questa perdita può anche raggiungere o superare il valore delle perdite continue; il non tenerne conto può riuscire quindi di grave pregiudizio per il risultato.

Per la misura della perdita di imbocco bisogna portarsi presso il primo rubinetto, *I*, applicarvi il manometro, leggerne il carico e calcolare la differenza fra il carico ad acque ferme e quello di regime.

Fra i manometri sono più diffusi quelli metallici tipo Bourdon; purtroppo però questi danno risultati inesatti. Bisogna tener presente che, specie all'imbocco, si tratta di rilevare perdite di carico piccole (dell'ordine anche di pochi centimetri di colonna d'acqua). Il consueto manometro Bourdon ha inoltre il difetto di non far riconoscere le eventuali occlusioni d'aria: per tali ragioni è *indispensabile* munirsi di manometro a mercurio, che è di sicuro e anche facilissimo funzionamento, sempre che non si possa adoperare una piccola canna idrometrica ad acqua (quando il carico non superi $3 \div 4$ m) perchè allora la misura diretta è certo preferibile. Bisogna guardarsi però di adoperare canne idrometriche troppo lunghe perchè non sarebbe facile espurgarne l'aria, ed ogni manometro deve essere munito all'imbocco di rubinetto separato per lo sfogo d'aria.

Analoghe operazioni debbono farsi, mantenendo il regime precedentemente stabilito, nel rubinetto *II* a valle; dalla differenza tra *I* e *II* si ottiene la *perdita di carico* ricercata corrispondentemente al regime prestabilito e per la lunghezza di condotta che intercorre fra *I* e *II*.

Per il rubinetto *II* potrà darsi che il carico riesca piuttosto elevato. Fino a che sarà possibile si farà la misura col mano-

metro a mercurio. E, se del caso, potranno adottarsi manometri speciali a canne molto lunghe (noi ne abbiamo adoperate fino a 4 m di altezza capaci di sostenere 5 atmosfere). Di questi manometri dà un esempio la fig. 2, la costruzione non presenta

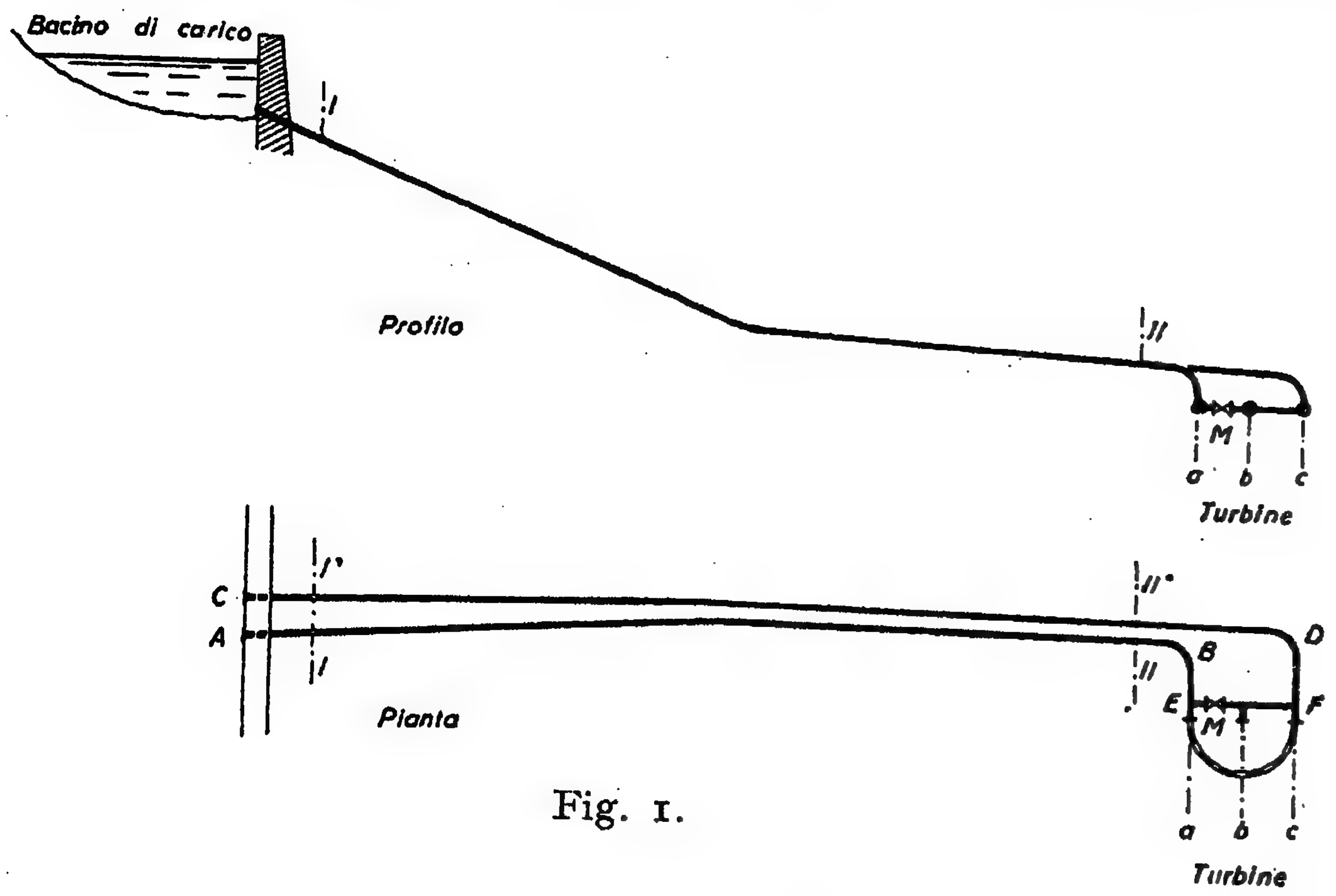


Fig. 1.

alcuna difficoltà; naturalmente le canne di vetro (come anche il sostegno di legno o metallico) non sono tutte d'un pezzo ma di vari pezzi e vengono collegati insieme a manicotto. Il trasporto dello strumento si fa a parti smontate; la carica di mercurio avviene dal basso; l'acqua in pressione e lo sfogo d'aria avvengono come è indicato in fig. 3.

Oltre alle misure delle perdite di carico, per ricavare i coefficienti di scabrezza, è necessaria la conoscenza della velocità media nella condotta, ciò che può ottenersi solo dalla contemporanea misura di portata. Questa potrà seguire con uno qualunque dei metodi più noti, purchè siano osservate le dovute cautele.



Fig. 2.

In America è assai diffuso il metodo di Allen, con l'introduzione repentina di una soluzione colorata, oppure di una soluzione concentrata di cloruro sodico, (il cui passaggio viene rivelato fra due elettrodi posti ad opportuna distanza). Tale metodo in Europa è però quasi sconosciuto perchè invero non dà sicuro affidamento per i risultati. Sono invece universalmente note le misure con mulinello, che si introduce tanto nel canale di scarico quanto nell'interno delle condotte. Si ottengono così risultati assai precisi. È noto pure il metodo elettro-chimico

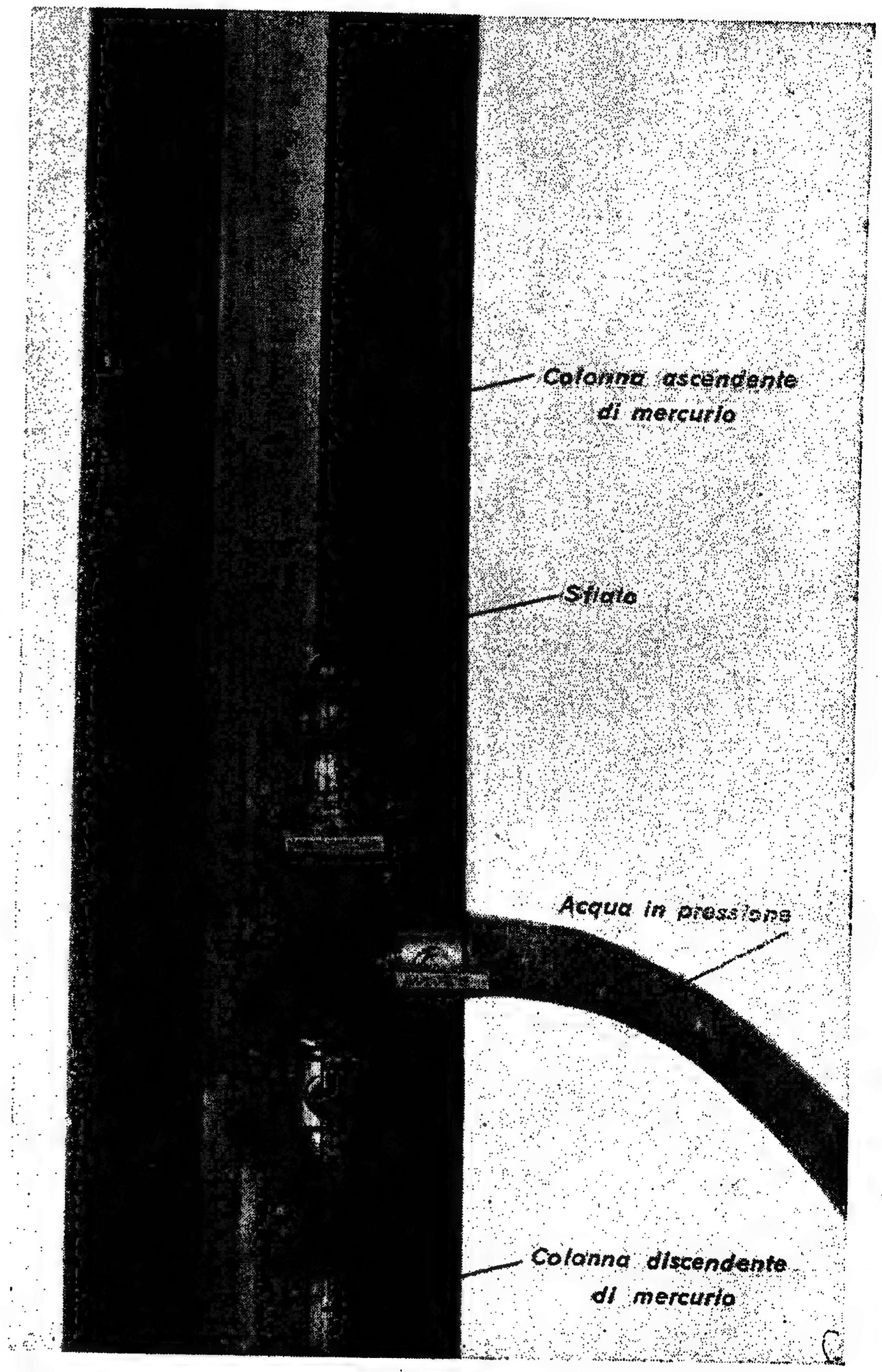


Fig. 3.

del prof. Barbagelata e comincia ad avere qualche applicazione in Europa anche il metodo di Gibson.

In alcuni recentissimi confronti eseguiti all'impianto di Walchensee (1), parecchi dei metodi sopracitati si sono dimostrati buoni, ma ancora come più facile e sicuro quello che adopera i mulinelli. Quando siano stati precedentemente installati si può aver fiducia anche dei venturimetri. Degli stramazzi è quasi superfluo parlare perchè sono rarissimi gli impianti che ne siano forniti (solo qualcuno ad alta caduta), e quasi mai nel progetto delle opere si tiene conto della eventualità che essi possano applicarsi (anche solo provvisoriamente per le misure di collaudo).

B1. Come si è prima detto, quando le condotte che arrivano in centrale sono più di una, si possono adottare altri metodi più facili per misurare le perdite di carico, ricorrendo ai manometri differenziali.

Supponiamo che le condotte siano due AB e CD (fig. 1), collegate da un collettore EF che alimenta i gruppi a, b, c; e inoltre che una saracinesca esista in M.

Si immagini di fermare la turbina a e di chiudere la saracinesca M, le condotte CD ed AB si comportano come completamente indipendenti; la condotta AB è anche esclusa dal funzionamento, ma poichè la saracinesca in A è rimasta aperta il tubo AB costituisce un grande e perfetto idrometro per il carico idrostatico (livello nel bacino di carico) agente in ogni punto del tracciato. Se quindi si pone un manometro *differenziale* fra i punti I e I' durante il funzionamento della condotta CD, si legge la perdita di carico esistente fra il bacino di carico in C ed il punto I', cioè la perdita di imbocco per il tronco

(1) O. Kirschmer, Vergleich-Wassermessungen. *Zeitschrift Vereines Deutscher Ingenieure*, 1930, pag. 521.

della condotta $C\,D$ compreso fra il bacino di carico e il punto I'. Analogamente se si pone il manometro differenziale fra i punti II, II' si ha la perdita di carico fra C e II'; la differenza delle due letture dà senz'altro la perdita di carico richiesta, e per il tratto di condotta utile I' II'.

B2. La chiusura della saracinesca M evita qualunque dubbio su eventuali effetti idrodinamici (tipo Pitot) sul tubo $A\,B$; essa permette anche di far servire la condotta $C\,D$ per un numero di gruppi che può essere maggiore del normale (per una sola condotta) e così esperimentare la condotta stessa con velocità molto elevate. Ma un'altra disposizione (Rebora) meno precisa, ma che permette pure di rilevare le perdite *globali* del tronco $C\,D\,F$ è quella che si può adottare quando manchi la saracinesca M.

Supponiamo allora che il *solo gruppo c* sia in funzione, che manchi la M, ma che sia preventivamente chiusa la saracinesca A del bacino di carico. Il deflusso avviene per il *solo tubo CDF*, ed imbocca direttamente la turbina *c*, onde il collettore $F\,E$ ed il suo prolungamento EBA non vengono interessati al moto. Bensì però affacciandosi essi in F al tronco DF funzionano come un grande piezometro, e poichè in F si è realizzata per il moto tutta la perdita di carico fra C ed F, il pelo d'acqua nella condotta $A\,E\,F$ si abbasserà rispetto a C di quanto è questa perdita fra C ed F.

Tale dislivello, o perdita, fra C ed A (a valle) si può leggere direttamente con un galleggiante introdotto nella tubazione $A\,B$ poco a valle di A (per esempio in uno dei tubi d'aria); oppure meglio con manometro differenziale posto fra I ed I'. Nel primo caso si ottiene dalla lettura tutta la perdita di carico fra C ed F, comprese quindi le perdite di imbocco in C, quelle del gomito D, ed eventualmente quelle di un restringimento lungo $D\,F$. Nel secondo caso si ottengono le stesse perdite, nette però di quelle di imbocco.

Il metodo così esposto ha il grande vantaggio di richiedere o semplici misure con galleggianti o anche misure con manometri differenziali, ma a *piccolo* carico (quale appunto può esistere nei piezometri I ed I'). Ma ha lo svantaggio di comprendere nella misura anche le perdite di imbocco o almeno quelle del tronco $D\,F$, che generalmente non ha le stesse dimensioni del tronco normale $C\,D$.

Inoltre lo stesso metodo si presta a dare risultati aleatori quando si pensi di far agire la centrale non col solo gruppo *c* ma anche col gruppo *b* (allo scopo di esperimentare con maggiori velocità nella $C\,D$). Allora il collettore $E\,F$ non si può mantenere indifferente al moto che si ha lungo di esso (la A è sempre chiusa) e perciò è verosimile che il tronco $E\,F$ funzioni come tubo di Pitot per la velocità che ad esso compete, ed altrettanto avverrà per il prolungamento $B\,A$. Tale inconveniente sarà poi certo maggiormente sentito quando il collettore anzichè essere a gomito sia raccordato (come è indicato in punteggiato nella fig. 1), ciò che è stato anche riscontrato sperimentalmente (1). Gli errori che ne risultano allora sono tali da falsare completamente la misura.

Fra i manometri differenziali il tipo più semplice è quello illustrato in fig. 4, a mercurio. È composto di due canne di vetro comunicanti inferiormente e sormontate da un gruppo di sei rubinetti. L'acqua a maggior pressione viene da *e*; il rubinetto *f* è intanto chiuso ed il mercurio nelle due canne non subisce alcuna oscillazione. L'acqua a minor pressione viene da *c*; *d* è mantenuto aperto così che si ha un passaggio d'acqua da *e* in *c* col conseguente trascinamento d'aria, la quale può anche sfuggire dai due sfiati *a* e *b*. Si apre quindi *f* e si riempiono d'acqua le due canne di vetro con espulsione completa dell'aria; quindi si chiudono *a* e *b*; al momento opportuno si chiude anche *d*. Fra le due colonne di mercurio, si determina allora il dislivello *h* dovuto alla differenza di pressione fra i due punti scelti sulle condotte. Il valore numerico di tale differenza di pressione misurata in metri d'acqua è dato dalla

$$H = h\,\frac{\gamma' - \gamma}{\gamma}$$

essendo γ' e γ i pesi specifici del mercurio e dell'acqua.

(1) F. MARZOLO. « Alcune disposizioni sperimentali per rilievi nelle condotte forzate », *L'Energia Elettrica*, febbraio 1925.

4. Con i dispositivi sopradescritti sono state fatte le misure riportate nella Tabella 1. Si sono adoperati manometri ad acqua ed a mercurio, semplici e differenziali. Le misure di portata sono state eseguite tutte con mulinello, talvolta introdotto anche nella tubazione (1). Tutti i mezzi sperimentali hanno avuto risultati concordanti, con misure eseguite anche in epoche diverse.

Il metodo **B2** è stato adottato per una sola condotta con disposizioni pressochè identiche alla fig. 1, onde non avere timori della validità del risultato.

Le condotte sperimentate di *lamiera chiodata* passavano dalla chiodatura semplice alla chiodatura sestupla con coprigiunto interno.

Le disposizioni planimetriche, ora assolutamente diritte ed ora composte di varie livellette con cambiamenti di direzione. L'età delle condotte, da nuove a 27 anni. La velocità da un minimo di m/sec. 0,70 ad un massimo di m/sec. 5,17, con tutta la scala delle escursioni consentite negli impianti idroelettrici.

In base all'esame della Tabella 1 possiamo fare subito alcune considerazioni preliminari.

Date le particolari condizioni delle condotte le perdite di imbocco sono sempre assai sensibili, perciò si è riconosciuto

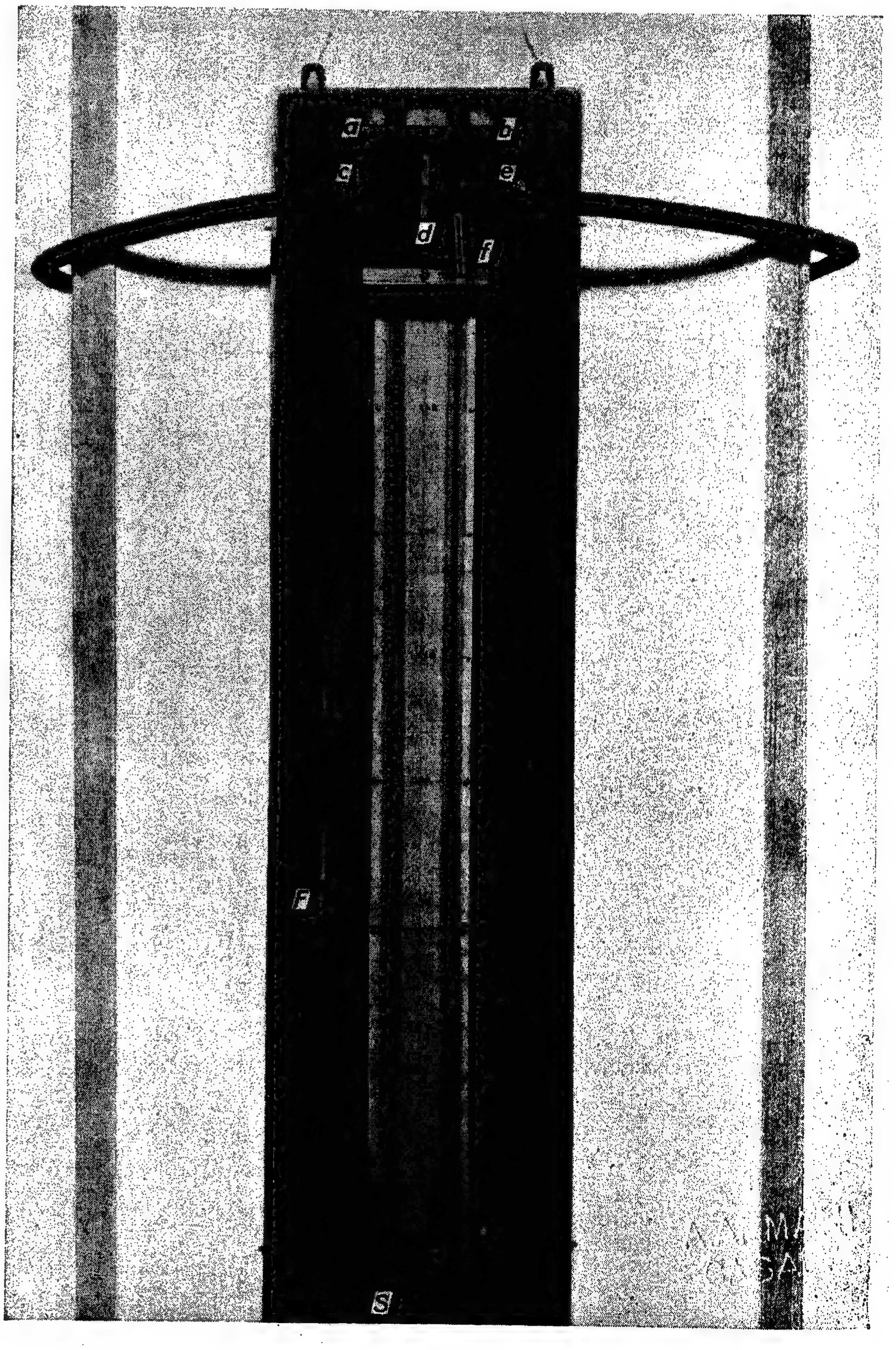


Fig. 4.

ben scelto il metodo che fa risultare separate le perdite suddette, evitando accumulazioni di perdite che se non hanno alcuna im-

(1) E. SCIMEMI. « La misura della portata ecc. », *L'Energia Elettrica*, agosto 1926.

TAB. 1. - PROVE DI PERDITE DI CARICO NELLE CONDOTTE CHIODATE DELLA SOC. IDROELETTRICA VENETA.

Nome, caduta, lunghezza utile, età	Natura della condotta	Caratteristiche del tracciato	Diametro interno in m	Data delle prove	Portata in mc/sec.	Velocità in m/sec.	Perdita di carico totale ∇ m	Modalità seguite nella misura	Perdita per imbocco (griglie, ecc.) ∇_1 m	Perdita netta nella condotta ∇_2 m	Pendenza piezometrica $i = \frac{\nabla_2}{L}$	Bazin γ	Ganguillet e Kutter n	Kutter m
MALNISIO $H = 58$ m $L = 87$ m (1905)	Lamiera, 10 mm di spessore. Chiodatura longitudinale doppia (36 chiodi per m) trasversale semplice (110 chiodi). Diametro testa e sporgenza chiodi mm 32 × 12. Giunti cilindrici (ogni m. 2).	Livelletta unica	1,500	5-VI-1926	1,849	1,046	0,126	B_1	0,070	0,056	0,000.644	0,179	0,0128	0,298
				»	3,109	1,759	0,378	B_1	0,260	0,118	0,001.356	0,070	0,0113	0,173
				»	4.340	2,456	0,630	B_1	0,380	0,250	0,002.874	0,100	0,0117	0,207
				»	4.998	2,828	0,932	B_1	0,590	0,342	0,003.931	0,110	0,0117	0,220
											Media	0,115	0,0119	0,225
GIÀIS $H = 56$ $L = 517{,}60$ (1909)	Lamiera, 15 mm di spessore. Chiodat. long. doppia (20 chiodi per m); trasv. sempl. (100 chiodi). Diametro testa e sporgenza chiodi mm 40 × 12. Giunti cilindrici (ogni m 2,50).	Tre livellette	2,000	3-VI-1926	2,155	0,686	0,120	B_1	0,033	0,087	0,000.168	0,115	0,0118	0,239
				4-VI-1926	3,150	1,003	0,252	A	0,072	0,180	0,000.348	0,102	0,0119	0,222
				»	3,815	1,214	0,454	B_1	0,104	0,350	0,000.676	0,225	0,0136	0,364
				»	4,808	1,530	0,680	B_1	0,173	0,507	0,000.980	0,183	0,0132	0,317
				»	6,070	1,932	0,945	B_1	0,261	0,684	0,001.321	0,111	0,0121	0,232
				2-X-1924	7,915	2,519	1,948	A	0,567	1,381	0,002.668	0,184	0,0133	0,319
				4-VI-1926	8,385	2,669	1,701	B_1	0,416	1,285	0,002.483	0,104	0,0120	0,227
				1-X-1924	10,695	3,404	3,366	A	1,042	2,324	0.004.490	0,149	0,0127	0,277
				»	13,590	4,326	5,030	A	1,269	3,761	0,007.266	0,150	0,0128	0,278
											Media	0,147	0,0126	0,275
NOVE (imp. vecchio) $L = 433{,}30$	Lamiera, 10 mm spess.; chiodat. long. doppia, trasv. semplice. Giunti cilindrici	Tre livellette	1,600	14-VI-1930	9,100	4,725	—	B_2	—	4,98	0,011.493	0,148	0,0126	0,274
CÀNEVA $H = 106$ m $L = 584$ (1927)	Lamiera, 25 mm di spessore. Chiodat. longit. quadrupla e sest. (50 chiodi per m) con coprigiunto sporgente interno; trasversale doppia (200 chiodi). Giunti cilindrici (ogni m 1,60).	Quattro livell.	2,800	10-V-1929	8,939	1,452	0,579	B_1	0,201	0,378	0,000.647	0,229	0,0140	0,387
				»	12,400	2,014	1,335	B_1	0,403	0,932	0,001.596	0,370	0,0156	0,548
				22-IX-1929	15,050	2,445	1,700	B_1	0,416	1,284	0,002.198	0,332	0,0152	0,506
				10-V-1929	21,160	3,436	3,777	B_1	1,058	2,719	0,004.656	0,373	0,0158	0,553
				»	24,680	4,008	4,952	B_1	1,423	3,529	0,006.043	0,345	0,0155	0,520
				21-IX-1929	25,460	4,140	5,900	B_1	1,600	4,300	0,007.363	0,425	0,0165	0,613
				»	31,820	5,168	9,130	B_1	2,490	6,640	0,011.369	0,417	0,0164	0,605
											Media	0,355	0,0156	0,535
FADALTO $H = 115$ m $L = 150$	Lamiera, 22 mm di spessore. Chiodat. long. quadr. e sest. (50 chiodi per m), con coprig. sporgente interno; trasver. doppia (200 chiodi). Giunti cilindrici (ogni m 1,60).	Due livellette	2,600	14-VI-1930	9,900	1,865	0,630	B_1	0,353	0,278	0,001.853	0,499	0,0174	0,694
				»	13,200	2,486	1,096	B_1	0,743	0,353	0,002.352	0,297	0,0128	0,364
				»	15,500	2,919	1,550	B_1	0,945	0,605	0,004.033	0,424	0,0135	0,609
				»	18,900	3,560	2,230	B_1	1,361	0,869	0.005.793	0,402	0,0162	0,584
				»	21,800	4,106	3,150	B_1	1,903	1,247	0,008.313	0,450	0,0168	0,688
											Media	0,414	0,0153	0,588

TAB. 2. – RIASSUNTO DEI RISULTATI SPERIMENTALI RACCOLTI DA F. C. SCOBEY SULLE PERDITE DI CARICO NELLE CONDOTTE CHIODATE (Diametri maggiori di m 1,000).

N.° della serie	Nome dell'impianto	Tipo della condotta	Età della condotta in anni	Diametro in m	Velocità in m/sec.	c Chezy	γ Bazin (approssimativo)	n Gang. e Kutter	k Scobey
		Categoria a)							
45	Portland O.	Chiodatura longitudinale e trasversale a sovrapposizione; giunti cilindrici							
45 *a*	»	» »	1	1,067	1,16	64,0	0,158	0,0128	1,00
46	East Jersey W. Co.	Chiod. l. e tr.; giunti conici.	20	»	1,09	61,9	0,184	0,0132	1,06
47	»	» »	0	»	0,55 a 1,31	58,5	0,240	0,0139	1,19
48	»	» »	0	»	0,43 a 0,55	58,0	0,215	0,0136	1,11
49 *a-d*	Crystal Spring	» »	0	»	0,64 a 1,52	55,2	0,221	0,0137	1,16
50	Spring Walley W. Co.	» »	19	1,118	0,76	59,2	0,221	0,0137	1,18
51	»	» »	14	»	0,73	60,4	0,210	0,0135	1,07
52	»	» »	27	»	1,04	53,4	—	—	—
53 *a-d*	East Jersey W. Co.	Chiod. l. e tr.; giunti cilindr.	»	»	1,07	49,2	0,408	0,0162	1,68
54 *a-c*	»	» »	1 a 4	1,200	0,79 a 1,37	55,9	0,300	0,0147	1,29
55 *a*	»	» »	4	1,203	0,91 a 1,77	58,0	0,261	0,0142	1,25
56 *a-c*	»	» »	0	»	0,79 a 1,10	62,6	0,184	0,0132	1,05
57 *a*	»	» »	1 a 4	»	0,91 a 0,86	60,6	0,221	0,0137	1,10
58	»	» »	2 a 11	1,208	0,35 a 1,23	49,6	0,440	0,0166	1,72
59	»	Chiod. l. e tr., giunti conici	0 a 11	»	0,90 a 1,65	56,5	0,290	0,0146	1,35
59 *a*	»	» »	0	1,210	0,91 a 1,43	55,4	0,285	0,0145	1,28
60	Sifone Los Angeles	» »	11	»	1,04 a 1,32	48,7	0,435	,0166	1,73
61	Spring Walley W. Co.	» »	5	1,321	0,86	66,9	0,143	0,0126	0,90
62	Monroe N. 1	Chiod. l. e tr., interno con tubercoli	9	1,372	—	58,8	—	—	1,03
63	Sifone Gage Canal	Chiod. l. e tr., giunti cilindr.	4	1,501	0,31 a 0,85	53,6	0,360	0,0156	1,38
64 *a-b*	Jersey W. Co.	Chiod. l. e tr.. giunti conici	0	1,575	0,60	64,1	0,195	0,0133	0,96
64 *c-e*	»	» »	1 a 3	1,829	0,35 a 1,00	57,0	0,342	0,0153	1,32
64 *f*	»	» »	5 a 9	»	0,43 a 0,89	65,2	0,530	0,0179	1,74
65	Galleria Halsey	Chiod. tripla, l. e tr., coprigiunto interno	13	»	0,64 a 0,91	49,0	0,535	0,0180	1,79
66	»		0	»	0,70 a 3,60	66,5	0,210	0,0135	1,12
		Chiod. tripla, l. e tr., senza coprigiunto interno	0	»	0,70 a 3,60	72,0	0,143	0,0126	0,96
67	Galleria Drum	Chiod. l. e t. con coprig. int.							
68	»	» senza coprig. int.	0	»	0,65 a 0,93	61,5	0,770	0,0143	1,10
69 *a*	Pioneer Odgen U.	» con coprig. int.	0	»	0,77	70,7	0,135	0,0125	0,80
70	Monroe N. 2	Chiod. l. e tr.; giunti cilindrici	0 a 2	1,834	0,15 a 1,50	60,1	0,320	0,0150	1,26
71	Big Creek N. 1	» »	22	1,969	0,31 a 1,10	52,6	0,435	0,0165	1,49
72	Galleria Wise	Chiod. l. e tr., doppia	10	2,134	1,03 a 2,80	56,4	0,408	0,0162	1,36
73	»	» semplice	0	»	1,03 a 2,55	63,5	0,270	0,0143	1,12
74	»	» con coprig.	0	»	1,03 a 2,55	67,3	0,215	0,0136	1,00
75	*Insieme* 72, 73, 74	—	0	»	1,03 a 2,55	64,6	0,256	0,0141	1,08
76	»	—	0	»	1,03 a 2,55	65,2	0,245	0,0140	1,07
77	Holyoke M.	Chiod. l. e tr.; giunti cilindrici	2	»	0,54 a 2,45	55,7	0,408	0,0162	1,43
78	Oak Grove N. 3	» »	5	2,626	0,15 a 1,38	64,5	0,315	0,0149	1,14
79	Pit, N. 1	Chiod. tripla	0,8	2,743	0,61 a 2,15	67,9	0,240	0,0139	0,98
80	Sifone Deadman	Chiod. l. e tr.; giunti cilindrici	0	3,277	2,40 a 3,31	77,9	0,150	0,0127	0,86
81	Fremont, Ohio	» »	7	3,353	0,98 a 1,05	61,7	0,375	0,0157	1,19
			3	4.267	1,12	56,2	0,530	0,0179	1,47
		Categoria b)							
224	Springfield Mss.	Chiusura longitudinale a stecca liscia; chiodatura soltanto trasversale, giunti conici.	17	1,067	1,25	64.0	0,193	0,0128	1,01
225	Bull Run. N. 2	» »	28	»	»	64,0	0,193	0,0128	1,00
226 *a-c*	Bull Run, N. 3	» »	11	1,117	2,28	77,1	0,101	0,0110	0,76
227 *a-c*	Mokelumne Aq.	Saldatura longitudinale, chiodatura solo trasversale.	0	1,473	1,90	78,4	0,105	0,0112	0,72
228	Gall. Pit. N. 1		0	1,651	1,18	75,2	0,100	0,0118	0,76
230	»	»	0	2,438	4,35 a 5,90	74,6	0,140	0,0126	0,92
		» »	0	2,743	3,40 a 4,70	73,5	0,145	0,0129	0,94
		Categoria c)							
316	Pacific Mills N. 2	Chiod. l. e tr. con coprigiunto, teste interne accecate.							
316 *a*	» »		3	2.134	0,79 a 1,10	67,1	0,210	0,0135	0,95
318	» N. 3	» »	13	»	0,60 a 1,10	55,6	0,408	0,0162	1,37
318 *a*	» »	» »	3	»	0,82 a 1,16	64,3	0,260	0,0142	1,05
		» »	13	»	1,10 a 1,13	57,6	0,375	0,0157	1,31

portanza nelle condotte lunghissime sarebbero state di pregiudizio per le condotte più brevi.

Dei coefficienti di scabrezza abbiamo calcolato solo quelli di Bazin, Ganguillet-Kutter e Kutter. Per ciascuna condotta abbiamo anche calcolata una media; ogni serie difatti consentiva di far ciò perchè gli scarti dalla propria media sono sensibili ma non eccessivi. È però notevole il fatto che i coefficienti di scabrezza per ogni condotta, tendono piuttosto ad aumentare che a diminuire col crescere della velocità. È questo un fenomeno forse particolare delle condotte chiodate, perchè lo abbiamo riscontrato in qualche altra condotta sperimentata da altro autore, e probabilmente dovuto all'effetto delle teste dei chiodi.

Dalle medie dei coefficienti di scabrezza risulta anche la sensibile diversità di comportamento al moto fra le varie condotte. Ciò è naturalmente dovuto tanto al tipo di chiodatura, come alle accidentalità di profilo.

5. Prima di concludere sui risultati delle precedenti esperienze dobbiamo però ricordare una recentissima pubblicazione americana, dovuta a F. C. Scobey (3) ingegnere anziano dell'U. S. D. Agriculture, già grandemente benemerito per studi analoghi eseguiti sulle condotte di legno e di cemento.

La voluminosa memoria dello Scobey riporta una raccolta quasi completa delle esperienze finora note sulle *condotte chiodate ed analoghe*. Non ci è consentito un esame dettagliato di tutte le misure riportate dallo Scobey, le quali comprendono anche quelle eseguite su piccoli diametri e che inoltre furono eseguite da sperimentatori diversi, con criteri non sempre conformi alla esattezza, ed in tempi molto diversi dal 1873 ad oggi. Diamo però un *sommario* (rilevato da quello stesso dell'A.) nella Tabella 2, in cui le condotte sono divise in tre grandi categorie.

a) *Condotte chiodate longitudinalmente e trasversalmente;*

b) *condotte chiodate soltanto trasversalmente;*

c) *condotte continue*, cioè saldate o chiodate ma con le teste dei chiodi *accecate* nello spessore della lamiera.

Il calcolo dei coefficienti di scabrezza è riferito alle formule [1], [3] e [4] prima esposte, inoltre però lo Scobey consiglia una nuova formula

$$1000\, i = k \frac{v^{1,9}}{D^{1,1}}.$$

Senza esprimere un giudizio sulla convenienza o meno di applicare questa formula in Europa (essa è purtroppo diversa dalle altre date dallo stesso autore per le condotte di legno o di cemento) nell'ultima colonna della Tabella 2 sono riportati anche i valori k di Scobey (in misure metriche).

Anche l'esame della Tabella 2 dà subito a vedere il sensibile effetto della varietà di chiodature.

I coefficienti più bassi si hanno per le condotte ad una sola chiodatura (trasversale), categoria *b*; le condotte con chiodi a testa accecata dovrebbero pure avere coefficienti molto bassi, ma gli esempi della categoria *c*) riportati dallo Scobey non sono adatti a confermare tale giudizio; le condotte di maggiore scabrosità sono quelle chiodate nei due sensi e con coprigiunto interno, categoria *a*); in questa categoria si raggiungono coefficienti elevatissimi, γ (Bazin) = 0,50 ed n (Gang. e Kutt.) = 0,018.

Qualche altra osservazione interessante può farsi sulla scorta delle esperienze raccolte da Scobey, riguardo all'*effetto della età* della condotta. È noto infatti che con certe acque e sotto certi valori della velocità anche le condotte di acciaio sono soggette a incrostazioni o tubercolizzazioni. Le conseguenze non sono così durevoli come per la ghisa, perchè in genere le condotte chiodate degli impianti idroelettrici sono praticabili, ed una pulitura o verniciatura periodica evita l'aggravarsi del fenomeno. Comunque Scobey ha posto ben in vista, per es., che le due serie (45) della Tabella 2 eseguite sulla stessa condotta a 20 anni di distanza hanno dato valori medi di scabrezza sensibilmente differenti, lo stesso può dirsi per le due serie (59) e per le cinque serie (64) da 1 a 13 anni di età e anche per le (316) e (318). Si noti però che per tutte queste serie di rado si supera la velocità di 1 m/sec. Talvolta poi l'effetto manca addirittura, come nelle serie (224); talora invece ci sembra eccessivo, come nella serie (76) per la quale la capacità di deflusso della condotta in due anni fu ridotta del 14 % (pag. 72 del fascicolo Scobey)!

In definitiva lo Scobey dà la seguente scala di coefficienti da applicare alla propria formula (misure metriche):

1. Condotte chiodate longitudinalmente e trasversalmente, a teste sporgenti:

a) per piastre di mm 6 di spessore	......	k = 0,98
b) » » » » 11 di spessore	......	k = 1,14
c) » » » » 13 in su	....	k = 1,24
d) » » » » 13 in su e con coprigiunto interno	..	k = 1,35

2 Condotte chiodate soltanto trasversalmente k = 0,88

3. Condotte a pareti continue (teste accecate) k = 0,83

Sull'effetto dell'età Scobey non può dare un giudizio definitivo, dipendendo ciò essenzialmente dalla conoscenza delle proprietà chimiche dell'acqua. La forma esponenziale data dall'A. per la variazione di k coll'età indicherebbe in media una riduzione totale di portata del 30% in 50 anni.

6. Tenendo presenti le nostre personali esperienze della Tabella 1, che crediamo finora le prime del genere pubblicate in Italia, che sono in numero esiguo ma che hanno il merito di essere state eseguite con unico indirizzo e presumibilmente senza errori sensibili nella misura di tutti gli elementi che entrano nel calcolo delle perdite di carico delle condotte, noi siamo indotti a compilare la seguente tabella di coefficienti di scabrezza per le condotte chiodate e relativamente alle formule di Bazin [3], Ganguillet-Kutter [4] e Kutter [5].

	Bazin	Ganguillet –Kutter	Kutter
	γ	n	m
1. Condotte senza chiodatura longitudinale ed a semplice chiodatura trasversale, giunti conici	0,10	0,011	0,20
2. Condotte con chiodatura longitudinale doppia e trasversale semplice; giunti cilindrici	0,16	0,013	0,30
3. Condotte con chiodatura longitudinale tripla o quadrupla e trasversale doppia; senza coprigiunto interno	0,20	0,014	0,40
4. Condotte con chiodatura longitudinale sestupla, trasversale doppia o tripla e coprigiunto interno	0,40	0,016	0,60
5. Condotte con maggiori accidentalità o incrostate	0,55	0,018	0,80

(La espressione di giunti conici si riferisce a quella forma per la quale i due tronchi di tubo accostati hanno *egual* diametro, ma alle estremità sono leggermente ed alternativamente svasati così che i due margini possano sovrapporsi; mentre giunti cilindrici sono quelli formati con tronchi di *diverso* diametro che si accostano facendo entrare la estremità dell'uno nell'altro, tipo che negli impianti idroelettrici è assai più diffuso del precedente. Il diametro *convenzionale* è in questo ultimo caso quello del minore dei due tronchi accostati).

I coefficienti di scabrezza sopra riportati sono invero soltanto indiziari, come è solo possibile fare nella materia in questione, perchè molte cause fanno differire una applicazione dall'altra (per ricordare le maggiori, la lunghezza dei singoli tronchi, il maggior spessore della lamiera che nella sovrapposizione dei due lembi sporge all'interno, il numero e la grandezza delle teste di chiodi, le caratteristiche del tracciato, ecc.). La scala da noi data si svolge però fra limiti alquanto più estesi di quelli frequentemente usati (1) e purtroppo questa è la conseguenza dell'effetto delle chiodature, effetto che si rende sempre più sensibile coll'aumentare delle file dei chiodi.

Le misure effettivamente da noi eseguite si riferiscono alle categorie 2, 3, 4, ma sulla scorta delle altre esperienze citate da Scobey crediamo accettabili anche i coefficienti assegnati alle altre due categorie.

Padova, luglio 1930 - VIII.

ING. ETTORE SCIMEMI.

(3) F. C. SCOBEY. « The flow of water in riveted steel and analogous pipes ». Unit. Stat. Depart. of Agriculture, *Bulletin N.* 150 (January 1930). Washington.

(1) COLOMBO, Manuale, 1929, pag. 164.

ING. MARIA ARTINI
DELL'UNIONE NAZIONALE FASCISTA INDUSTRIE ELETTRICHE

La teoria dei fili di guardia

INTRODUZIONE.

La teoria dei fili di guardia è nota già da parecchi anni ed è stata enunciata in modo completo dal Creighton, che ha dimostrato come per mezzo di un conduttore messo a terra, disposto parallelamente ad altri conduttori isolati, si possano diminuire notevolmente le sovratensioni che si producono nei varî fili quando in seguito ad una scarica atmosferica si rendon libere le cariche formatesi per induzione sui fili stessi per effetto dell'elettricità delle nubi. In seguito, nuovi studi teorici e ricerche di laboratorio hanno permesso di venire a conoscenza di altri elementi che entrano nell'azione delle funi di guardia, azione quant'altre mai complessa e pertanto difficile da valutare.

In questi ultimi anni gli studi sui fili di terra, e quelli correlativi sulla natura delle scariche atmosferiche e sulle sovratensioni che queste provocano nei conduttori isolati, sono andati regolarmente susseguendosi all'estero e sopratutto in America, dove la stampa tecnica fa loro un largo posto. Per contro in Italia non si segue forse l'argomento con l'interesse che merita.

Volendo dunque richiamare l'attenzione dei nostri tecnici sull'importanza e la vastità del problema e sui notevoli risultati sinora raggiunti nella sua conoscenza, verremo quì esaminando, in base agli studi fondamentali e a quelli più recenti, i principali aspetti della teoria elettrica del filo di guardia (1).

TEORIA ELETTROSTATICA DEL FILO DI GUARDIA.

Quando si abbia sopra una nube una carica elettrica di un dato segno, si crea fra nube e terra un campo elettrostatico più o meno intenso, che data l'altezza della nube sul terreno si può con sufficiente approssimazione supporre uniforme e diretto perpendicolarmente al suolo (fig. 1). Questo si suppone liscio e piano; si ammette inoltre, poichè ciò non cambia la distribuzione del campo vicino a terra, che la nube agisca come un cilindro di eguali dimensioni, parallelo alla linea.

Se ora si introduce un conduttore isolato entro il campo rappresentato in fig. 1, questo viene deviato dalla sua direzione verticale, come rappresentato in fig. 2, e il conduttore si carica di elettricità di segno opposto a quello della nube. Il potenziale di un conduttore derivante dalla carica elettrica sulla nube è uguale al gradiente del potenziale G dovuto alla nube per l'altezza H del conduttore sul suolo

$$V = G H \qquad (1)$$

esprimendo tutti i valori in unità assolute.

Quando il campo elettrostatico della nube scompare bruscamente in seguito a una scarica atmosferica, la carica sul conduttore diventa libera di muoversi lungo di esso; il campo della carica indotta nel conduttore, immediatamente dopo la scarica atmosferica, è rappresentato in fig. 3. Il valore istantaneo del potenziale del conduttore subito dopo la scarica è lo stesso

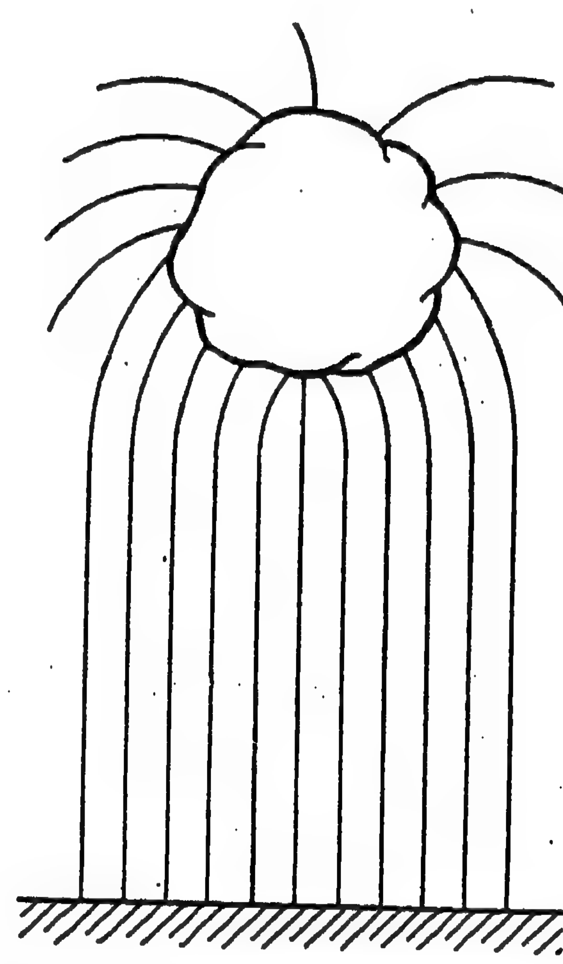


Fig. 1. - Campo elettrico di una nube.

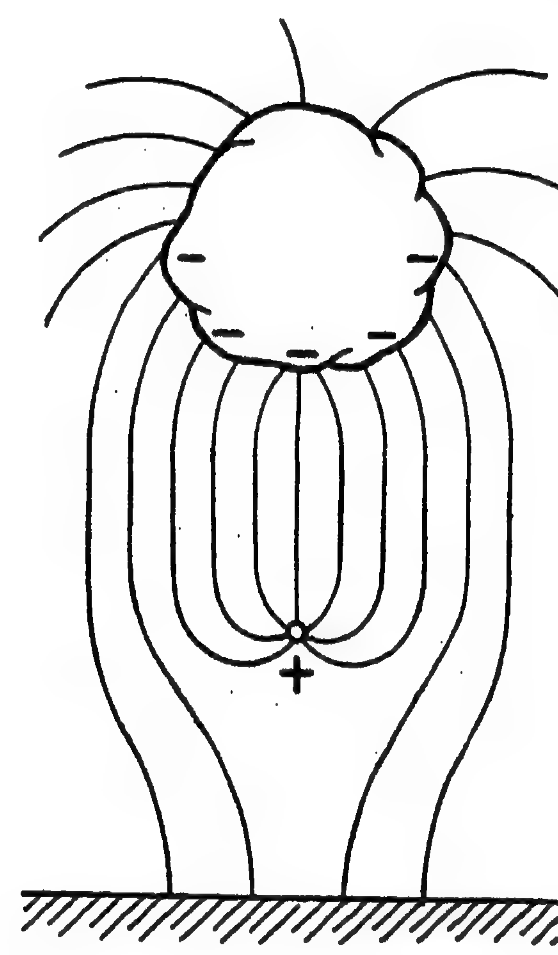


Fig. 2. - Variazione del campo elettrico di una nube per effetto di un conduttore.

di quello che si sarebbe avuto nell'atmosfera senza la presenza del filo, e cioè è ancora dato dalla (1) ([1]).

Supponiamo ora invece di un conduttore isolato di averne parecchi: la legge fondamentale espressa dalla (1) rimane valida, ossia l'aggiunta di altri fili isolati non ha nessun effetto utile nel ridurre le tensioni istantanee indotte; però la quantità di elettricità o carica su ognuno di essi, per la variata capacità, diventa minore, ciò che si traduce in una diminuzione di energia.

Passiamo ora a considerare il caso che vi sia anche un conduttore messo a terra. Al primo istante dopo la scarica atmosferica, il filo di terra non riduce il potenziale indotto nei conduttori di linea, eccetto localmente al palo dove si ha la messa a terra; riduce però la quantità di elettricità. Se la scarica fosse assolutamente istantanea, il filo di guardia assumerebbe lo stesso potenziale come se fosse isolato; ma poichè il fulmine ha una definita per quanto

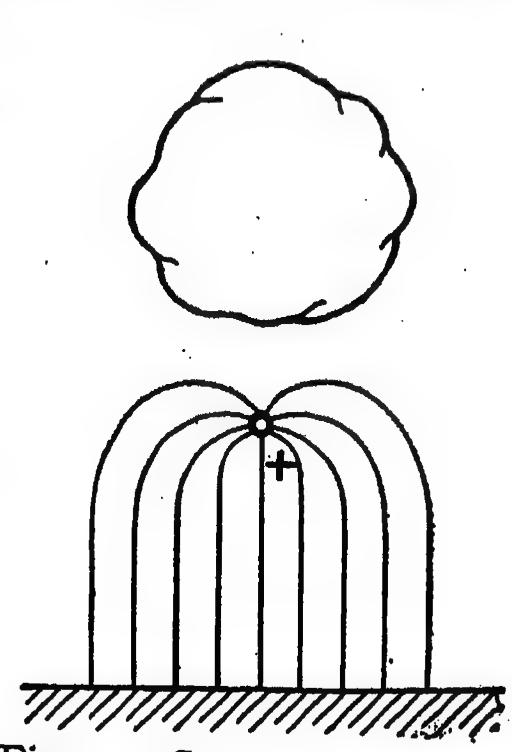


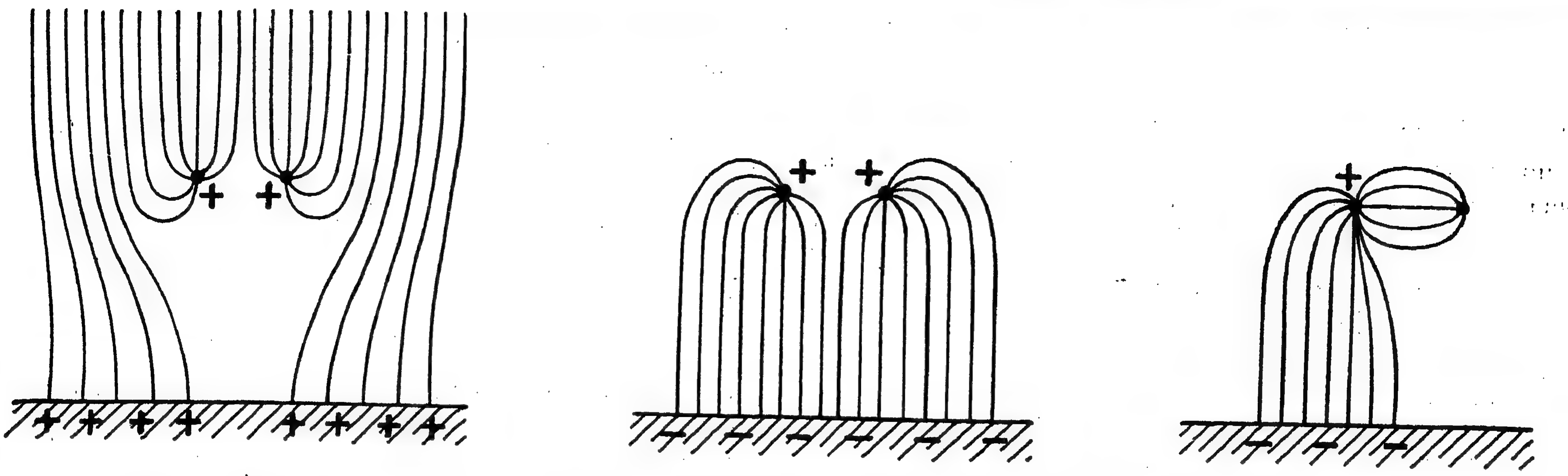
Fig. 3. - Campo della carica indotta nel conduttore.

(1) Per la bibliografia, vedere in fondo all'articolo.

[1] La formula esatta, indicata anche dal Peek, è $V = \alpha G H$ dove α è un coefficiente che dipende dalle dimensioni della nube e dalla velocità di scarica. È $\alpha = 1$ per scariche istantanee.

brevissima durata, una parte dell'elettricità che si rende libera sul filo di guardia ha tempo di scaricarsi a terra e il filo stesso diventa sede di una carica indotta dai conduttori di linea paralleli, aumentando per tal modo la capacità del sistema, e dove m_{nn} è la distanza del conduttore n dalla propria immagine (due volte l'altezza sul suolo) e r_0 il raggio del conduttore.

Il potenziale sul conduttore n, essendo presenti le cariche su tutti i conduttori, è pertanto dato dalla somma algebrica



a) b) c)

Fig. 4. - Induzione su un filo isolato (a sinistra) e uno a terra (a destra); *a*) prima della scarica atmosferica; *b*) all'istante della scarica; *c*) dopo che la carica sul filo di guardia è passata a terra.

riducendo quindi il potenziale, indipendentemente dalla riduzione nella carica elettrica. L'effetto totale del filo di guardia risulta dalla combinazione di queste due azioni.

La fig. 4 mostra i tre stadi del fenomeno, per un conduttore isolato e uno a terra.

Calcolo della protezione teorica.

Il rapporto fra la tensione V_p indotta in un conduttore protetto con filo di guardia e la tensione V_{sp} che si avrebbe senza tale protezione, si chiama *rapporto di protezione*:

$$R_p = \frac{V_p}{V_{sp}} \tag{2}$$

La *protezione* P è invece definita come la diminuzione percentuale che si verifica nella tensione indotta per effetto del filo di guardia:

$$P = \frac{V_{sp} - V_p}{V_{sp}} = 1 - R_p \tag{3}$$

Il rapporto Rp si può calcolare, per i casi più semplici, facendo qualche supposizione semplificativa. Si ammette che la superficie della terra sia un piano equipotenziale a potenziale zero: la carica alla superficie del terreno si può allora per ogni conduttore supporre concentrata in un conduttore immaginario, parallelo a quello reale e ad ugual distanza sotto la superficie del suolo: è questa la così detta *immagine* del conduttore.

Abbiansi r conduttori paralleli, alcuni isolati ed altri a terra; se si suppongono tolte tutte le cariche sui conduttori, tranne la q_r sul conduttore r, il potenziale su un altro conduttore n qualunque dovuto a tale carica è dato dalla

$$V_n = 4.6 \log \frac{m_{nr}}{d_{nr}} \cdot q_r \tag{4}$$

essendo m_{nr} la distanza fra il conduttore n e l'immagine del conduttore r (o viceversa), d_{nr} la distanza fra i due conduttori; il logaritmo è in base 10 e le quantità sono sempre espresse in unità assolute.

Quando la carica fosse invece lasciata sul solo conduttore n, si avrebbe

$$V_n = 4.6 \log \frac{m_{nn}}{r_0} \cdot q_n \tag{5}$$

dell'espressione (5) e di tante espressioni come la (4) quanti sono gli altri conduttori:

$$V_n = 4.6 \log \frac{m_{nn}}{r_0} \cdot q_n + 4.6 \log \frac{m_{n1}}{d_{n1}} \cdot q_1 + 4.6 \log \frac{m_{n2}}{d_{n2}} \cdot q_2 + \ldots\ldots 4.6 \log \frac{m_{nr}}{d_{nr}} \cdot q_r \tag{6}$$

se r è il numero dei conduttori.

Le espressioni $4.6 \log \frac{m_{nr}}{d_{nr}}$ non sono altro che i coefficienti di induzione mutua di Maxwell e si possono esprimere con i simboli K_{nr}; indicheremo invece con i simboli K_{nn} le espressioni come la: $4.6 \log \frac{m_{nn}}{r_0}$.

Ciò posto, le condizioni elettrostatiche dei singoli conduttori prima della scarica, quando si abbia un gradiente atmosferico G, sono espresse da relazioni come la:

$$K_{nn}\, q_n + K_{n1}\, q_1 + K_{n2}\, q_2 + \ldots K_{nr}\, q_r + G\, H_n = 0, \tag{7}$$

facendo astrazione dalla tensione di linea a frequenza normale.

Bisogna ora ricorrere ad altre supposizioni semplificative, e cioè che la scarica atmosferica sia assolutamente istantanea e che la messa a terra dei fili di guardia sia tale che a scarica avvenuta questi siano a potenziale zero. Dopo la scarica, le quantità $G\, H_n$ scompaiono dalle espressioni del potenziale e, data la supposizione che i fili di guardia siano a potenziale zero, le cariche q_g su tali fili dovranno venir sostituite da altre cariche q'_g. Si avranno quindi per i conduttori di linea delle espressioni come la:

$$V_n = K_{nn}\, q_n + K_{n1}\, q_1 + K_{n2}\, q_2 + \ldots K_{ng}\, q'_g + \ldots K_{nr}\, q_r \tag{8}$$

e per i fili di guardia:

$$V_g = K_{gg}\, q'_g + K_{g1}\, q_1 + K_{g2}\, q_2 + \ldots K_{gr}\, q_r = 0 \tag{9}$$

Dalle equazioni come le (8) e le (9) si ricavano i valori di V_n e dividendo V_n per $-G\, H_n$, che è il potenziale che si avrebbe senza fili di terra, si ottiene il rispettivo valore di R_p.

Il Creighton ha applicato il procedimento al caso puramente

teorico di due fili paralleli, uno a terra (1) ed uno isolato (2) alla stessa altezza sul suolo (fig. 5), ottenendo la formula:

$$R_p = \frac{\log \dfrac{m_{11} \times d_{12}}{m_{12} \times r_0}}{\log \dfrac{m_{11}}{r_0}}$$

essendo r_0 il raggio del filo di guardia.

Come si vede, il rapporto di protezione è indipendente dal diametro del conduttore di linea.

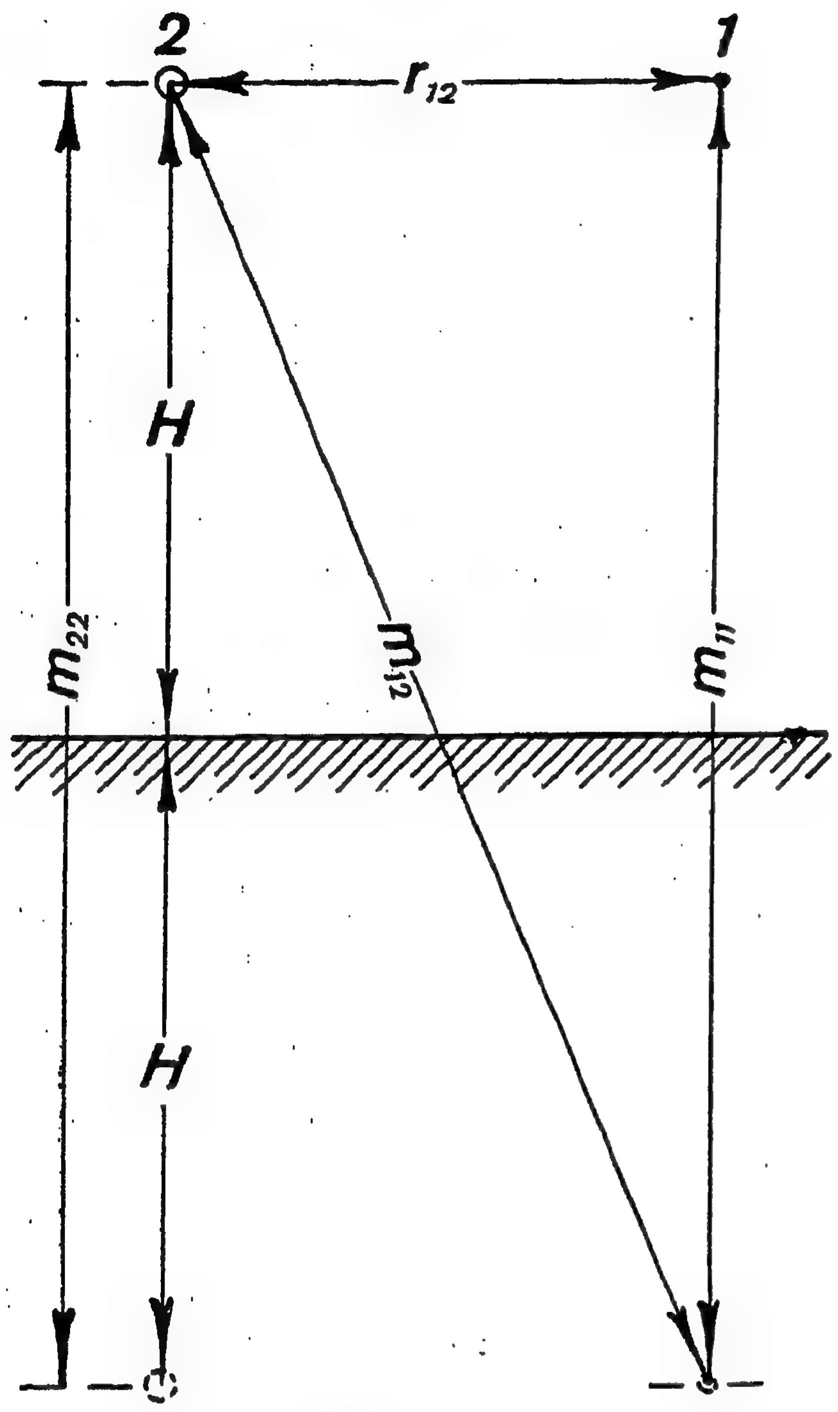


Fig. 5.

Quando il filo di guardia è disposto superiormente al filo isolato, a una distanza h, la protezione aumenta nel rapporto $\dfrac{H + h}{H}$; se è posto sotto il conduttore isolato, la protezione diminuisce nel rapporto $\dfrac{H - h}{H}$.

Come esempio per il calcolo di R_p prendiamo il caso della fig. 6: una terna di conduttori e un filo di guardia. Le equazioni prima della scarica, analoghe alla (7), sono

(10) $K_{11}\, q_1 + K_{12}\, q_2 + K_{13}\, q_3 + K_{14}\, q_4 + G\,H = 0$

(11) $K_{12}\, q_1 + K_{22}\, q_2 + K_{23}\, q_3 + K_{24}\, q_4 + G\,H = 0$

(12) $K_{13}\, q_1 + K_{23}\, q_2 + K_{33}\, q_3 + K_{34}\, q_4 + G\,H = 0$

(13) $K_{14}\, q_1 + K_{24}\, q_2 + K_{34}\, q_3 + K_{44}\, q_4 + G\,(H + h) = 0$

e quelle dopo la scarica, analoghe alle (8) e (9):

(14) $K_{11}\, q_1 + K_{12}\, q_2 + K_{13}\, q_3 + K_{14}\, q'_4 = V_1$

(15) $K_{12}\, q_1 + K_{22}\, q_2 + K_{23}\, q_3 + K_{24}\, q'_4 = V_2$

(16) $K_{13}\, q_1 + K_{23}\, q_2 + K_{33}\, q_3 + K_{34}\, q'_4 = V_3$

(17) $K_{14}\, q_1 + K_{24}\, q_2 + K_{34}\, q_3 + K_{44}\, q'_4 = 0$

Dalla (10) si ha:

$$K_{11}\, q_1 + K_{12}\, q_2 + K_{13}\, q_3 = - K_{14}\, q_4 - G\,H$$

e sostituendo nella (14):

(18) $V_1 = K_{14}\, q'_4 - K_{14}\, q_4 - G\,H$

Dalla (13) si ricava:

$$K_{14}\, q_1 + K_{24}\, q_2 + K_{34}\, q_3 = - K_{44}\, q_4 - G\,(H + h)$$

e sostituendo nella (17):

(19) $K_{44}\, q'_4 - K_{44}\, q_4 - G\,(H + h) = 0$

da cui $q'_4 = q_4 + \dfrac{G\,(H + h)}{K_{44}}$.

Sostituendo nella (18): $V_1 = \dfrac{K_{14}}{K_{44}}\, G\,(H + h) - G\,H$

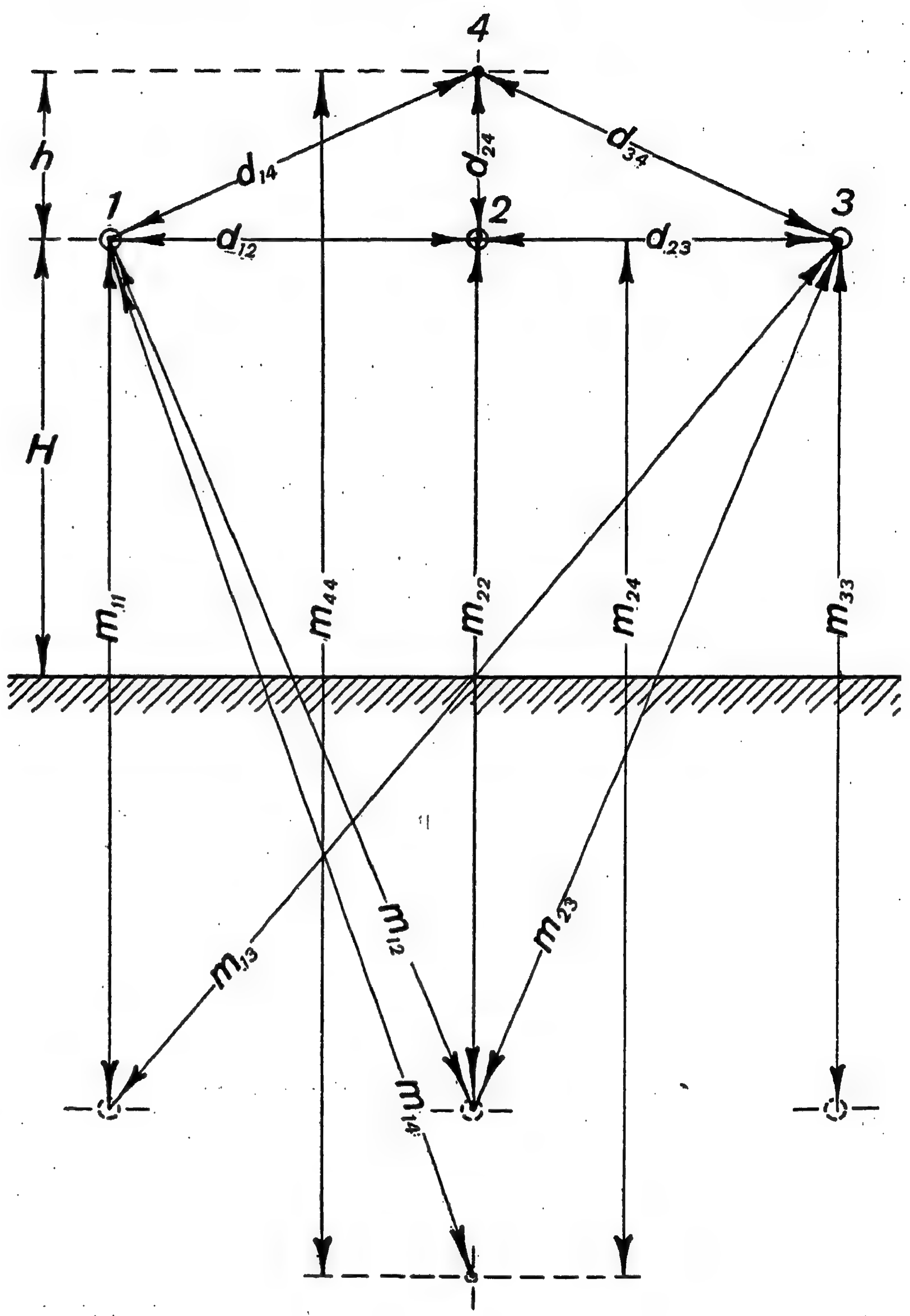


Fig. 6.

e dividendo per $- G\,H$ si ha per il conduttore (1):

$$R_p\,(1) = 1 - \frac{H + h}{H}\,\frac{K_{14}}{K_{44}} \quad [1]$$

Per la simmetria del sistema, il filo (3) ha la stessa protezione del filo (1); per il conduttore (2) si ha in modo analogo:

$$R_p\,(2) = 1 - \frac{H + h}{H}\,\frac{K_{24}}{K_{44}}$$

dove, essendo $d_{12} = d_{23} = a$ e $d_{24} = h$, è:

$$K_{14} = 4.6 \log \sqrt{\frac{a^2 + (2\,H + h)^2}{a^2 + h^2}},\quad K_{24} = 4.6 \log \frac{2\,H + h}{h},$$

$$K_{44} = 4.6 \log \frac{2\,(H + h)}{r_0}.$$

[1] Un procedimento simile al precedente è illustrato dal Dwight (ved. Bibliografia).

Per esempio se $H = 1200$ cm, $h = 300$ cm, $a = 400$ cm, $r_0 = 0,5$ cm è:

R_p (1) (3) = 75.6 % $\qquad$ P (1) (3) = 24.4 %

per i conduttori (1) e (3), e:

R_p (2) = 68.4 % $\qquad$ P (2) = 31.6 %

per il conduttore (2).

I valori ottenuti con le formule sopra indicate e con le altre riportate nell'Appendice e riguardanti alcuni casi pratici, non hanno però un valore assoluto, date le supposizioni semplificative fatte, ma solo un valore *comparativo;* possono cioè dare utili indicazioni per la scelta della disposizione più efficace del filo di guardia rispetto ai conduttori.

Abbiamo ritenuto utile, come esempio, fare uno studio comparativo per una linea ad una terna col conduttore più basso a m 12 sul livello del suolo e con uno, rispettivamente due, fili di guardia da 1 cm di diametro (vedi fig. 7).

Valori comparativi della protezione con fili di guardia per varie disposizioni di conduttori

Disposizione	R_p %			P %			Medie	
	Condut-tore 1	Condut-tore 2	Condut-tore 3	Condut-tore 1	Condut-tore 2	Condut-tore 3	R_p %	P %
a)	75.6	68.4	75.6	24.4	31.6	24.4	73.2	26.8
b)	74.4	72.0	69.3	25.6	28.0	30.7	71.9	28.1
c)	70.8	73.1	75.4	29.2	26.9	24.6	74.1	25.9
d)	68.6	76.7	76.7	31.4	23.5	23.3	74.0	26.0
e)	59.7	51.0	59.7	40.3	49.0	40.3	56.8	43.2

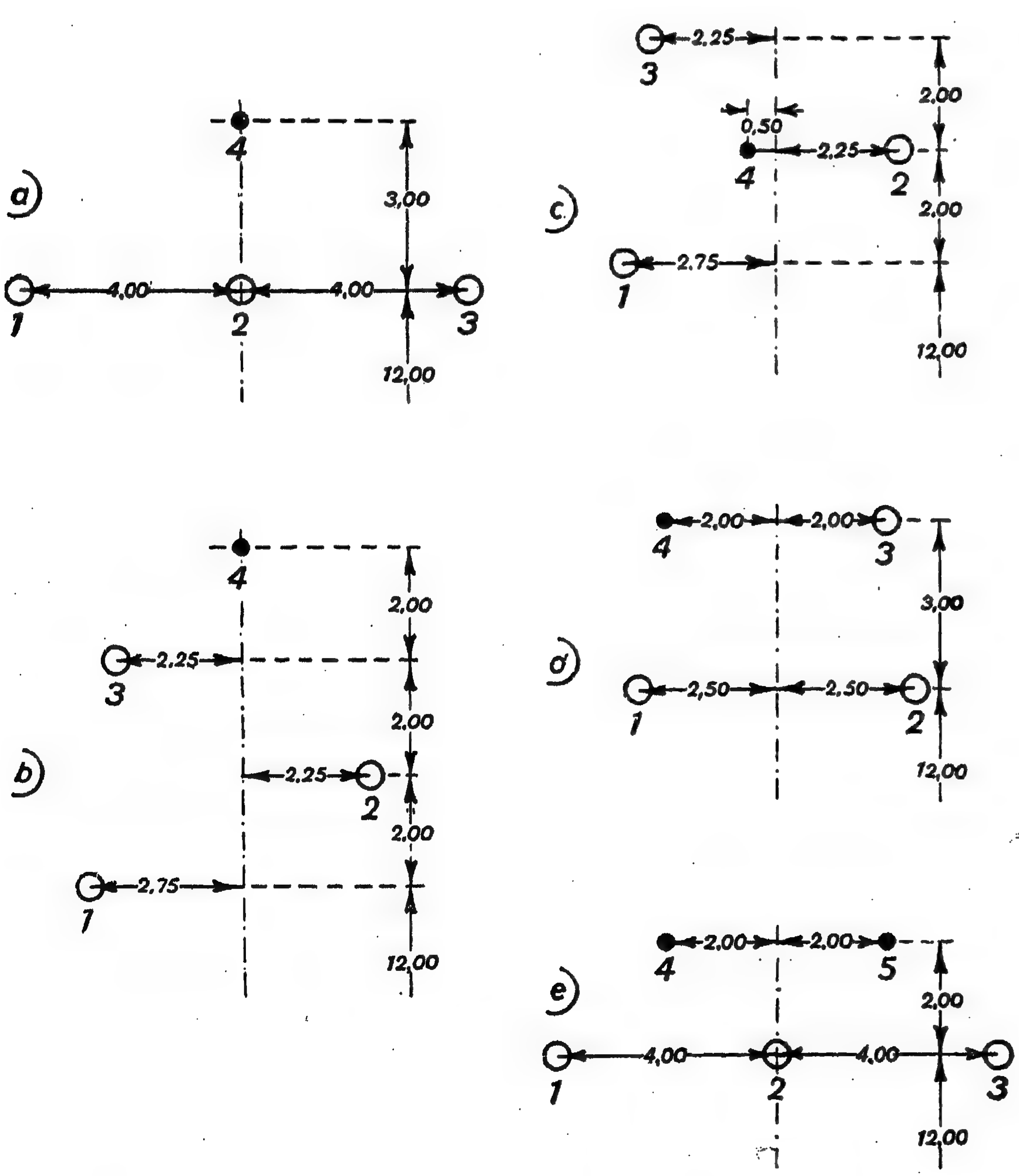


Fig. 7. - Disposizioni del filo di terra a cui si riferisce la tabella.

Con un solo filo di terra, la disposizione migliore è quella coi tre conduttori a diverse altezze e il filo di terra disposto superiormente, mentre le peggiori sono quelle con alcuni conduttori soltanto posti sotto il filo di guardia e gli altri allo stesso livello o superiori. Si capisce che anche peggiore sarebbe la disposizione con filo di guardia sotto ai conduttori.

Il vantaggio di un secondo filo di guardia è rappresentato da un aumento di P di circa il 60 %, aumento che può giustificare la maggiore spesa di impianto, sopratutto in regioni molto battute dai temporali.

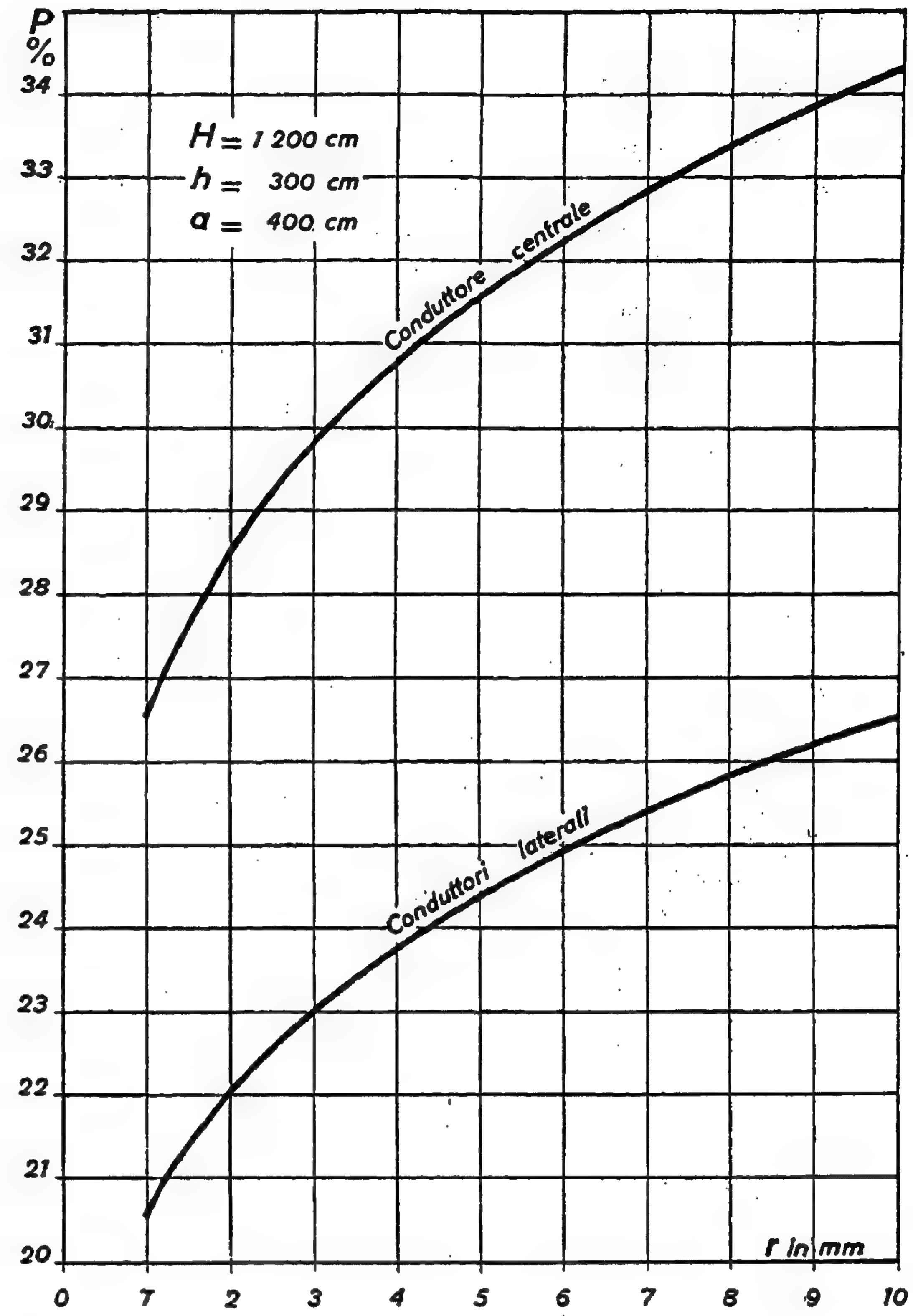


Fig. 8. - Come varia la protezione in funzione del raggio del filo di guardia.

La protezione aumenta anche con l'aumentare del diametro del filo di guardia, ciò che del resto è intuitivo; per mettere in evidenza tale maggiore efficacia abbiamo tracciato il diagramma in fig. 8. Come si vede, al di là di un raggio di $4 \div 5$ mm la convenienza ad aumentare la sezione del trefolo di guardia è meno sentita.

Un altro fattore che influisce sull'entità della protezione è l'altezza h del filo di guardia sui conduttori; dal diagramma in fig. 9 risulta che nel complesso la protezione diminuisce sensibilmente all'aumentare di h, pur avendosi qualche maggior uniformità di protezione. Conviene pertanto che il filo di guardia sia collocato sopra i conduttori, ma il più vicino possibile ad essi, compatibilmente con le esigenze della tesatura.

L'EFFETTO CORONA E L'EFFICACIA DEL FILO DI GUARDIA.

Il calcolo che abbiamo indicato fa astrazione da un fattore che influisce considerevolmente sulla protezione data dal filo di guardia, e cioè l'effetto corona.

Quando in seguito ad una scarica atmosferica una forte sovratensione viene indotta nei conduttori di una linea aerea, alla superficie di questi si forma corona; è allora come se i diametri e quindi le capacità dei conduttori e del filo di guardia venissero aumentati. A parità di altre condizioni si produce, per la relazione fondamentale $Q = C\,V$, una diminuzione nella tensione indotta.

E. M. Hunter ha dimostrato come si possa tener conto di questo aumento nella capacità e quindi nell'efficacia protettiva del filo di guardia dovuto alla corona. L'aumento di protezione che si ottiene per effetto della corona sui conduttori di

linea viene trascurato, poichè il calcolo, confermato dalle esperienze di laboratorio, dimostra che l'effetto corona sui conduttori è molto minore di quello sul filo di terra.

Ritorniamo all'esempio della fig. 6. Le quantità di elettricità sui diversi conduttori si possono ricavare risolvendo le equazioni (10) (11) (12) (13); conoscendo così la quantità di elet-

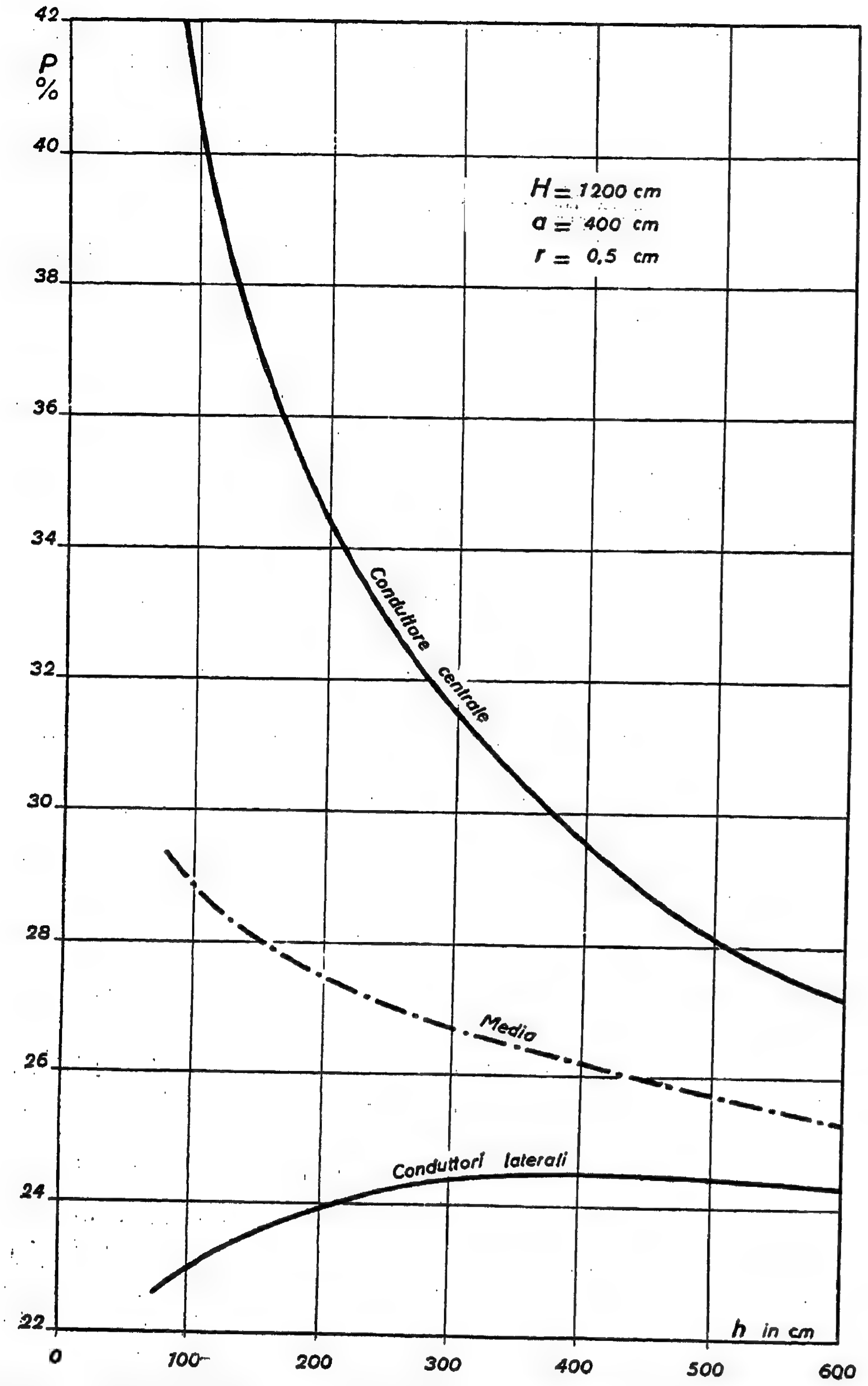


Fig. 9. - Come varia la protezione in funzione dell'altezza del filo di guardia sul piano dei conduttori.

tricità q_4 sul filo di terra si può ricavare il gradiente g alla superficie dello stesso con l'espressione

$$g = \frac{2\,q_4}{r_0} \qquad (20)$$

D'altra parte, secondo la formula del Peek, il gradiente che dà corona visibile alla superficie di un filo di raggio r_0 è dato dalla formula:

$$g_v = 29.8\left(1 + \frac{0.301}{\sqrt{r_0}}\right)\ kV/cm \qquad (21)$$

Nella (20) q_4 si può sostituire col suo valore, che come si vede facilmente è espresso in funzione di G così: $q_4 = C\,G$, essendo C una costante per una determinata linea; è dunque $g = \frac{2\,C\,G}{r_0}$ e $G = \frac{r_0\,g}{2\,C}$. Il gradiente G che dà luogo a corona visibile sui conduttori è pertanto:

$$G = \frac{r_0\,g_v}{2\,C} = \frac{14.9\,r_0 + 4.485\sqrt{r_0}}{C} \qquad (22)$$

Per poter determinare l'influenza della corona sulla protezione data dal filo di guardia, bisogna supporre che il nuovo raggio del filo di guardia sia quello determinato dalla corona prima che la nube si scarichi; inoltre si ammette che il raggio da introdurre nel calcolo sia quello che si ha quando la corona comincia appena ad essere visibile. Per ogni gradiente G, tale raggio si determina per mezzo della (22); introducendo questo nuovo valore del raggio nelle formule che danno R_p e P, si ha il valore della protezione tenendo conto dell'effetto corona.

Come risulta anche dalle formule, la protezione del filo di guardia non è dunque una costante per una determinata disposizione di conduttori, ma aumenta con l'aumentare del gradiente G.

Formazione delle onde di sovratensione.

Nello stabilire le formule per l'efficacia protettiva dei fili di guardia, si è supposto che l'elettricità liberatasi passi direttamente e immediatamente a terra senza alcun altro fenomeno; ma come è noto, nelle condizioni pratiche ciò non avviene.

Consideriamo i circuiti formati dal filo di guardia fra due messe a terra e dalla terra come conduttore di ritorno, circuito che ha una capacità distribuita; pertanto, se la resistenza ohmica non è uguale o maggiore della resistenza critica di smorzamento, alla scarica verso terra dell'elettricità liberatasi seguirà un'oscillazione, e siccome in pratica la resistenza è piccola, si avranno numerose oscillazioni. Ciò si verifica tanto per la carica indotta sul filo di terra dalla nube come per quella indottavi dalle cariche nei conduttori.

Questo in relazione ai soli effetti elettrostatici, ma bisogna tener conto anche degli effetti elettromagnetici. Le sovratensioni nel filo di terra sono libere di muoversi con grandissima velocità; si raggiungeranno correnti assai elevate che per induzione elettromagnetica produrranno nei conduttori isolati delle f. e. m. $e = m\frac{d\,i}{d\,t}$, essendo m il coefficiente di induzione mutua e i la corrente.

Sul conduttore isolato viene a sovrapporsi l'energia prodotta per azione diretta della nube con quella prodotta dalla corrente nel filo di guardia, cosicchè l'onda principale si dividerà in tante più piccole.

Si è fin qui tacitamente supposto che la lunghezza dei conduttori non fosse maggiore di quella della nube sovrastante; passiamo ora a considerare il caso pratico di conduttori molto più lunghi della nube, ossia del tratto di filo carico di elettricità; allora al liberarsi della carica si produrrà un'onda migrante.

Considerando il circuito filo di guardia-terra come circuito primario contenente induttanza, capacità e resistenza e il conduttore isolato come circuito secondario contenente induttanza e capacità distribuita, quando una parte della carica è trasmessa al conduttore di linea, questa non segue le oscillazioni che han luogo nel filo di guardia, ma forma un'onda che vien trasmessa lungo il conduttore.

Se si suppone per un momento che il filo di guardia sia messo a terra solo agli estremi del tratto A influenzato dalla nube, all'istante della scarica le onde sui conduttori si avviano simultaneamente e con eguali valori nelle due direzioni opposte, fin che passano al di là del tratto A del filo di guardia; allora la capacità viene aumentata per effetto dei tratti laterali B e B' dei fili di guardia senza carica elettrica e la tensione nel conduttore isolato diminuisce.

Intanto, per quanto si è detto sopra, l'onda mobile sul filo di terra continua a cedere per induzione una parte della propria energia al filo isolato; tale energia non può però sommarsi con l'onda principale prima accennata, che è intanto passata fuori dell'influenza del tratto A di filo di guardia; si forma così una serie di onde o impulsi di sovratensione.

Nel caso più generale che A comprenda parecchie messe a terra, le due onde migranti sono una combinazione di quelle ora accennate con quelle descritte più sopra per il caso di conduttori lunghi quanto la nube.

Il filo di terra e l'attenuazione.

Passando in corrispondenza dei singoli tratti di filo di guardia compresi fra due messe a terra, l'onda migrante cede ad ognuno di questi una parte della propria energia; ossia va smorzandosi man mano che si allontana dal punto di origine.

Si definisce *attenuazione* la legge secondo la quale la tensione indotta in un conduttore diminuisce in funzione della distanza. W. W. Lewis ha indicato due formule (ricavate sperimentalmente) che danno la variazione della tensione con la distanza, e l'attenuazione. È

$$e = \frac{e_0}{k\,d\,e_0 + 1} \qquad (23)$$

essendo e la tensione a una distanza d dall'origine della sovratensione, e_0 l'ampiezza iniziale della sovratensione al punto di origine e k un fattore di proporzionalità che si trova empiricamente. L'attenuazione A è data dalla $A = -k\,e^2$, espressa in kV per km.

Come influisce la presenza del filo di guardia sull'attenuazione di una linea? In presenza di un'onda migrante, la corda di terra assume una carica di segno opposto a quella dei conduttori di linea; ora la capacità elettrostatica di un conduttore rispetto alla terra aumenta quando vi siano altri conduttori vicini con cariche di segno opposto e pertanto la quantità di elettricità sui conduttori di linea risulterà aumentata in presenza di un filo di guardia; siccome poi il gradiente del potenziale intorno a un conduttore è all'incirca proporzionale alla carica sullo stesso, aumentando la carica aumenterà la corona e la perdita relativa. È questo un fattore assai importante del fenomeno, perchè l'attenuazione tende ad aumentare con la corona. Un aumento nel numero dei conduttori di linea paralleli ha sotto questo punto di vista un effetto perfettamente opposto: infatti i conduttori in presenza di un impulso si caricano di elettricità dello stesso segno, ciò che riduce la capacità elettrostatica e per conseguenza la perdita corona e l'attenuazione.

Un altro effetto del filo di guardia sull'attenuazione deriva pure dal fatto che, come si è visto, la quantità di elettricità sui conduttori risulta aumentata, ciò che si risolve in un aumento dell'energia dell'onda mobile. Secondo uno studio di Cox e Slepian, riassunto anche dalla nostra Rivista (1), se è vero che l'energia dell'onda mobile è maggiore in un circuito con fili di terra che in uno senza, le perdite nel primo caso rappresentano però una percentuale molto maggiore di questa energia; ciò per effetto della riduzione dell'impedenza, che fa aumentare la corrente e quindi le perdite e perchè una parte della corrente di ritorno nel circuito filo di guardia-conduttori di terra - terra passa attraverso il conduttore di terra, ciò che riduce l'impedenza alla sovratensione, ma aumenta la resistenza virtuale del circuito di terra, aumentando così ulteriormente le perdite. Questo porterebbe naturalmente a un'attenuazione più rapida, ossia questo effetto agirebbe nello stesso senso del primo; si dovrebbe quindi concludere che la presenza di fili di terra su una linea porta con sè un aumento considerevole del coefficiente di attenuazione.

In realtà però le recenti esperienze di Mc Eachron, Hemstreet e Rudge hanno dimostrato che l'attenuazione è minore quando vi è il filo di terra, sopratutto nel caso di impulsi negativi sul conduttore di linea. Giova ricordare che la perdita corona, per uno stesso conduttore, è diversa a seconda che l'impulso o sovratensione che provoca la corona è positivo o negativo, e precisamente la perdita è maggiore nel caso di impulsi positivi. I risultati delle esperienze ricordate si spiegano allora pensando che con impulsi positivi gli effetti opposti provocati dal filo di guardia, e cioè aumento d'energia dell'onda mobile e maggior perdita corona, vengono all'incirca a bilanciarsi, producendo tutt'al più una leggerissima diminuzione dell'attenuazione, mentre nel caso di impulsi negativi l'effetto dell'aumento di energia prevale su quello della corona, provocando una diminuzione dell'attenuazione molto sentita. L'entità di questa diminuzione può essere dedotta dal fatto che nelle esperienze ricordate è risultato che in presenza di un filo di terra un impulso negativo poteva arrivare a una distanza doppia di quella raggiunta senza filo di terra; un secondo filo di guardia aumenta leggermente questo effetto.

L'efficacia del filo di guardia diminuisce dunque man mano che ci si allontana dall'origine della sovratensione, ossia dalla plaga del temporale. Ritorniamo un momento alla formula (23); se un filo di guardia dà una protezione percentuale $P = 1 - R_p$, la sua efficacia sarà annullata dopo una distanza d tale dall'origine della sovratensione che sia

$$\frac{e_0}{k\,d\,e_0 + 1} = \frac{e_0 \times R_p}{k_1\,d\,e_0\,R_p + 1} \qquad (24)$$

dove k e k_1 sono i fattori di attenuazione rispettivamente senza e con filo di guardia.

Dalla (24) si ha

$$d = \frac{1 - R_p}{(k - k_1)\,e_0\,R_p} = \frac{P}{(k - k_1)\,e_0\,R_p}$$

Per dare un'idea dell'entità che possono avere queste distanze, prendiamo un esempio pratico: con un'attenuazione di $k = 0.0002$ e $k_1 = 0.0001$ kV per km (come si può avere per impulsi negativi), se il filo di guardia dà una protezione $P = 30\ \%$, d espresso in km è dato da $\frac{4300}{e_0}$, ossia p. es. per una sovratensione di 400 kV, dopo 10.7 km scompare il vantaggio del filo di guardia. Per impulsi positivi le condizioni sono molto migliori.

Effetto della resistenza di messa a terra.

Ricaviamo anzitutto, per il caso generico di un conduttore isolato (1) e di un filo di guardia (2) messo a terra attraverso una resistenza R, la formula che dà la relazione fra la tensione indotta e la R.

Cox e Slepian in un loro studio, hanno stabilito le equazioni che danno le tensioni e le correnti trasmesse e riflesse in conduttori isolati e a terra, nella supposizione di campo uniforme e scarica istantanea. Riferendoci p. es. alla fig. 10 *a*), sussistono per i 2 conduttori le solite relazioni: $V_1 = G\,H_1$ e $V_2 = G\,H_2$ Poichè la sovratensione iniziale si compone di due onde che viaggiano in direzione opposta è anche:

$$G\,H_1 = V_{10} + V'_{10}$$
$$G\,H_2 = V_{20} + V'_{20}$$

dove l'indice o si riferisce alle quantità iniziali; V_{10} e V_{20} si riferiscono alle onde viaggianti verso destra e V'_{10}, V'_{20} a quelle verso sinistra. Sarà anche: $V_{10} = V'_{10}$ e $V_{20} = V'_{20}$, e analogamente per le correnti: $i_{10} = -i'_{10}$, $i_{20} = -i'_{20}$; ci limiteremo perciò a considerare gli impulsi in una sola direzione, per es. quelli viaggianti verso destra. Consideriamo ora in modo più particolare le condizioni del filo messo a terra. Se Z è l'impedenza da esso opposta agli impulsi e z l'impe-

(1) *L'Energia Elettrica*, gennaio 1929, pag. 115.

denza mutua dei conduttori (1) e (2), sempre riferentesi a impulsi, si ha:

$$V_{20} = z\, i_{10} + Z\, i_{20} \tag{25}$$

Supponendo il caso ideale di conduttori di resistenza zero, si producono le onde (rettangolari per supposizione) rappresentate in fig. 10 *b*) e *c*). Quando un'onda incontra un punto nel

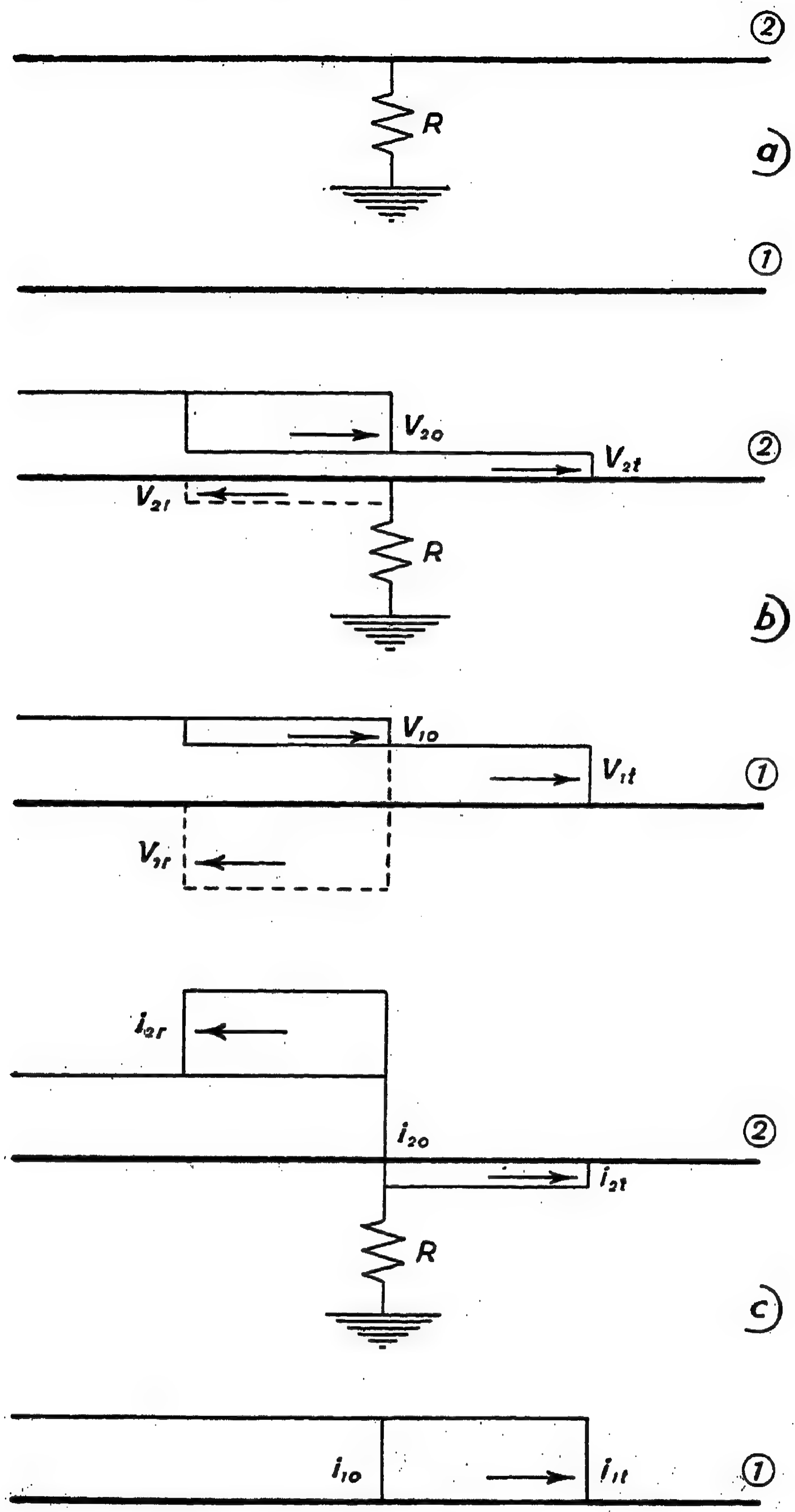


Fig. 10. - Onde migranti in una linea di trasmissione con un conduttore isolato e uno a terra attraverso una resistenza *R*.

quale il filo di guardia (2) è messo a terra, essa si riflette; e se indichiamo con l'indice *t* le quantità trasmesse e con *r* quelle riflesse, si ha, sempre per il filo di terra:

$$V_{2t} = z\, i_{1t} + Z\, i_{2t} \tag{26}$$

$$- V_{2r} = z\, i_{1r} + Z\, i_{2r} \tag{27}$$

poichè le onde riflesse viaggiano in senso opposto a quelle trasmesse. Equazioni analoghe si hanno per il conduttore (1).

Le tensioni e le correnti nel conduttore (1) da una parte e dall'altra del punto dove avviene la riflessione devono essere eguali, ossia:

$$V_{10} + V_{1r} = V_{1t} \tag{28}$$

$$i_{10} + i_{1r} = i_{1t} \tag{29}$$

Analogamente per il conduttore (2):

$$V_{20} + V_{2r} = V_{2t} \tag{30}$$

$$i_{20} + i_{2r} = i_{2t} + \frac{V_{2t}}{R} \tag{31}$$

Dalla (30) si ha:

$$V_{2t} - V_{2r} = V_{20}$$

Sostituendo con la (27):

$$V_{2t} + z\, i_{1r} + Z\, i_{2r} = V_{20}$$

Sostituendo a i_{1r} il valore dato dalla (29) e a i_{2r} il valore dato dalla (31) si ha:

$$V_{2t} + z\, i_{1t} - z\, i_{10} + Z\, i_{2t} + \frac{Z}{R} V_{2t} - Z\, i_{20} = V_{20}$$

Raggruppando e sostituendo in base alle (25) e (26):

$$V_{2t} + V_{2t} + \frac{Z}{R} V_{2t} - V_{20} = V_{20}$$

Si ricava:

$$\frac{V_{2t}}{V_{20}} = \frac{2\, R}{2\, R + Z}, \tag{32}$$

che indica come si riduce la tensione quando l'onda migrante passa per un punto dove si ha una messa a terra di resistenza *R*.

Per determinare come varia la resistenza di terra *R* al passaggio di un impulso rispetto alle condizioni con corrente normale sono state fatte da tecnici americani prove che hanno dimostrato come la resistenza *R* nel caso di un impulso è sempre minore di quella che si ha con corrente normale e la differenza aumenta con l'aumentare della corrente, come risulta dal diagramma in fig. 11.

Prendiamo ora in esame il caso che l'impulso anzichè una messa a terra ne passi due. Se la distanza fra le due terre è abbastanza grande, si può applicare senz'altro due volte la (32), una volta all'onda iniziale e un'altra all'onda trasmessa che è passata attraverso la prima resistenza. Al passaggio di questa onda trasmessa per la seconda terra, si produrrà una nuova onda che verrà trasmessa al di là della seconda resistenza e contemporaneamente un'onda riflessa negativa che ri-

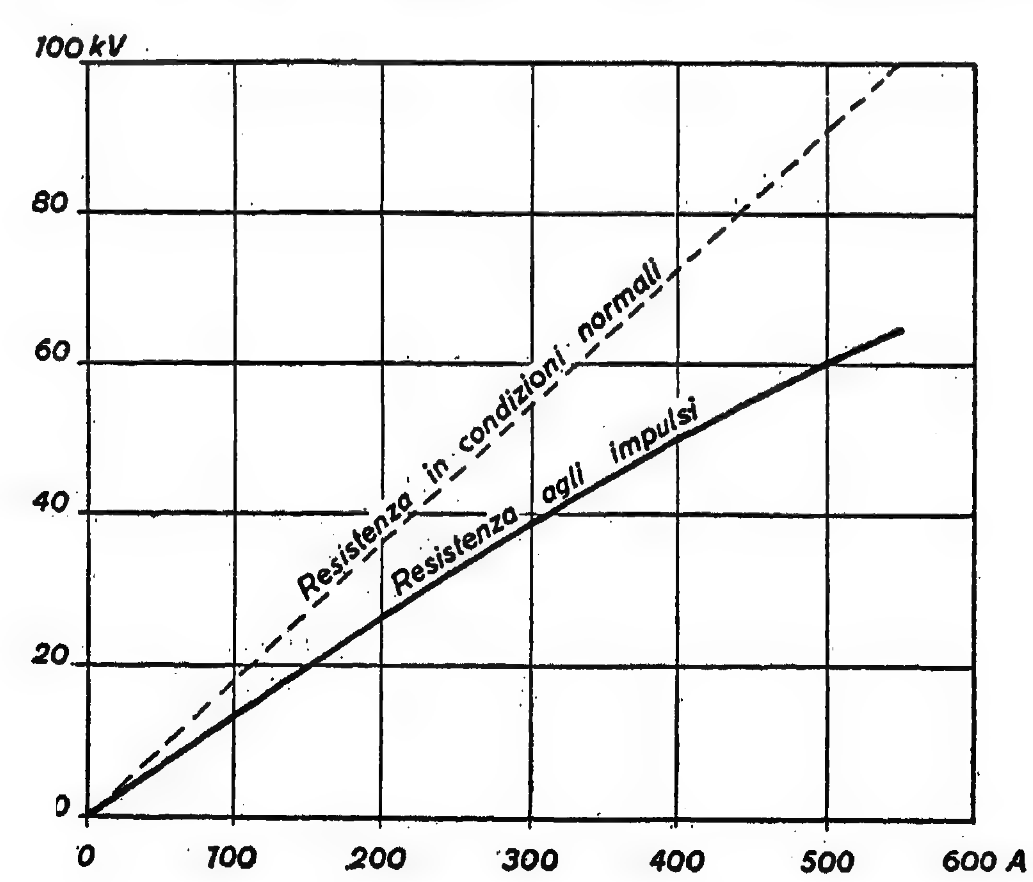


Fig. 11. - Curve di variazione delle resistenze di terra.

tornerà verso la prima resistenza. Qui si avrà una nuova riflessione, con nuovo cambiamento di polarità, ossia la nuova onda sarà dello stesso segno dell'onda o impulso iniziale. Arrivando la nuova onda alla seconda resistenza si ripeterà l'andamento del fenomeno ora enunciato.

Ammettendo che le onde siano rettangolari, si potranno considerare le due resistenze di terra come agenti ognuna

per proprio conto, ossia considerarne separatamente gli effetti, se la distanza fra le due terre è maggiore di mezza lunghezza d'onda. Se questa condizione non è raggiunta, la tensione trasmessa sarà tanto maggiore quanto minore la distanza; al limite, ossia quando la distanza fra le due terre fosse ridotta a zero, il caso si ricondurrebbe a quello di una sola messa a terra di resistenza $\frac{R}{2}$ e la tensione trasmessa raggiungerebbe il massimo.

Questo significa che due terre di uguale resistenza e ad una certa distanza sono più efficaci di una sola terra con resistenza metà; significa anche che in una linea conviene cercar di ottenere resistenze di messa a terra uniformi ai varii pali, essendo allora maggiore l'efficacia che nel caso di resistenze molto basse alternate con altre di valore assai più forte.

PROTEZIONE DELLA LINEA CONTRO SCARICHE DIRETTE.

Abbiamo supposto fin quì che le sovratensioni fossero indotte nella linea per effetto di una scarica atmosferica indiretta; ma ben più gravi sono gli effetti delle scariche che colpiscono direttamente la linea.

L'efficacia del filo di guardia in questo caso particolare si può dire ovvia. Per eliminare i disastrosi effetti del fulmine occore far sì, con acconcie disposizioni, che la scarica avvenga su un elemento a terra della linea: la resistenza di messa a terra deve a sua volta esser limitata in modo che la corrente di scarica si disperda nel suolo senza provocare sovratensioni pericolose. In territori molto esposti alle scariche, e particolarmente quando le campate sono lunghe, è perciò senz'altro necessario ricorrere all'adozione di un filo di guardia sopra i conduttori, contemporaneamente disponendo ai sostegni delle aste metalliche verticali e curando un'ottima messa a terra dei pali; di solito allora il una scarica di ritorno dal palo ai conduttori, con arco sugli isolatori.

Per il calcolo della tensione massima verso terra nel caso di una scarica diretta, si adotta lo schema della fig. 12, dove i varî tratti di filo di guardia sono rappresentati da bobine con coefficiente di autoinduzione L. Sia I_0 la corrente della scarica che colpisce il palo; partendo dalle equazioni fondamentali:

$$I_n - I_{n+1} = \frac{E_n}{R}$$

$$E_n - E_{n+1} = -L\frac{dI_{n+1}}{dt}$$

che risultano evidenti dalla figura, e nella supposizione che:

$$(33) \qquad I_{n+1} = A_{n+1} \cdot e^{-\alpha t}$$

dove A ed α sono costanti, esprima la legge che regola l'andamento della corrente col tempo, J. Biermanns ha dimostrato come si possa scrivere:

$$(34) \qquad E_0 = I_0 \times \frac{R}{\sqrt{1 + \frac{4R}{\alpha L}}} = I_0 \times Z_0$$

dove Z_0 rappresenta l'impedenza all'ammissione della linea considerata nel punto dove avviene la scarica. Da tale espressione si vede che la sovratensione E_0 è tanto minore quanto minori sono R e L, e quanto minore è la velocità secondo la quale diminuisce nel tempo l'intensità della corrente di scarica.

La supposizione principale sulla quale è basato lo studio del Biermanns è che la scarica atmosferica segua una legge aperiodica della forma seguente

$$(35) \qquad I_0 = A_0\left(e^{-\alpha_2 t} - e^{-\alpha_1 t}\right)$$

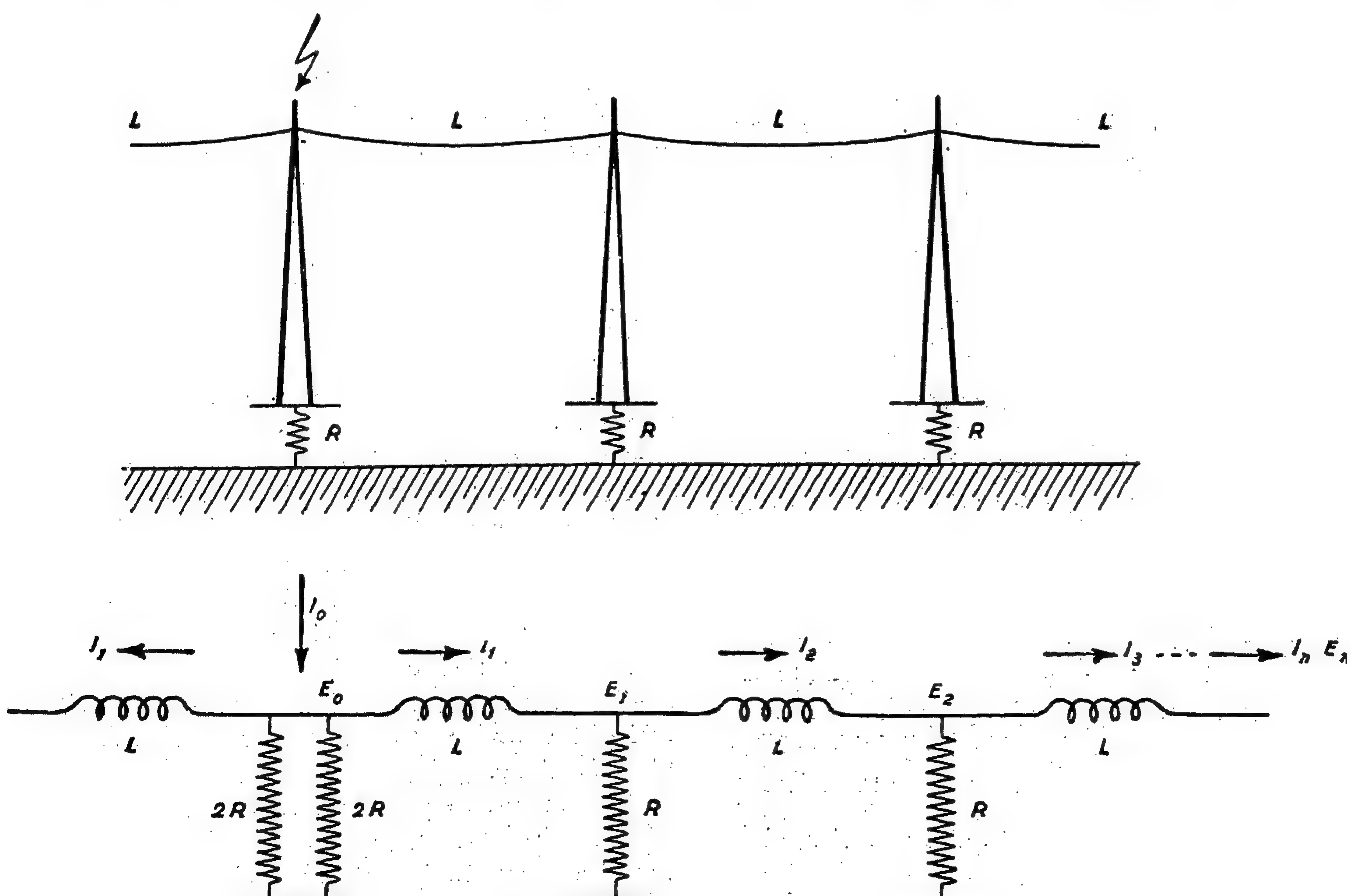


Fig. 12. - Schema della protezione di una linea con filo di terra e messe a terra, e circuito equivalente.

fulmine o si scarica direttamente sul sostegno o sulla treccia di terra, da questa passando poi al sostegno e, attraverso la resistenza R, a terra (fig. 12.). La scelta di R va fatta in modo che il sostegno metallico non assuma una tensione tale da provocare

dove gli esponenti α sono espressi in funzione delle costanti del circuito di scarica. A dimostrare che questa legge esprime con una certa approssimazione l'andamento pratico, basta il confronto della curva esprimente la (35) con qualche oscillogramma

di scariche sia naturali che prodotte in laboratorio, come quelli ottenuti dal Peek. La (34) si può quindi assumere come relazione generale nel caso di scariche dirette.

Il filo di guardia e i disturbi sulle linee di telecomunicazione

Accenneremo brevemente per ultimo all'influenza del filo di guardia nei riguardi delle tensioni che si producono per induzione elettrostatica sulle linee telegrafiche e telefoniche.

È noto che quando in vicinanza di una linea di trasmissione i cui conduttori sono sedi di tensioni sinusoidali, sono situati altri conduttori ad essa paralleli, si producono in questi ultimi delle tensioni indotte, che dipendono dalla tensione e dalle caratteristiche fisiche della linea (distanze e raggi dei conduttori) dalla distanza e dalla lunghezza del parallelismo, ecc.

Il calcolo dell'induzione elettrostatica, che è stato fra gli altri esposto dal Di Pirro e dal Brylinski, è basato sulle equazioni di Maxwell, che come è noto danno le singole quantità q di elettricità o cariche di un sistema di conduttori in funzione dei varî potenziali V e dei coefficienti di induzione mutua di Maxwell. In un sistema di n conduttori si ha:

$$(36)\qquad \begin{aligned} q_1 &= K_{11}\ V_1 + K_{12}\ V_2 + \dots K_{1n}\ V_n \\ q_2 &= K_{21}\ V_1 + K_{22}\ V_2 + \dots K_{2n}\ V_n \\ &\dots\dots\dots\dots\dots\dots \\ q_n &= K_{n1}\ V_1 + K_{n2}\ V_2 + \dots\ K_{nn}\ V_n \end{aligned}$$

Questi coefficienti, dette C_{nn} le capacità di un filo n rispetto alla terra e C_{nm} le capacità mutue fra due fili n e m, sono dati dalle relazioni:

$$(37)\qquad \begin{aligned} K_{11} &= C_{11} + C_{12} + C_{13} \dots + C_{1n} \\ K_{22} &= C_{21} + C_{22} + C_{23} + \dots C_{2n} \\ &\dots\dots\dots\dots\dots\dots \\ K_{nn} &= C_{n1} + C_{n2} + C_{n3} + \dots C_{nn} \end{aligned}$$

e dalle: $K_{12} = -C_{12}$, $K_{21} = -C_{21} \dots$ $K_{n1} = -C_{n1}$ ecc.

Resta anche evidente che è $K_{12} = K_{21}$, $K_{13} = K_{31} \dots K_{1n} = K_{n1}$ e in genere $K_{mn} = K_{nm}$.

Consideriamo una linea trifase senza filo di terra (conduttori 1, 2, 3) e due conduttori telefonici vicini (4 e 5) isolati da terra ma collegati da apparecchi di resistenza R; le cariche su questi conduttori, se l è la lunghezza del parallelismo, sono date allora, per le (36), dalle equazioni:

$$q_4 = (K_{14}\,V_1 + K_{24}\,V_2 + K_{34}\,V_3 + K_{44}\,V_4 + K_{45}\,V_5)\ l$$
$$q_5 = (K_{15}\,V_1 + K_{25}\,V_2 + K_{35}\,V_3 + K_{45}\,V_4 + K_{55}\,V_5)\ l$$

Se si ricavano da queste equazioni le correnti di carica corrispondenti, che sono date dalle $\frac{dq}{dt}$, e si ricorda che le correnti di carica ai punti di collegamento sono eguali per la legge di Kirchoff alla corrente $\frac{V_4 - V_5}{R}$ che percorre la resistenza R e che R è di valore trascurabile rispetto alle capacità, si arriva all'equazione generale:

$$V_4 = V_5 = -\frac{(K_{14}+K_{15})\,V_1 + (K_{24}+K_{25})\,V_2 + (K_{34}+K_{35})\,V_3}{2\ K_{45} + K_{44} + K_{55}} \qquad (35)$$

Nel caso considerato, cioè senza filo di terra, è:

$$K_{44} = C_{14} + C_{24} + C_{34} + C_{44} + C_{45}$$
$$K_{55} = C_{15} + C_{25} + C_{35} + C_{45} + C_{55}$$

Nel caso invece che si abbia un filo di guardia (conduttore o), nei coefficienti K_{44} e K_{55} entra anche la capacità mutua fra il filo di guardia stesso e rispettivamente i conduttori 4 e 5, così:

$$K_{44} = C_{04} + C_{14} + C_{24} + C_{34} + C_{44} + C_{45}$$
$$K_{55} = C_{05} + C_{15} + C_{25} + C_{35} + C_{45} + C_{55}$$

Si capisce quindi come le tensioni V_4 e V_5 devan risultare diminuite.

Le considerazioni ora esposte si potrebbero facilmente estendere ad altri casi più complessi; a noi basti aver accennato all'esistenza della questione, poichè non riescirebbe semplice determinare quantitativamente per via analitica la diminuzione che il filo di guardia su una linea elettrica porta nelle tensioni indotte nelle linee di telecomunicazione parallele.

Ricorderemo tuttavia, per dare un'idea dell'efficacia del filo di guardia in questo campo, che il prof. Di Pirro accenna a riduzioni nelle tensioni indotte dell'ordine del 25 %.

La teoria e la pratica.

Abbiamo così passato in rassegna i varî elementi costitutivi del problema del filo di guardia, volutamente restringendo il nostro esame alla sola parte elettrica della questione.

Quanto si è detto basta a convincere che se la teoria è necessaria per comprendere come agisce il filo di guardia e quali sono i suoi effetti, non è però sufficiente, per la complessità e la concomitanza di tanti elementi diversi, di cui alcuni discordanti, a permettere di valutare con precisione l'efficacia del filo di terra. Quale è dunque in pratica la riduzione nelle sovratensioni di origine atmosferica che si produce per effetto della fune di guardia nelle linee elettriche? E, in relazione a questa riduzione, di quanto diminuisce il numero delle scariche sugli isolatori di linea? Quali sono i criterî adottati dalle Società esercenti in base alla loro esperienza?

Altri elementi importanti sono la conoscenza dell'ampiezza massima delle sovratensioni che si verificano per effetto di scariche atmosferiche (o in altre parole il valore del gradiente sul quale si deve basarsi), e la frequenza relativa delle sovratensioni di diversa ampiezza.

Per tutti questi punti i rilievi statistici e sperimentali ottenuti in copia, sopratutto agli Stati Uniti, con l'installazione di clidonografi e oscillografi a raggi catodici sulle linee di trasmissione e con esperienze su tronchi di linea appositamente costruiti, sono veramente preziosi.

Anche su altri punti del resto giova consultare i risultati dell'esperienza; per esempio sulla frequenza dei guasti meccanici nel filo di terra, guasti che provocando contatti dei conduttori di linea con la fune di guardia, possono renderne dannosa l'installazione.

Ci proponiamo pertanto, a complemento di quanto siamo andati esponendo fin quì, di raccogliere ed esaminare in un prossimo articolo il materiale statistico e sperimentale estero, e sopratutto americano, e i dati che in argomento abbiam potuto raccogliere presso le principali Società elettriche italiane.

Appendice

Il filo di guardia in alcuni casi pratici.

Per comodità dei lettori, abbiamo ricavate le formule della protezione teorica P data dal filo di guardia in alcuni casi pratici, indicati in fig. 13.

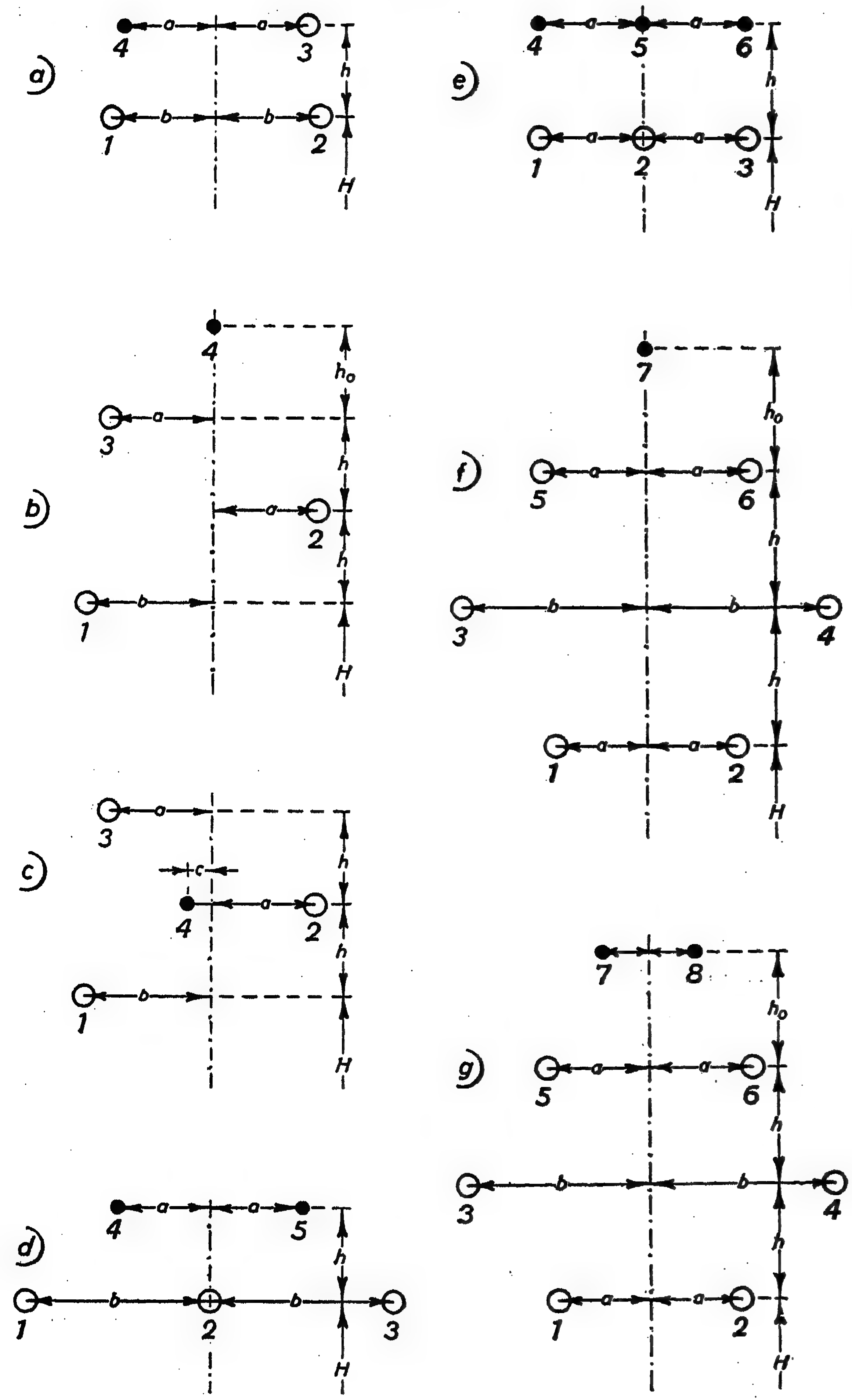


Fig. 13.

Caso a)

$$P\,(1) = \frac{H+h}{H}\;\frac{\log\sqrt{(b-a)^2+(2H+h)^2}-\log\sqrt{(b-a)^2+h^2}}{\log 2\,(H+h)-\log r_0}$$

$$P\,(2) = \frac{H+h}{H}\;\frac{\log\sqrt{(b+a)^2+(2H+h)^2}-\log\sqrt{(b+a)^2+h^2}}{\log 2\,(H+h)-\log r_0}$$

$$P\,(3) = \frac{\log\sqrt{a^2+(H+h)^2}-\log a}{\log 2\,(H+h)-\log r_0}$$

Caso b)

$$P\,(1) = \frac{H+2h+h_0}{H}\;\frac{\log\sqrt{b^2+(2H+2h+h_0)^2}-\log\sqrt{b^2+(2h+h_0)^2}}{\log 2\,(H+2h+h_0)-\log r_0}$$

$$P\,(2) = \frac{H+2h+h_0}{H+h}\;\frac{\log\sqrt{a^2+(2H+3h+h_0)^2}-\log\sqrt{a^2+(h+h_0)^2}}{\log 2\,(H+2h+h_0)-\log r_0}$$

$$P\,(3) = \frac{H+2h+h_0}{H+2h}\;\frac{\log\sqrt{a^2+(2H+4h+h_0)^2}-\log\sqrt{a^2+h_0^{\circ}}}{\log 2\,(H+2h+h_0)-\log r_0}$$

Caso c)

$$P\,(1) = \frac{H+h}{H}\;\frac{\log\sqrt{(b-c)^2+(2H+h)^2}-\log\sqrt{(b-c)^2+h^2}}{\log 2\,(H+h)-\log r_0}$$

$$P\,(2) = \frac{\log\sqrt{(a+c)^2+4\,(H+h)^2}-\log\,(a+c)}{\log 2\,(H+h)-\log r_0}$$

$$P\,(3) = \frac{H+h}{H+2h}\;\frac{\log\sqrt{(a-c)^2+(2H+3h)^2}-\log\sqrt{(a-c)^2+h^2}}{\log 2\,(H+h)-\log r_0}$$

Per i casi *d) e) f) g)*, pure rappresentati in fig. 13, le formule analoghe a quelle fin qui riportate riescono troppo complicate per essere pratiche; diamo quindi i valori della protezione P in funzione dei coefficienti K di Maxwell.

Caso d)

$$P\,(1)\,(3) = \frac{H+h}{H}\;\frac{K_{14}+K_{15}}{K_{44}+K_{45}}$$

$$P\,(2) = \frac{H+h}{H}\;\frac{2\,K_{24}}{K_{44}+K_{45}}$$

dove:

$$K_{14} = 4.6\log\frac{\sqrt{(2H+h)^2+(b-a)^2}}{\sqrt{h^2+(b-a)^2}}$$

$$K_{15} = 4.6\log\frac{\sqrt{(2H+h)^2+(b+a)^2}}{\sqrt{h^2+(b+a)^2}}$$

$$K_{24} = 4.6\log\frac{\sqrt{(2H+h)^2+a^2}}{\sqrt{h^2+a^2}}$$

$$K_{44} = 4.6\log\frac{2\,(H+h)}{r_0}$$

$$K_{45} = 4.6\log\frac{\sqrt{4\,(H+h)^2+4\,a^2}}{2\,a}$$

Caso e)

$$P\,(1)\,(3) = \frac{H+h}{H}\;\frac{(K_{14}+K_{15}+K_{16})\,(K_{45}-K_{44})+K_{15}\,(K_{15}-K_{46})}{2\,K^2_{45}-K_{44}\,(K_{44}+K_{46})}$$

$$P\,(2) = \frac{H+h}{H}\;\frac{(K_{24}+K_{25}+K_{26})\,(K_{45}-K_{44})+K_{25}\,(K_{45}-K_{46})}{2\,K^2_{45}-K_{44}\,(K_{44}+K_{46})}$$

dove:

$$K_{14} = 4.6\log\frac{2H+h}{h} \qquad K_{15} = 4.6\log\frac{\sqrt{a^2+(2H+h)^2}}{\sqrt{a^2+h^2}}$$

$$K_{16} = 4.6\log\frac{\sqrt{4a^2+(2H+h)^2}}{\sqrt{4\,a^2+h^2}} \qquad K_{45} = 4.6\log\frac{\sqrt{a^2+4\,(H+h)^2}}{a}$$

$$K_{44} = 4.6\log\frac{2\,(H+h)}{r_0} \qquad K_{46} = 4.6\log\frac{\sqrt{a^2+(H+h)^2}}{a}$$

$$K_{24} = 4.6 \log \frac{\sqrt{a^2 + (2H + h)^2}}{\sqrt{a^2 + h^2}} = K_{15}$$

$$K_{25} = 4.6 \log \frac{2H + h}{h} = K_{14}$$

$$K_{26} = 4.6 \log \frac{\sqrt{a^2 + (2H + h)^2}}{\sqrt{a^2 + h_2}} = K_{15}$$

Caso f)

$$P(1)(2) = \frac{H + 2h + h_0}{H} \frac{K_{17}}{K_{77}}$$

$$P(3)(4) = \frac{H + 2h + h_0}{H + h} \frac{K_{37}}{K_{77}}$$

$$P(5)(6) = \frac{H + 2h + h_0}{H + 2h} \frac{K_{57}}{K_{77}}$$

dove:

$$K_{17} = 4.6 \log \sqrt{\frac{a^2 + (2H + 2h + h_0)^2}{a^2 + (2h + h_0)^2}}$$

$$K_{37} = 4.6 \log \sqrt{\frac{b^2 + (2H + 3h + h_0)^2}{b^2 + (h + h_0)^2}}$$

$$K_{47} = 4.6 \log \sqrt{\frac{a^2 + (2H + 4h + h_0)^2}{a^2 + h_0^2}}$$

$$K_{77} = 4.6 \log \frac{2(H + 2h + h_0)}{r_0}$$

Sostituendo questi valori nelle formule precedenti che danno P si arriva agli stessi valori ottenuti per il caso b); la protezione percentuale data da un filo di terra è dunque indipendente dal numero dei conduttori di linea.

Caso g)

$$P(1)(2) = \frac{H + 2h + h_0}{H} \frac{K_{17} + K_{18}}{K_{77} + K_{78}}$$

$$P(3)(4) = \frac{H + 2h + h_0}{H + h} \frac{K_{37} + K_{38}}{K_{77} + K_{78}}$$

$$P(5)(6) = \frac{H + 2h + h_0}{H + 2h} \frac{K_{57} + K_{58}}{K_{77} + K_{78}}$$

dove:

$$K_{17} = 4.6 \log \sqrt{\frac{(a - c)^2 + (2H + 2h + h_0)^2}{(a - c)^2 + (2h + h_0)^2}}$$

$$K_{18} = 4.6 \log \sqrt{\frac{(a + c)^2 + (2H + 2h + h_0)^2}{(a + c)^2 + (2h + h_0)^2}}$$

$$K_{37} = 4.6 \log \sqrt{\frac{(b - c)^2 + (2H + 3h + h_0)^2}{(b - c)^2 + (h + h_0)^2}}$$

$$K_{38} = 4.6 \log \sqrt{\frac{(b + c)^2 + (2H + 3h + h_0)^2}{(b + c)^2 + (h + h_0)^2}}$$

$$K_{77} = 4.6 \log \frac{2(H + 2h + h_0)}{r_0}$$

$$K_{78} = 4.6 \log \frac{\sqrt{4(H + 2h + h_0)^2 + 4c^2}}{c}$$

ING. MARIA ARTINI.

BIBLIOGRAFIA

E. E. F. CREIGHTON – « Theory of parallel grounded wires and production of high frequencies in transmission lines. (*Proceedings of the A. I. E. E.*, 1916; pag. 945).

H. B. DWIGHT – « Calculation of protection of a transmission line by ground conductors ». (*Journal of the A. I. E. E.*, maggio 1930).

E. M. HUNTER – « The effect of corona on ground wire protection of power transmitting circuits ». (*General Electric Review*, febbr. 1930).

W. W. LEWIS – « Transmission line insulation and field tests pertaining to lightning ». (*General Electric Review*, luglio 1929).

W. W. LEWIS e C. M. FOUST – « Lightning investigations on transmission lines ». (*General Electric Review*, marzo 1930).

K. B. MC EACHRON – J. G. HEMSTREET – W. J. RUDGE – « Traveling waves on transmission lines - Tests with artificial lightning surges ». (*General Electric Review*, aprile 1930).

J. H. COX e J. SLEPIAN – « Effect of ground wire on traveling waves ». (*Electrical World*, 22 settembre 1928).

F. OLLENDORF – « Erdströme ». (Julius Springer, Berlino 1928).

H. P. SEELYE – « Protective value of overhead ground wires ». (*Electrical World*, 8 dicembre 1928).

F. W. PEEK, Jr. – « Lightning ». (*General Electric Review*, novembre e dicembre 1929).

F. W. PEEK, Jr. – « Lightning and its effect on the design of transmission lines and apparatus from the economic and engineering standpoint ». (Rapporto alla seconda Conferenza mondiale dell'energia – Berlino, giugno 1930).

G. C. SIMPSON – « Lightning ». (*The Journal of the I. E. E.*, novembre 1929).

J. BIERMANNS – « Blitzschutz von Freileitungen (*Forschung und Technik* - pubblicato da W. Petersen per incarico dell'A. E. G. - J. Springer, Berlino 1930).

Prof. G. DI PIRRO – « Perturbazioni induttive sui circuiti telegrafici e telefonici ». (*L'Elettrotecnica*, 15 giugno 1921).

E. BRYLINSKI – « Sur le voisinage des lignes d'énergie électrique et des lignes de télécommunication ». (Rapporto alla Conférence Internationale des Grands Réseaux, Parigi, giugno 1925).

ING. GIUSEPPE ROMAGNOLI MOSCA
DELLA SOC. ELETTRICA INTERREGIONALE CISALPINA

Limiti di convenienza di palificazioni in legno ed in ferro a traliccio

Il progetto di un elettrodotto a media o bassa tensione può richiedere la compilazione preliminare del preventivo di costo della linea montata su pali in ferro rispetto a quello della medesima linea costruita con pali in legno.

Non è qui il luogo di precisare ciò che si intende per media e bassa tensione, poichè il presente studio si riferisce solo a quei casi ove l'impiego di una palificazione in legno possa essere presa seriamente in esame. In alcuni stati esteri, ove abbonda il legname e ove vigono scarse imposizioni restrittive concernenti le condizioni di sicurezza, specie per gli attraversamenti, si costruiscono correntemente linee a 150 kV su pali in legno; da noi invece si arriva solo in casi eccezionali a costruire tali condutture per tensioni di 70 kV al massimo.

Dal punto di vista economico vige il preconcetto che le linee montate su palificazioni in legno siano senz'altro ed in ogni caso le più economiche. Orbene, questo fatto è generalmente vero specialmente in pianura, ma in montagna può anche accadere il contrario, sopratutto se il tracciato si svolge sulla falda di una catena montuosa tagliata da profonde vallate. In tale caso una linea montata su pali in legno è solitamente costretta a seguire a un dipresso tutte le accidentalità del terreno, mentre la corrispondente conduttura con pali a traliccio può sorpassare le valli trasversali con delle campate di qualche centinaio di metri, realizzando in tale modo una notevole economia di sostegni. Lo stesso dicasi quando la linea si inerpica su una falda rocciosa molto ripida. Coi pali in legno non è sempre dato di poter affrontare la via più breve, per la impossibilità materiale di determinare sul terreno una serie di punti accessibili e consecutivi. Coi tralicci invece è più facile trovare degli appoggi sicuri, potendo fare delle ampie tesate tali da raggiungere con pochissimi pali la quota voluta. In alcuni casi poi la differenza di costo fra i due tipi di linee può essere così piccola da non giustificare l'impiego dei pali in legno che offrono certamente minori garanzie di stabilità rispetto ai tralicci in ferro.

Per procedere ad uno studio di confronto fra questi due tipi di elettrocondutture, converrà analizzare il costo dettagliato di ciascuna di esse. Indicheremo, per chiarezza, con le stesse lettere le quantità corrispondenti nelle linee montate su pali in ferro e in quelle su pali in legno, adottando le maiuscole per le prime e le minuscole per le seconde.

Sia:

r R il costo dello studio dell'intero tracciato
p P » » medio di un palo franco stazione partenza
o O » » » della sua posa in opera (comprensivo del trasporto e della eventuale fondazione)
e E » » » dell'esproprio del terreno e della liquidazione dei danni arrecati per l'erezione del palo
i I il costo degli isolatori occorrenti per un palo (quindi dato dal costo di un isolatore moltiplicato per il loro numero complessivo). In questa voce si comprendono pure il costo della morsetteria inerente al fissaggio del filo sull'isolatore, il costo del gancio nonchè la spesa relativa al completo montaggio degli isolatori stessi.
l L la lunghezza media delle campate
f F il costo di un conduttore per metro lineare
s S » » medio della tesatura per metro lineare comprensivo della liquidazione dei danni arrecati durante tale operazione
t T lo sviluppo del tracciato in m (in pianta)
V il costo della verniciatura di un palo a traliccio
n N il numero dei conduttori
m la percentuale media del numero dei contropali nelle linee in legno
a A la percentuale media del numero dei pali che richiedono il raddoppio degli isolatori.

Il costo di una linea su pali in legno risulterà essere dato dalla seguente espressione:

$$c = ntf + \left(\frac{t}{l} + 1\right) \left\{(p + o + e)(1 + m) + i(1 + a)\right\} + ts + r$$

Similmente il costo della equivalente linea montata su tralicci in ferro risulterà essere:

$$C = NTF + \left(\frac{T}{L} + 1\right) \left\{P + O + E + V + I(1 + A)\right\} + TS + R$$

Solitamente le dimensioni del filo sono determinate dalle condizioni elettriche e non da quelle meccaniche. Tutt'al più può darsi che convenga sostituire la treccia al conduttore massiccio per la linea montata su pali a traliccio, data la presenza di campate più lunghe. Potremo pertanto porre

$$F = \alpha f$$

dove α è un coefficiente uguale all'unità, se il conduttore impiegato è lo stesso tanto per la linea montata su pali in legno che per quella montata su tralicci ed è maggiore di uno nel caso opposto.

Inoltre l'andamento del tracciato di una linea montata su tralicci in ferro, non differisce di solito da quella su pali in legno.

Fa naturalmente eccezione il caso in cui il primo tipo permetta di affrontare delle soluzioni più ardite, tali da rendere possibile ad esempio un notevole risparmio sulla lunghezza com-

plessiva dell'elettrodotto. Ma, anche ammettendo di adottare nei due casi lo stesso andamento planimetrico, la lunghezza del conduttore, per la linea montata su tralicci in ferro, risulterà in montagna generalmente inferiore di quella montata su pali in legno, per il fatto che quest'ultimo sistema obbliga a seguire da vicino tutte le accidentalità del terreno, mentre il primo, consentendo delle campate più ampie, permette di piazzare i pali sulle convessità del profilo, sorpassando con ampie tesate le concavità sottostanti.

Sarà pertanto

$$T\,(1 + \varepsilon) = t$$

dove ε è un coefficiente.

Per quello che concerne il valore di s e S si può ammettere con sufficiente approssimazione che essi si equivalgono e lo stesso dicasi di r e R. È ben vero che per lo studio di una linea in ferro necessita il rilievo più accurato del terreno e il successivo disegno e progetto, mentre nel caso di una palificazione in legno può bastare uno studio abbastanza grossolano su una carta in iscala opportuna e un tracciamento spedito sul terreno, ma questa differenza di spesa è anzitutto difficile da valutarsi ed in secondo luogo non è tale da spostare il valore dei risultati. Potremo pertanto assumere con sufficiente approssimazione $T\,S = t\,s$.

Tenendo conto di quanto precede avremo allora senz'altro che:

$$c = \frac{n\,T\,(1+\varepsilon)\,F}{\alpha} + \left(\frac{T\,(1+\varepsilon)}{e} + 1\right) \Big\{ (p + o + e)\,(1+m) + i\,(1+a) \Big\} + T\,S + R$$

$$C = n\,T\,F + \left(\frac{T}{L} + 1\right) \Big\{ P + O + E + V + I\,(1+A) \Big\} + T\,S + R$$

Affinchè i due tipi di linee abbiano a costare ugualmente, bisognerà porre

$$c = C\,,$$

ossia:

$$\frac{nT\,(1+\varepsilon)\,F}{\alpha} + \left(\frac{T\,(1+\varepsilon)}{l} + 1\right) \Big\{ (p+o+e)\,(1+m) + i\,(1+a) \Big\} = n\,T\,F + \left(\frac{T}{L} + 1\right) \Big\{ P + O + E + V + I\,(1+A) \Big\}$$

Ponendo:

$$(p + o + e)\,(1 + m) + i\,(1 + a) = x$$

e

$$P + O + E + V + I\,(1 + A) = X$$

risulterà essere:

$$\frac{n}{\alpha}\,T\,(1+\varepsilon)\,F + \frac{T\,(1+\varepsilon)}{l}\,x + x = n\,T\,F + \left(\frac{T}{L} + 1\right) X.$$

Il valore $\left(\frac{T}{L} + 1\right)$ non è altro che il numero dei pali in ferro.

Potremo allora porre

$$\left(\frac{T}{L} + 1\right) = Np$$

con che la precedente espressione assumerà la forma seguente:

$$\frac{n}{\alpha}\,T\,(1+\varepsilon)\,F + \frac{T\,(1+\varepsilon)}{l}\,x + x = n\,T\,F + Np\,X$$

Ossia $Np = \dfrac{T}{X} \Big\{ n\,F\,\dfrac{1+\varepsilon-\alpha}{\alpha} + x\,\dfrac{1+\varepsilon}{l} \Big\} + \dfrac{x}{X}$.

Pertanto, se è possibile costruire tutta la linea in ferro con un numero Np di pali o se è possibile raggiungere con questo ultimo tipo di linea, una campata media di metri:

$$L = \frac{T}{Np - 1}$$

non ci sarà alcuna differenza di costo fra l'una e l'altra soluzione.

Questo risultato si riferisce naturalmente solo alla spesa di primo impianto. Ma, se consideriamo un trentennio (durata normale delle concessioni) dobbiamo tener presente il fatto che un palo in legno non dura mediamente più di 12 anni. Se esso è di essenza forte potrà durare qualche anno di più, se è del tipo iniettato, potrà durare un po' meno, ma ad ogni modo la cifra segnata rappresenta un valore medio ottimista. Nel contempo i tralicci necessitano di una verniciatura almeno ogni 5 anni in media. Osservando allora che

$$\frac{30 \text{ (anni di durata della concessione)}}{12 \text{ (durata media di un palo)}} = 2{,}5 \quad \text{e che} \quad \frac{30}{5} = 6,$$

i valori di x e X diventeranno rispettivamente:

$$x' = 2{,}5\,(p + o + e)\,(1 + m) + i\,(1 + a)$$

$$X' = P + O + E + 6\,V + I\,(1 + A)$$

Si potrà ammettere che essendo x' valutato in eccesso rispetto a x, esso comprenda anche implicitamente la maggior spesa dovuta alla ritesatura di alcuni tratti di linea dove necessita la sostituzione dei pali e il conseguente risarcimento dei danni arrecati nella proprietà attraversata.

Per avere l'equivalenza di costo nella costruzione dei due sistemi di elettrodotto e tenendo anche conto della durata dei pali in legno in un trentennio e delle spese inerenti alla riverniciatura dei tralicci, bisognerà dunque avere:

$$N'\,p = \frac{T}{X'} \Big\{ n\,F\,\frac{1+\varepsilon-\alpha}{\alpha} + x'\,\frac{1+\varepsilon}{l} \Big\} + \frac{x'}{X'} \qquad (1)$$

e quindi

$$L' = \frac{T}{N'\,p - 1} \qquad (2)$$

Per un calcolo immediato di convenienza è spesso utile avere dei valori approssimati da sostituire a priori nella precedente espressione senza dover eseguire il progetto completo dell'elettrodotto e fare il preventivo comparato per ogni tipo di soluzione prospettata.

Converrà quindi analizzare il valore di ogni singolo coefficiente.

a) *Coefficiente* ε.

Quanto al valore di ε, che tiene conto della maggior lunghezza del conduttore posto su sostegni in legno rispetto a quello montato su tralicci di ferro, esso varia a seconda della natura del terreno. In pianura assume un valore pressochè nullo, mentre in un terreno accidentato può arrivare a 0,10. Eccezionalmente, quando il profilo si svolge trasversalmente a più vallette successive della larghezza di 300 ÷ 400 m e abbastanza profonde, esso può salire fino a 0,20.

Possiamo in media assumere:

per pianura	ε	= 0
» terreno debolmente accidentato	»	= 0,02
» » »	»	= 0,05
» » fortemente »	»	= 0,1
» » eccezionalmente »	»	= 0,15

b) *Coefficiente* α.

Questo coefficiente che tiene conto del maggior prezzo del filo impiegato per la linea montata su pali a traliccio, rispetto a quello montato su pali in legno, è facilmente determinabile

a priori volta per volta. Per la maggior parte dei casi il conduttore impiegato nelle due soluzioni è lo stesso; con che $\alpha = 1$. Sostituendo invece al conduttore massiccio, quello di ugual sezione utile ma cordato, il suo prezzo aumenta in ragione di 1/1,03 ÷ 1/1,04 al kg.

c) *Campata l.*

Noi consideriamo la misura delle campate fatta in pianta. Pertanto, mentre il valore di l in pianura può oscillare dai 35 ai 60 m, in montagna esso può ridursi notevolmente, specie se i pendii sono ripidi e convessi. In tal caso l può scendere anche al di sotto di 25 m. Questo dato può essere fissato a priori volta per volta. Mediamente si può ritenere di m 40 per pianura, di m 30 in montagna e di m 25 per terreni a forti dislivelli e profili prevalentemente convessi.

d) *Coefficiente m.*

Il valore di m dipende dal tracciato. Se quest'ultimo è ad andamento pressochè rettilineo, si potrà fare un parco uso di contropali, mentre nel caso contrario il loro numero può aumentare notevolmente. Ad ogni modo il valore esatto di m si può solitamente dedurre con facilità da un tracciato sommario sulle carte topografiche; esso oscilla attorno al valore 0,05.

E precisamente, da numerosi dati desunti dalla pratica, si possono in media preventivare i seguenti valori:

Natura planimetrica del tracciato	Valori di *m*	
	in pianura	in montagna
Ad andamento pressochè rettilineo......	0,03	0,04
Ad andamento normale	0,045	0,055
Ad andamento molto sinuoso	0,065	0,075

e) *Coefficienti a e A.*

Il valore di a dipende più che altro dalle condizioni restrittive dovute agli attraversamenti di strade e di linee elettriche o telefoniche o dalla necessità di dover costruire qualche campata di eccezionale lunghezza. Il valore di a è solitamente maggiore in pianura ed in ispecie in vicinanza dei centri abitati, che non in montagna. Generalmente esso si aggira attorno al valore di 0,05 per linee lunghe e lontane dai centri abitati e può salire fino a 0,30 per linee brevi in vicinanza di centri industriali.

Il valore di A differisce poco da quello di a per linee brevi, mentre aumenta notevolmente per linee lunghe, per il fatto che, su per giù, laddove è richiesto un raddoppio di isolatori per la linea in legno, sussiste lo stesso obbligo per quella su traliccio in ferro. Soltanto che nelle linee lunghe, avendosi una notevole economia di pali, aumenta il valore percentuale di A rispetto ad a. Esso si aggira pertanto tra il 25 e il 50 %. In alcuni casi di linee brevi e a grandi campate conviene addirittura porre A uguale all'unità.

È poi difficile stabilire ciò che si intende per linea breve e per linea lunga. Ascriveremo al primo tipo quelle al di sotto dei 2 km e le rimanenti al secondo.

Mediamente potremo assumere i seguenti valori:

Condizioni topografiche ove si svolge il tracciato	Linee corte		Linee lunghe	
	a	A	a	A
Lontano da centri abitati	0,10	0,25	0,05	0,20
In località mediamente abitate...	0,20	0,35	0,10	0,30
In vicinanza a centri abitati e industriali	0,40	0,45	0,20	0,40

Gli altri termini che intervengono nelle espressioni (1) e (2) sono facilmente determinabili a priori volta per volta essendo essi intimamente legati al tipo di linea che si vuol costruire.

Così ad esempio il valore di p, corrispondente al costo medio di un palo in legno è subito conosciuto. Meno facile è la determinazione di P poichè essa è funzione di molti coefficienti. Il peso del palo varia a seconda del grado di sicurezza che si vuol raggiungere, a seconda della larghezza della base progettata e del tipo di palo impiegato e dipende sopratutto dalle ipotesi adottate nel calcolo. Per una rapida determinazione a priori del peso dei pali possono bastare i diagrammi del Van Castel (1) che, controllati con i dati forniti da numerose Società Elettriche italiane, si sono mostrati lievemente abbondanti.

Per il loro impiego si considera anzitutto il numero dei conduttori rotti di cui si deve tener conto per il calcolo del palo.

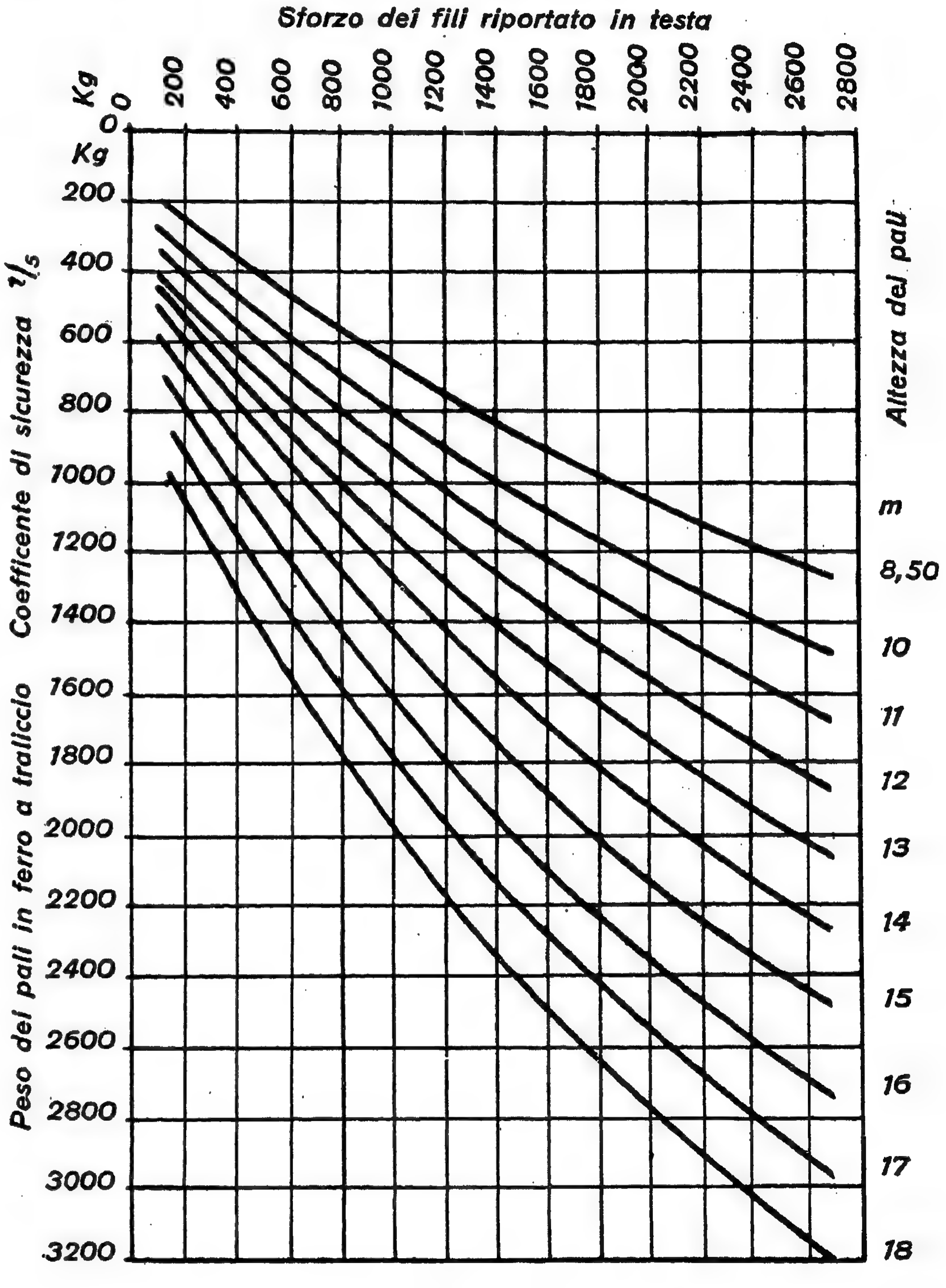


Fig. 1.

Indi, senza seguire il procedimento indicato dall'autore e, accontendandoci di ottenere un valore di prima approssimazione, si calcolerà lo sforzo riportato in testa al palo nel seguente modo:

Detta T la tensione ammessa in un conduttore, h la sua distanza dal suolo, H l'altezza complessiva del palo fuori terra, il valore dello sforzo, riportato in testa al palo sarà dato da

$$\sum_1^n r \frac{T\ H}{h_1}$$

dove la sommatoria Σ va estesa a tutti gli n fili che si suppongono rotti. Noto questo sforzo, dai diagrammi delle fig. 1 e 2, a seconda del grado di sicurezza che si vuol raggiungere, si ha senz'altro il peso del palo.

(1) Calcul et construction de réseaux - L. Van Castel.

Ritornando alle espressioni (1) e (2), facendo degli esempi pratici si constata che dette formule possono essere notevolmente semplificate, senza per altro incorrere nel difetto di una approssimazione troppo grossolana.

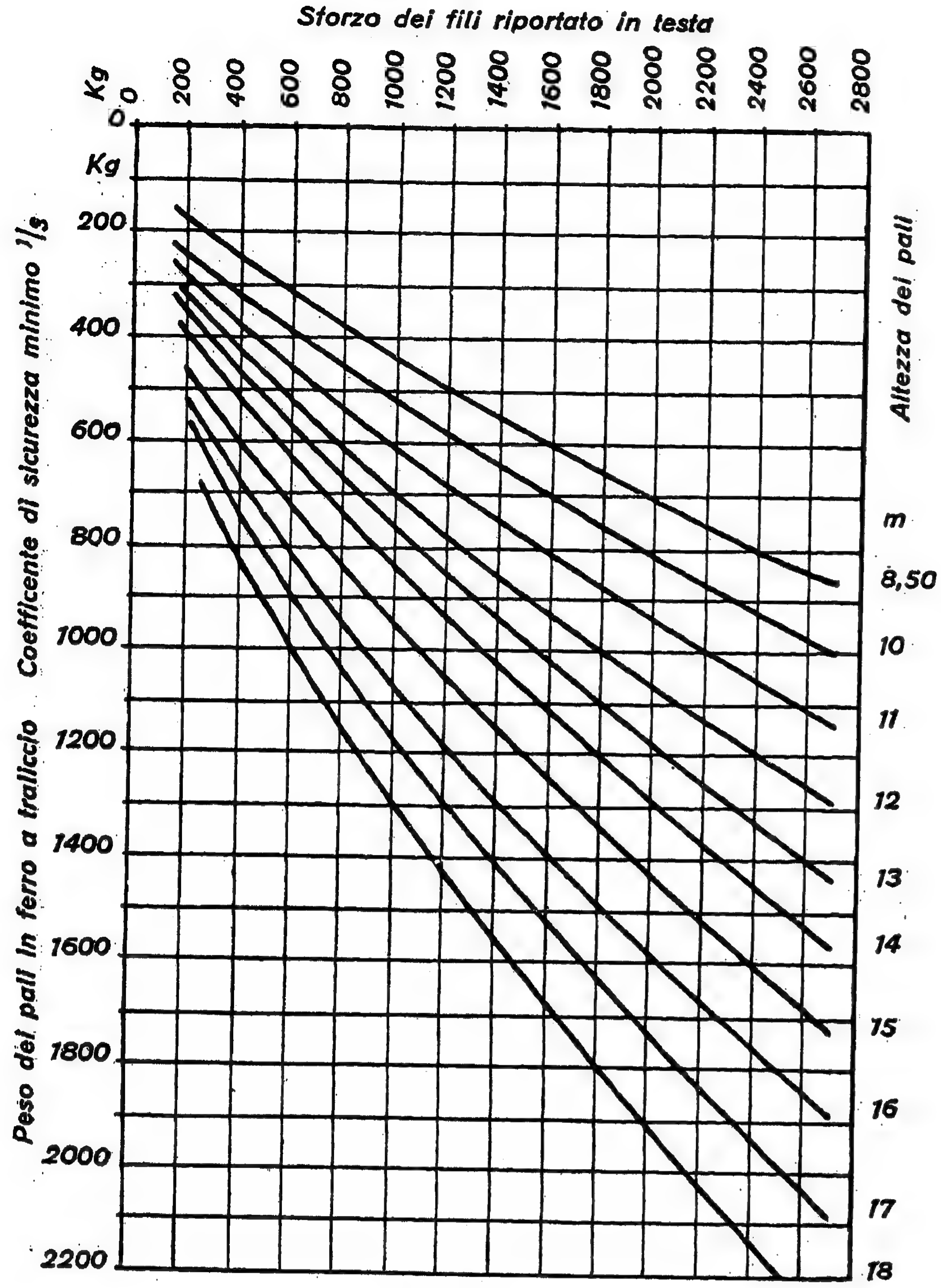


Fig. 2.

Infatti i termini

$$n\,F\,\frac{(1+\varepsilon-\alpha)}{\alpha} \quad \text{e} \quad \frac{x'}{X'}$$

possono essere senz'altro trascurati. Con che la (1) diventerà allora

$$N''\,p = \frac{x'\,T\,(1+\varepsilon)}{X'\,l} \qquad (3)$$

A titolo illustrativo applichiamo le formule citate nel caso pratico del profilo indicato nella fig. 4, lungo il quale si intende di impiantare un elettrodotto. Questo tracciato corrisponde in pianta a quello segnato con linea continua sulla planimetria della fig. 3.

Senza fare speciale attenzione in un primo tempo al fatto se sia possibile o meno costruire su tale profilo una conduttura montata su pali in legno, possiamo applicare le precedenti formule che ci danno la campata minima L, o, il che fa lo stesso, il numero Np massimo di pali a traliccio atti a garantirci una convenienza economica della conduttura su sostegni in ferro, rispetto a quella equivalente montata su pali in legno.

Ammettiamo che si tratti ad esempio di una linea trifase a una terna di 21 kV per il trasporto di 100 kW. Supponiamo inoltre che detta linea si diparta dalla cabina di P per raggiungere la località di M e che abbia come condizione di dover passare in vicinanza di S dove, in un secondo tempo, dovrà essere eseguita una fornitura di energia. Come spesso succede in montagna, la presenza di boschi (assai onerosi in caso di esproprio) obbliga a scegliere dei tracciati non sempre agevoli per quello che riguarda l'accessibilità, ma tali da poter sfruttare delle zone ove la vegetazione sia scarsa. Non è detto però che si

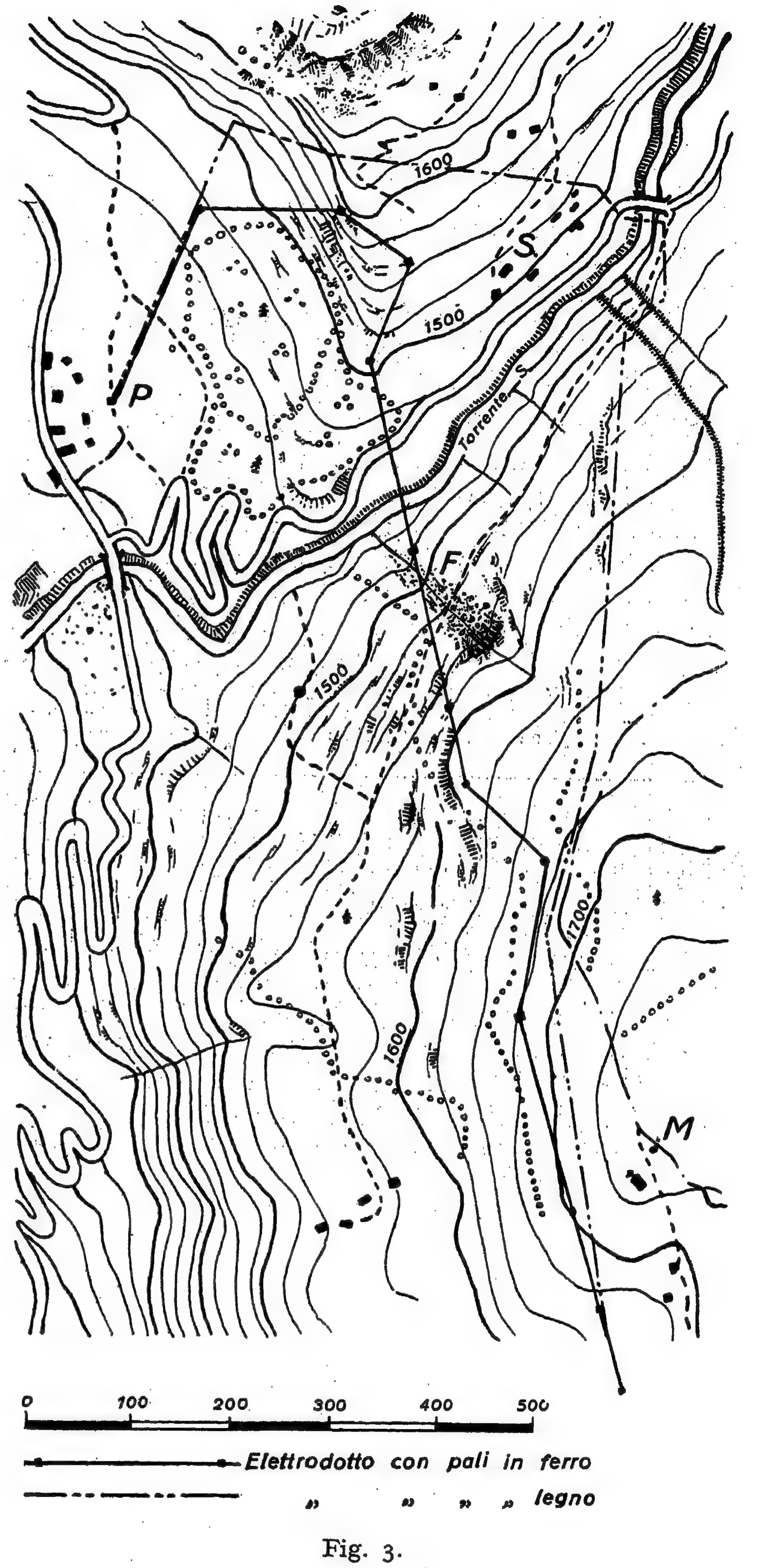


Fig. 3.

possa senz'altro impiantare in simili località una linea montata su pali in legno, sia per i bruschi dislivelli che si incontrano, sia per la impossibilità di sorpassare con lunghe tesate delle zone battute dalle frane o dalle valanghe.

Per il caso considerato, adottando dei tralicci dell'altezza media compresa fra m 15 e m 21 fuori terra e calcolati per campate di m 300, per un angolo di 55° e una velocità del vento di km 120 all'ora, si potrà ammettere che ciascuno di essi pesi mediamente kg 900 e che il suo blocco massiccio di fondazione abbia un volume medio di m³ 8,300. Il costo di un tale palo può aggirarsi oggigiorno sulle L. 1,60 al kg franco stazione arrivo e la spesa di trasporto a piè d'opera e montaggio in alta montagna può essere valutata in ragione di L. 0,38 al kg. Infine lo scavo della fondazione (parte in roccia e parte in terreno sciolto) e la gettata del blocco in calcestruzzo (dosaggio

175 kg/m³) possono essere preventivati complessivamente in ragione di L. 195 al m³.

Trattandosi di terreno di scarso valore commerciale, per il risarcimento dei danni si potrà preventivare una somma di L. 20, per palo a traliccio e di L. 6 per palo in legno.

Risulterà essere:

$$x' = 2{,}5\,(p + o + e)\,(1 + m) + i\,(1 + a) = 604$$

$$X' = P + O + E + 6\,V + I\,(1 + A) = 4293$$

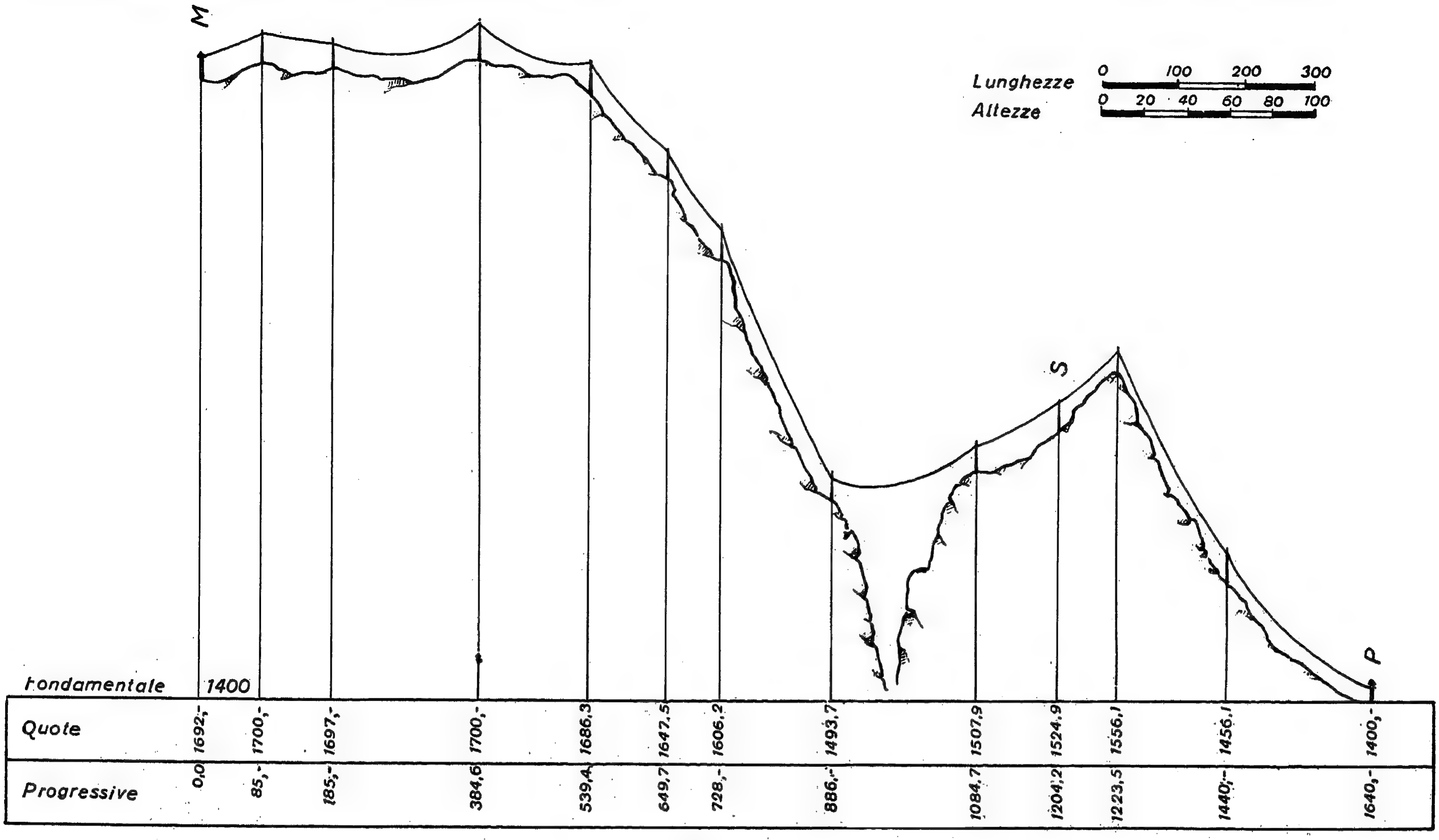


Fig. 4.

Inoltre il costo dei pali in legno (minimo da m 9 e massimo da m 14) si può ritenere mediamente di L. 70,– cadauno, franco stazione arrivo. La spesa del loro trasporto fino a piè d'opera e della loro erezione (compreso il costo dello scavo che può essere per buona parte in roccia) si può valutare, per il caso specifico considerato, in ragione di L. 120, per palo, ossia più del suo valore intrinseco.

Per quanto concerne l'armamento dei sostegni, nel mentre supporremo di montare i soliti isolatori rigidi con perni in ferro sui pali in legno, per quelli a traliccio preventiveremo degli isolatori a cappa e perno (del tipo ferroviario da 50 kV di arco a secco e kV 35 sotto pioggia). Supporremo inoltre di montare due elementi per ogni catena, e di amarrare il conduttore su tutti i pali, con che $A = 1$.

Il conduttore, nel caso dei pali a traliccio, si potrà ritenere formato da treccia spiraloide di acciaio dolce zincato composta da 7 fili e avente un diametro esterno di circa 5 mm. Si assumerà per questa treccia il costo di L. 0,40 al m. Per la linea montata su pali in legno basterebbe un filo massiccio di equivalente diametro in acciaio. La differenza di costo non è ad ogni modo sensibile nei due casi e non è tale da spostare in alcun modo i risultati a cui arriveremo.

Ponendo quindi:

p = 70 L.	P = L. 1440
o = 120 »	O = » (342+1615) = L. 1957
e = 6 »	E = » 20
i = 70 »	I = » 158
l = 27 m	T = 1570
m = 0,075	
n = 3	N = 3
a = 0,10	A = 1
ε = 0,15	F = L. 0,40
α = 1	V = » 100.

E adottando la espressione:

$$N'p = \frac{T}{X'}\left\{ n\,F\,\frac{1 + \varepsilon - \alpha}{\alpha} + x'\frac{1 + \varepsilon}{l} \right\} + \frac{x'}{X'} = 9{,}34.$$

La formula approssimativa darebbe invece:

$$N''p = \frac{x'}{X'}\,\frac{T}{l}\,(1 + \varepsilon) = 9{,}4.$$

Questo esempio mostra senz'altro che la formula (3) dà un'approssimazione più che sufficiente per il caso considerato.

Per avere quindi una equivalenza di costo delle due linee bisognerebbe poter costruire quella su tralicci servendosi soltanto di 9 sostegni. Dato il tracciato scelto (indicato nella fig. 3 con una linea continua) e dato il profilo, risulta invece necessario un numero di 11 pali in ferro. Apparentemente sembrerebbe quindi di avere uno svantaggio adottando quest'ultimo tipo di linea rispetto a quello su pali in legno. Ma, esaminando la planimetria, si osserva che non è possibile seguire il tracciato studiato con una linea su pali in legno anzitutto per la natura del terreno, attraversato da frane, ed in secondo luogo per la presenza di eccessivi dislivelli. Pertanto il tracciato di una palificazione in legno si dovrebbe allungare secondo la linea a punto e tratto segnata sulla planimetria della fig. 3 in modo da sfruttare dei pendii più dolci e da sorpassare a monte la zona pericolosa laddove si inizia la frana F.

Sarà pertanto $t = 1920$ m

e quindi $T\,(1 + \varepsilon) = 1920$ m.

Risulta allora $N'p = 11{,}6$ e $N''p = 11{,}5$.

Dunque in questo caso una linea montata su pali in legno costa comparativamente di più di una su tralicci in ferro. Però, non bisogna dimenticare che, anche a parità di prezzo, la seconda offrirebbe delle garanzie ben superiori rispetto alla prima dal punto di vista della sicurezza dell'esercizio. E una delle ragioni che confermano questa asserzione sta nel fatto che, non solo il traliccio ha una consistenza maggiore del palo in legno, ma che anche l'isolamento, essendo più abbondante e meno soggetto ad atti di vandalismo, riduce notevolmente la eventualità di interruzioni per guasti. Bisogna poi tener presente che una interruzione, specie durante il periodo invernale, quando alcune zone diventano quasi inaccessibili, può costare una cifra tale da far rimpiangere una economia di qualche migliaio di lire fatta durante la costruzione. A tale proposito bisogna ricordare che noi siamo partiti dal presupposto che un palo in legno, iniettato o a essenza forte, duri 12 anni mediamente. Orbene, la sua durata potrà eccezionalmente essere di 25 anni, ma bisogna pure ammettere che qualche singolo palo necessiti di essere sostituito dopo un solo biennio.

Quanto si è detto per i tralicci in ferro vale anche per il caso di pali del tipo trafilato e stirato, per i pali tubolari trafilati, per quelli a traliccio saldati anzichè bullonati ecc. A seconda delle condizioni locali, della distanza delle officine fornitrici e del prezzo si prenderà in considerazione un tipo piuttosto che un altro. Ad ogni modo per poter stabilire un parallelo con le linee montate su pali in legno, può sempre valere il procedimento esposto.

Lo stesso dicasi se si ricorre all'impiego di pali in cemento armato o di pali in cemento armato e centrifugato. Naturalmente in questi ultimi due casi, nel calcolo di X' scompare il termine 6 V.

Per quanto ciò sia implicito nel presente studio, crediamo tuttavia opportuno insistere sul fatto che in qualche circostanza speciale convenga ricorrere ai tralicci anche per condutture a bassa tensione o per linee telefoniche.

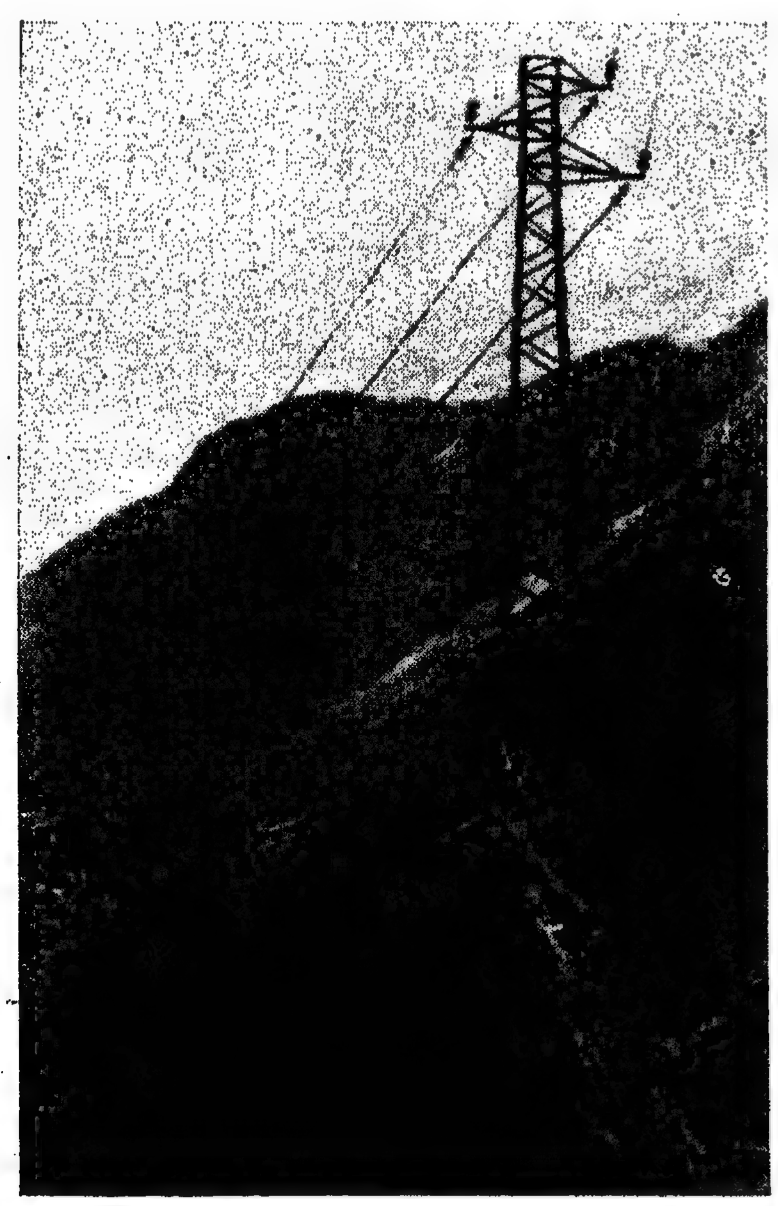


Fig. 5.

Si tratta solitamente di casi ove il costo dell'impianto passa in seconda linea di fronte alla necessità di avere una maggior sicurezza di esercizio. Qualche volta però il criterio di scelta è guidato dal puro e semplice concetto economico. La fig. 5 mostra a tale proposito il palo di una linea di alta montagna ad una terna a 21000 Volt portante al di sotto dell'alta tensione una linea telefonica montata su isolatori sospesi del tipo a cappa e perno. La fig. 6 mostra una linea telefonica che si inerpica a 2000 m e avente delle campate di m 230 con dislivelli che superano il centinaio di metri tra palo e palo. I sostegni in ferro sono alti 8 m e pesano tre quintali l'uno. Gli isolatori sono del tipo sospeso a cappa e perno ed il conduttore consta di una treccia di acciaio zincato di 5 mm di diametro.



Fig. 6.

Per quanto questi isolatori non abbiano la forma più appropriata per rispondere alle condizioni teoriche richieste per le correnti ad alta frequenza, quali sono quelle telefoniche, pure essi hanno dato in pratica un ottimo risultato. I conduttori sono a m 3 di distanza l'uno dall'altro.

È bene però notare a questo punto che le linee in legno possono essere soggette a notevoli miglioramenti dal punto di vista della sicurezza e che per esse, con alcuni speciali accorgimenti costruttivi, è possibile ridurne il costo solitamente già basso e di questo fatto bisogna tenere naturalmente conto nel calcolo esposto. Così ad esempio si possono intercalare alle palificazioni in legno dei tratti con pali metallici nei punti più vulnerabili della linea, ottenendosi così delle palificazioni di tipo misto che accoppiano alla sicurezza dell'esercizio l'economia dell'impianto. Specie laddove si incrociano delle vallette battute frequentemente dalle frane o dalle valanghe, anzichè seguire la concavità con la palificazione in legno, conviene sorpassare l'avvallamento con una ampia tesata ammarrata a pali d'estremità in ferro e armati con isolatori sospesi del tipo cappa e perno.

Per conseguire questo risultato, ma con maggior economia, in alcune regioni della Stiria si è ricorso ad un accorgimento assai originale (fig. 7). Ivi gli attraversamenti delle valli sono stati fatti ammarrando addirittura il conduttore a dei blocchi di fondazione o a delle piastre interrate di cemento armato. L'isolamento è ottenuto interrompendo il filo presso le estremità, con l'interposizione di isolatori, sicchè la continuità elettrica deve essere ripresa con un cavallotto che collega la campata di attraversamento con la linea in arrivo sui pali in legno. Per una tesata di 460 m e per una tensione di 6 kV si è adottata una distanza di 4 m fra i singoli conduttori di acciaio di 16 mm² di sezione e della resistenza di 150 kg/mm². I conduttori stessi sono fissati ad una piastra interrata in cemento armato delle dimensioni di 1000 × 200 × 150 mm; in tal modo, non solo si è abolito un costoso palo di amarro colla

inerente fondazione in calcestruzzo, ma si è altresì raggiunta una maggior sicurezza dell'impianto. Per proteggere poi il filo contro eventuali vandalismi, l'estremità del conduttore verso terra è contenuto entro un tubo metallico. Naturalmente questo accorgimento molto originale è solo possibile laddove le speciali condizioni del terreno si prestano.

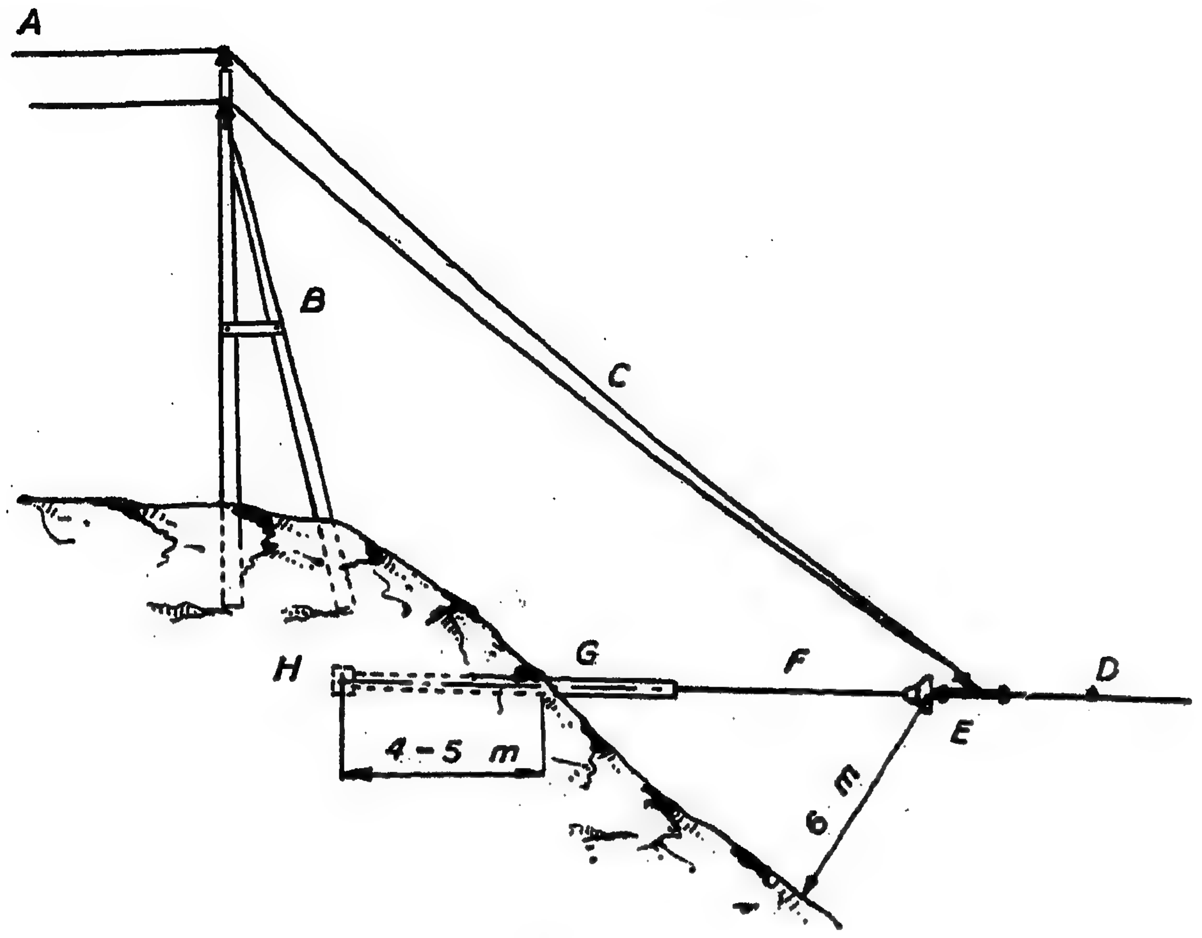


Fig. 7.

L'attraversamento di vallette con ampie tesate può essere effettuato anche col filo amarrato a incastellature di legno. Queste però sono solitamente ingombranti, poco estetiche e costose per quanto concerne l'indennizzo relativo alla imposizione di servitù.

Nel caso di elettrodotti notevoli ove si preveda la possibilità di adottare dei tipi di linee miste, converrà scindere l'intero tracciato in tronchi successivi, separando ad esempio i tratti pianeggianti da quelli accidentati e studiarli separatamente.

Quanto alle differenti qualità di legname da impiegarsi nella costruzione di linee a media e bassa tensione c'è poco da specificare dal punto di vista dell'economia e per la determinazione di p. La convenienza di adottare un tipo piuttosto che un altro dipende sopratutto dalle condizioni locali. In genere i pali in legno di essenza forte resistono assai meglio di quelli iniettati, ma sono in compenso meno regolari e quindi meno soddisfacenti dal punto di vista estetico. Per facilitare la sostituzione del palo in legno può essere opportuno in qualche caso ricorrere ad un piedino in cemento che rimane inamovibile e a cui si fissa il palo stesso. Tali piedini, che modificano il valore di o, possono però costare mediamente circa un centinaio di lire cadauno. Il loro vantaggio è assai sensibile laddove necessiti il ricambio di pali con la linea in tensione, poichè basta puntellare il palo stesso, tagliarne la base che è di solito la parte avariata, e sostituire a detta base il piedino di cemento a cui viene poi fissata la parte inferiore del palo rimasto con appesi i conduttori. In tale modo si evita una interruzione di corrente e si può procedere ad un sistematico ricambio di sostegni senza per altro intralciare il servizio. L'identico risultato può essere raggiunto impiegando pali di legno in due pezzi, di cui quello inferiore infisso nel suolo sia impregnato con olio di catrame e venga fissato al tronco superiore a mezzo di due cinture di ferro che abbracciano la giuntura fatta per giustaposizione su un taglio inclinato rispetto alla verticale. Lo stesso scopo può essere raggiunto anche con dei piedini metallici.

Lo scavo della sede del palo in legno può avvenire in vario modo e su di esso si possono realizzare delle economie di tempo e di costo che influiscono sul valore di o, mpiegando (quando il terreno si presta) degli utensili speciali fatti ad elica. In America, in luoghi disabitati e in presenza di terreno poco consistente, si è ricorso al metodo di sostenere il palo verticalmente nella posizione voluta a mezzo di un cavalletto trasportabile, e di mettere sotto al palo stesso una carica di esplosivo la cui entità è fissata dalla esperienza. Brillando la piccola mina il palo viene proiettato in alto per qualche decimetro e nel contempo viene aperta una buca nel terreno sottostante. In seguito, ricadendo per il proprio peso, il palo rimane infisso in detta buca e basta un piccolo assestamento del terreno circostante per completare la posa in opera del sostegno. A parte questo sistema più o meno convincente, esistono però dei dispositivi meccanici atti ad accelerare lo scavo delle fondazioni dei pali che, se fatte a mano, richiedono di solito l'apertura di una buca sproporzionata rispetto a quella realmente occorrente. A tale scopo si è trovato il modo di applicare ai trattori, a mezzo di un congegno di fortuna, delle speci di coclee che scavano rapidamente la fondazione richiesta.

Quanto ai pali in ferro poco rimane da aggiungere, per quanto concerne la determinazione dei valori di P, o e di V. L'economia che si può realizzare in essi sta sopratutto nella forma più o meno accorta che si può dare al palo stesso, al tipo di vernice con cui lo si protegge e al tipo di fondazione adottata. Le fondazioni massiccie sono più facili da eseguirsi, ma risultano spesso assai costose ed ingombranti. In qualche caso conviene allargare la base a mezzo di una sottostante platea, facendo magari il blocco cavo in modo da poterlo riempire in un tempo successivo con terra. Altre volte conviene sostituire al blocco di fondazione, dei piedini di cemento armato che sono tenuti in posto non più dal proprio peso, ma bensì da quello del terreno che grava su di essi.

Infine in alcuni casi, e quando il terreno lo permette, può convenire di abolire senz'altro la fondazione, applicando alla base interrata del palo dei fazzoletti o delle piastre orizzontali atte ad ammarrare il sostegno col peso del terreno sovrastante. Bisogna allora avere speciale cura nella protezione del ferro che rimane a diretto contatto con il sottosuolo umido. In tal modo resta eliminato uno dei maggiori fattori che influiscono sul costo di una palificazione a tralicci.

Non sarà fuori luogo ricordare a questo proposito che molte volte capita di assistere al fatto per lo meno curioso di vedere demolire, magari con l'impiego di esplosivo dei blocchi di roccia per poi fondarvi sopra le basi in calcestruzzo; sarebbe assai più opportuno in tali casi, quando la roccia si presta, di scavare semplicemente dei fori in corrispondenza dei montanti e infiggere poi i montanti stessi nella roccia, facendoli aderire alle pareti del foro con boiacca di cemento, dopo aver infilato dei pezzi di tondino nei fori dei bulloni rimasti inutilizzati per aver tolti i collegamenti trasversali della parte destinata al blocco di fondazione.

Riassumendo si può concludere che tanto le palificazioni in legno, quanto quelle metalliche o in cemento sono suscettibili di miglioramento; ma che in genere la convenienza economica è a favore del primo tipo in pianura, mentre non lo è più in zone molto accidentate e di alta montagna, specie se al concetto dell'economia dell'impianto non vanno disgiunti quelli del costo della manutenzione e della sicurezza dell'esercizio.

ING. GIUSEPPE ROMAGNOLI MOSCA.

La Settima Assemblea della Commissione Elettrotecnica Internazionale

Dal 27 giugno al 7 luglio ha avuto luogo la settima assemblea plenaria della Commissione Elettrotecnica Internazionale; assemblea un po' vagabonda perchè iniziatasi a Copenaghen ha svolto invece la maggior parte del suo lavoro a Stoccolma e si è chiusa ad Oslo.

Questa sessione, che è la prima dopo quella tenutasi a Bellagio nel 1927, ha raccolto oltre 300 delegati, stabilendo quindi sotto questo riguardo un record. La presidenza della Commissione si è però preoccupata per così grande concorso di tecnici temendo che una eccessiva popolarità della Commissione possa snaturare il suo carattere in quello di Congresso. Però va tenuto conto del fatto che all'Assemblea erano presenti 22 nazioni e che il programma dei lavori prevedeva oltre 70 sedute da tenersi in soli cinque giorni a Stoccolma: da queste cifre è facile vedere che in media si sono avute contemporaneamente 7 sedute e pertanto le varie delegazioni hanno dovuto intervenire numerose per essere presenti in ogni comitato.

Fra le più numerose fu quella italiana la quale aveva inscritto 33 delegati presieduti dal Prof. Ing. Lombardi, Presidente della Commissione Elettrotecnica Italiana.

***

Riassumere anche brevemente le discussioni svoltesi in tante riunioni è assolutamente impossibile; ci limiteremo quindi a segnalare soltanto i lavori compiuti dai Comitati che più possono interessare i lettori de *L'Energia Elettrica*.

Varie decisioni importanti ha preso il « Comitato di studio per le tensioni normali e per gli isolatori per alta tensione » presieduto da M. Uytborck (Belgio) (Segretariato: Comitato Italiano Ing. A. Dalla Verde). Nei riguardi delle tensioni normali esso infatti ha adottato come normale per trazione a c. c. le tensioni di 600 e 750 volt. Ha anche adottato in via di esperimento come normale la tensione di 400 kV. Ha invece respinto la proposta inglese di inserire il valore di 132 kV nella tabella delle tensioni, ed ha rinviato ad ulteriori studi la questione delle tensioni inferiori a 100 volt. Il Comitato si è anche occupato delle prese nei trasformatori di distribuzioni approvando il concetto che per tensioni primarie inferiori ai 60 kV essi devono essere previsti per variazioni di $\pm 4\%$.

Più importanti sono state le decisioni nei riguardi degli isolatori per alte tensioni, sul quale argomento il Comitato ha stabilito le modalità per l'esecuzione di molte delle prove usuali. Su questo argomento sarà però necessario ritornare quando si conoscerà il testo definitivo delle decisioni prese in quanto che alcune di esse contrastano con la pratica italiana.

Il Comitato poi ha deferito al Segretariato Italiano l'incarico di preparare d'accordo con gli altri Comitati nazionali le Norme per il collaudo degli isolatori da discutersi alla prossima riunione plenaria.

Meno ricco di risultati immediati è stato invece il lavoro del « Comitato per gli Olii isolanti » presidente M. Erikson (Svezia), il quale doveva decidere sul metodo di prova degli olii per trasformatori. Su nessuno dei vari metodi proposti dai vari Comitati nazionali è stato però possibile raggiungere un accordo; però il Comitato è riuscito a stabilire un certo numero di principî in base ai quali un apposito sotto Comitato cercherà di fondare un metodo di prova internazionale.

Anche il « Comitato di studio per la regolamentazione delle linee aeree » presieduto da M. Duval (Francia) non è arrivato a conclusioni importanti. Esso si è limitato a prendere in esame uno studio comparativo delle regolamentazioni in uso nei vari paesi, (studio preparato dal Comitato Belga), una proposta inglese relativa al calcolo dei conduttori, ed una proposta americana relativa al programma di lavori da svolgersi in avvenire dal Comitato in questione. Su nessun argomento è stato però presa alcuna decisione e tutte le questioni sono state rinviate ai Comitati nazionali per ulteriori studi.

Maggior lavoro ha fatto invece il « Comitato per gli interruttori in olio » presieduto da M. List (Cecoslovacchia), che si è riunito per la prima volta dopo la sua costituzione decisa a Bellagio nel 1927. Esso infatti è riuscito ad uniformare le varie denominazioni usuali quali corrente di apertura, corrente di chiusura, tensione di apertura, e ha raccomandato l'abolizione dell'irrazionale classificazione in kVA di capacità d'apertura. Il Comitato ha già dettato inoltre qualche norma sulle serie di operazioni di apertura e di chiusura da farsi in sede di prove.

In ultimo ha anche esaminato la questione della standardizzazione nelle manovre di apertura e chiusura dei coltelli e degli interruttori in aria, arrivando a conclusioni per parecchi tipi di tali apparecchiature.

Il « Comitato per la specificazione delle macchine elettriche » presieduto dal Dott. Feldmann (Olanda), fu uno dei più attivi avendo tenuto 10 laboriose sedute durante le quali ha preso numerose decisioni riguardanti i riscaldamenti ammissibili nelle macchine rotanti e nei trasformatori, sia per le condizioni normali che per i climi tropicali; il Comitato si è pure occupato dei riscaldamenti dei supporti e delle tolleranze nelle garanzie. Naturalmente non è qui possibile riportare tutte le numerose decisioni prese le quali per altro coincidono press'a poco con la nostra pratica.

Notevole è anche il lavoro compiuto dal « Comitato strumenti di misura » presieduto da Mr. Edgcumbe (Inghilterra) il quale ha deciso di stabilire due classi di contatori; cioè un tipo corrente per i piccoli utenti ed un tipo più preciso per le grandi forniture, ed ha anche fissato le norme sia per i due tipi di strumenti, sia per i relativi riduttori di tensione.

Un compito importantissimo ha anche terminato il « Comitato per i motori termici » presieduto dal Dr. Josse (Germania) che è riuscito ad approvare le Norme per le turbine a vapore a condensazione, lavoro iniziato nel 1926. Non è qui materialmente possibile dare un'estratto di tali norme che constano di due parti e cioè le specificazioni e le norme di collaudo. Nella prima parte sono indicati i dati da dare per l'ordinazione del macchinario, le specificazioni normali, le pressioni normali del vapore ed i simboli grafici. La parte Norme di collaudo è divisa invece in 6 sezioni riguardanti: lo scopo delle norme, l'elenco dei simboli e dei termini, le direttive, le regole per gli strumenti ed i metodi di misura, il calcolo dei risultati e la relazione di collaudo.

Negli altri Comitati notiamo il « Comitato Nomenclatura » presieduto da Mr. Macilloux che ha tenuto dieci laboriose sedute durante le quali i due sottocomitati del « Vocabolario » e delle « Unità magnetiche » hanno continuato i loro delicati lavori. Si è ritenuto opportuno includere anche le grandezze elettriche nel campo di azione del secondo sottocomitato che di conseguenza ha assunto la nuova denominazione di sottocomitato delle grandezze e unità elettriche e magnetiche.

Il « Comitato Simboli » presieduto da M. Drewnowski (Polonia) si è invece occupato dell'aggiornamento dei simboli per gli impianti a debole corrente (telefonia, telegrafia e radiocomunicazioni) approvando le bozze della seconda edizione del relativo documento. Lo stesso Comitato ha inoltre continuato i suoi studi preparatori per i simboli per la trazione elettrica e per i relais e i vari dispositivi automatici.

Le dimensioni principali per gli attacchi delle lampade sono state stabilite definitivamente dall'apposito « Comitato Attacchi delle lampade », presieduto da M. Atherton (Svizzera). Questo Comitato non ha invece potuto prendere decisioni contro il pericolo derivante da lampade male isolate.

Analogo risultato ha raggiunto il « Comitato Radiocomunicazioni » presieduto dal Mr. Patterson (Inghilterra) che ha standardizzato varie apparecchiature per radio.

Nessun accordo invece è stato raggiunto nel « Comitato Alluminio » presieduto dal Dr. Apt (Germania) stante le differenze fra la pratica Europea e quella Americana.

Il « Comitato di Studi per la trazione elettrica » presieduto dall'Ing. M. Semenza ha dovuto invece riesaminare il suo lavoro passato, e ciò in seguito agli accordi con l'Union Internationale des Chemins de Fer e alla formazione del Comitato Misto Internazionale.

A Stoccolma si è anche riunito per la prima volta dopo la sua costituzione decisa a Bellagio, il « Comitato per i corsi d'acqua » presieduto da M. Heggstad (Norvegia). Questo Comitato nell'unica riunione tenuta ha preso parecchie decisioni quali: 1° la potenza dei corsi d'acqua va espressa in kW e deve essere espressa lorda delle perdite; 2°) la caduta va espressa in metri o in piedi inglesi; 3°) la portata va indicata con tre dati e cioè la portata effettivamente disponibile nel 95% dell'anno, la portata disponibile durante il 50% dell'anno; e la portata media annuale.

I due Comitati della « Gomma lacca » (presidente Mr. Gibson, Inghilterra) e dei « Motori a combustione interna », (presidente M. Stiffel, Francia), creati essi pure recentemente, hanno tenuto una sola riunione per ciascuno, durante la quale sono stati presi accordi per organizzare il lavoro dei comitati stessi.

Il « Comitato per le indicazioni ai morsetti delle macchine » presieduto dal Dr. Strecker (Germania) e nel quale l'Italia non è rappresentata, ha continuato i suoi lavori preparatori senza arrivare ad alcuna conclusione.

Non hanno invece tenuto alcuna seduta i due Comitati « Motori Idraulici », e « Impianti di bordo ».

Nella riunione plenaria tenuta ad Oslo è stato nominato all'unanimità presidente generale del C. E. I. il Dr. Enström, della Svezia ed è stato altresì deciso di tenere la prossima assemblea plenaria fra 4 anni anzichè fra tre anni, e, accogliendo l'invito della Cecoslovacchia, è stata fissata come sede di tale riunione la città di Praga.

***

È doveroso, per completare il resoconto di questa assemblea, segnalare la splendida organizzazione del Comitato scandinavo, e le cordiali signorili accoglienze fatte ovunque ai delegati per i quali le giornate passate in quegli splendidi paesi del Nord saranno certamente indimenticabili.

Per quanto riguarda l'organizzazione basti dire che i delegati stranieri non hanno dovuto cercare o chiedere nulla, perchè tutto era pronto e predisposto nel modo più accurato e meticoloso. Per quanto riguarda l'ospitalità bisogna dire che i vari Comitati si siano sempre prodigati in un modo così meraviglioso da riscuotere dovunque la più sincera e viva ammirazione.

Non è qui il luogo per fare la cronaca dettagliata delle giornate così passate nei paesi scandinavi, però può già darne una pallida idea la seguente cronistoria.

A Copenaghen un giorno solo di permanenza durante il quale ebbe luogo la seduta di apertura, coll'intervento del Presidente del Consiglio Municipale M. Bülow e del Ministro degli Esteri M. Munch, nel palazzo dell'Hôtel de la Ville. Nella giornata venne offerta anche una gita per la città e dintorni. In occasione della permanenza in questa città la C. E. I. rese omaggio alla Memoria di Oersted deponendo una corona di fiori ai piedi della sua statua.

In Svezia la C. E. I. rimase una settimana durante la quale i delegati, all'infuori delle riunioni tecniche tenute nel Palazzo del Parlamento Svedese messo a completa disposizione della Commissione, ebbero campo di visitare numerosi impianti e officine quali: lo sbarramento del fiume Lagan e la centrale di Karseforsen a Laholm, gli impianti idroelettrici di Lilla Edet e di Trollhättam a Trollhättam, le officine elettriche di Stoccolma, la stazione sotterranea delle ferrovie dello Stato a Soderlälje; il laboratorio per lo studio delle sovratensioni di Upsala e ciò oltre alle visite degli stabilimenti dell'Asea, della Erikson, della Svenska A-B Gasaccumulator, della Luth & Rosen Elektriska; della Elettrolux, della Svenska Turbin Fabriks, e dell'Atlas Diesel.

In Norvegia la C. E. I. rimase quattro giorni in attesa della seduta di chiusura tenuta ad Oslo nel Palazzo dell'Università; durante tale permanenza erano state organizzate le visite agli impianti idroelettrici di Rjukau, di More, di Vanna e di Mörkfoss oltre allo stabilimento per la produzione dell'ammoniaca sintetica.

Ovunque Governi, Enti e Società gareggiarono nell'offrire l'ospitalità più larga e più generosa, mettendo anche a disposizione degli intervenuti i mezzi di trasporto.

Parallelamente a questo programma di lavori e di visite per i delegati è stato disposto e svolto un altro programma altrettanto ricco ed interessante per le signore che in numero di oltre cento accompagnarono i delegati nei Paesi del Nord.

l. m.

I lavori della II^a "Conferenza mondiale dell'energia„ (1)

Facendo seguito al resoconto generale della II^a Conferenza mondiale dell'energia, apparso nel fascicolo precedente de L'E. E., riassumiamo, per sommi capi, i principali rapporti presentati al Congresso di Berlino, con particolare riguardo agli argomenti che interessano più da vicino la nostra industria.

Per semplicità, abbiamo creduto opportuno di mantenere raggruppati i diversi rapporti presi in esame secondo la classificazione (in sezioni) già stabilita dal Comitato della W. P. C.

L'ELETTRICITÀ NELL'ECONOMIA DOMESTICA E NELL'AGRICOLTURA.

(Sezione 1^a)

L'industria elettrica di tutto il mondo è alla ricerca di nuovi sbocchi per il proprio prodotto e ne risulta ovunque un continuo allargarsi del campo d'applicazione dell'energia elettrica.

Un impulso particolare viene ora dato all'elettrificazione della casa ed all'applicazione dell'energia elettrica nell'agricoltura.

È certo che col progredire della civilizzazione del mondo e col migliorare delle condizioni di vita dei popoli, a molti lavori che ancor oggi sono manuali dovranno in breve tempo sopperire apposite macchine per l'azionamento delle quali l'energia elettrica è senza dubbio alcuno la forma ideale di energia. L'industria elettrica si trova ora solo agli inizi della propria penetrazione in tale campo ove si potranno certamente collocare in futuro notevoli quantità di energia.

Le relazioni che si riferiscono a questa sezione sono:

N. 47 - L'ELETTRICITÀ NELLA CASA E NELL'AGRICOLTURA (*A. Petri* - Germania).
N. 49 - ECONOMIA DI LUCE E METODI ILLUSTRATIVI DA SEGUIRE NEL CAMPO DELLA DISTRIBUZIONE DELL'ELETTRICITÀ (*B. Seeger* - Germania).
N. 290 - L'ELETTRIFICAZIONE DI UNA GRANDE FATTORIA (*R. H. Drilhon* - Francia).
N. 99 - LE PIÙ RECENTI APPLICAZIONI ELETTRICHE ALL'AGRICOLTURA (*C. A. Cameron Brown* - Inghilterra).
N. 103 - ILLUMINAZIONE E SEGNALAZIONI LUMINOSE ELETTRICHE COME FATTORI NELLA VENDITA DI ENERGIA ELETTRICA (*C. W. Sully* - Inghilterra).
N. 140 - APPLICAZIONI ELETTRICHE, BONIFICA E AGRICOLTURA (*Ing. O. Ghetti* - Italia).
N. 118 - IMPIEGO DELL'ELETTRICITÀ NELL'INDUSTRIA DELLA SETA (*Ing. Genìiro Tada* - Giappone).
N. 151 - ASPETTI ECONOMICI DELLA FORNITURA DI ENERGIA ELETTRICA NELLA CASA E NELLA FATTORIA (*F. A. Galey* - Canadà).
N. 161 - RISCALDAMENTO ELETTRICO DI AIUOLE E TERRENI LIBERI (*Ing. G. Jacobsen* - Norvegia).
N. 192 - VERIFICHE E PROVE NEL LABORATORIO DELLE CENTRALI VIENNESI (*Ing. C. Deck* - Austria).
N. 237 - LE APPLICAZIONI DELL'ENERGIA ELETTRICA A SCOPO AGRICOLO IN GRECIA (*Dr. Ing. J. Grabscheid* - Austria).
N. 266 - DATI SPERIMENTALI SULLE VECCHIE APPLICAZIONI DELLA ELETTRICITÀ E PROVA DELLE NUOVE NELLA AGRICOLTURA SVEDESE (*H. Edholm* - Svezia).
N. 275 - SVILUPPO DELLE APPLICAZIONI DOMESTICHE DELL'ELETTRICITÀ (*Marshall E. Sampsell* - U. S. A.).
425 - APPLICAZIONI DELL'ELETTRICITÀ NELLA CASA (*American Home Economics Association* - S. U. A.).

Sette delle relazioni indicate trattano in modo particolare delle applicazioni domestiche ed agricole dell'elettricità, argomento di grande attualità ed altissimo interesse.

Tutti sono d'accordo nell'affermare la necessità che gli apparecchi domestici debbano essere di ottima qualità e di facile uso, come pure è opportuno che non si abbia una pletora di tipi diversi ma si proceda anche in questo campo alla standardizzazione che sola può permettere una produzione a prezzi convenienti.

In quanto al problema del costo dell'energia e della tariffazione relativa, i relatori prendono in esame i varii tipi di applicazioni, ma non entrano in disamine molto profonde, limitandosi ad osservazioni di carattere generale e citando esempi particolari. Di notevole interesse sono le statistiche raccolte da F. A. Gaby e che si riferiscono allo Stato d'Ontario nel Canadà. Ivi gli utenti posseggono apparecchi elettrodomestici per una potenza complessiva di oltre kW 1.300.000.

Tuttora discordi sono i pareri circa la convenienza sia per l'utente che per il distributore dell'uso delle cucine elettriche specie per il loro diagramma di carico.

In alcune località si sono avuti risultati diametralmente opposti che in altre e molto probabilmente si tratta di un'applicazione che può riuscire favorevole solo in determinate condizioni, ed il problema della loro diffusione non si può affrontare in via generale, bensì solo di volta in volta e localmente.

Sull'applicazione dell'energia elettrica all'agricoltura vi è una notevole relazione degli Italiani Ing. Ghetti e Prof. Manzetti che trattano delle bonifiche e dell'irrigazione dei terreni.

In altre relazioni è riferito quanto si è fatto specie in America, Inghilterra e Germania per l'elettrificazione delle fattorie, dall'incubazione artificiale al riscaldamento artificiale del terreno. Anche in questo campo non siamo, si può dire, che ai primi passi e solo il futuro potrà dirci una parola definitiva sopratutto per ciò che riguarda il costo dell'energia confrontato con le possibilità economiche dell'agricoltore e probabilmente anche qui non si potrà arrivare ad una soluzione generale del problema, ma è indubbio che in moltissimi casi i benefici che l'agricoltura potrà ricevere dalla sua elettrificazione compenseranno largamente dei sacrifici che dovrà in un primo tempo sostenere, come lo dimostrano ormai già moltissimi degli esempi citati nelle varie relazioni.

Fra i contributi alla discussione che hanno fatto seguito all'esposizione del Relatore Generale, vanno ricordati quelli di:

1. *Mörtzsch* (Berlino) il quale comunica i risultati del censimento delle aziende agricole elettrificate eseguito dall'Unione delle Industrie Elettriche Tedesche. Da questo risulta che in Germania il 75% delle aziende agricole di superficie superiore a 2 ettari è ormai allacciato, con una potenza installata complessiva di 4,7 milioni di kW.

2. *Lichtenberger* (Kiel) sull'importanza delle latterie rurali quali utenti per le aziende elettriche, poichè esse prelevano energia nelle prime ore del mattino e consumano forti quantità di acqua calda e vapore, che possono venir ottenute durante la notte con apparecchi ad accumulazione.

3. *Haslett* (Londra) che richiama l'attenzione di costruttori e distributori sulla opportunità di un maggior affiatamento con le organizzazioni femminili e pone in rilievo la necessità di impartire nelle scuole alle future massaie le istruzioni relative all'uso corretto degli apparecchi elettrodomestici.

4. *Opacki* (Vienna) che riferisce sulle esperienze in corso presso l'Azienda Elettrica di Vienna per determinare la forma più conveniente degli apparecchi di cottura elettrica.

5. *Niethammer* (Praga) il quale accenna ad un tipo di cucina ad accumulazione, in cui funziona da intermediario il vapore saturo ad alta pressione.

G. V.

L' ELETTRICITÀ NELL' INDUSTRIA

(Sezione 2^a)

L'applicazione dell'energia elettrica nella grande e nella piccola industria è penetrata fino al cuore dei diversi rami dell'industria stessa ed ha conquistato intero il campo dei motori, mentre ora attende ad una sempre maggiore espansione nel campo dell'elettrochimica e della produzione del calore.

(1) I rapporti presentati alla II^a Conferenza mondiale dell'energia insieme coi rapporti e le conferenze generali sono stati riuniti in 21 volumi che saranno posti in vendita entro il corrente anno dal «V. D. I. Verlag». (Berlino N W 7).

Le relazioni presentate a questa sezione sono:

N. 43 - L'INDUSTRIA ELETTROLITICA TEDESCA (*Prof. Dr. Ing. V. Engelhardt e collaboratori* - Germania).

N. 44 - COMANDO CON MOTORI ELETTRICI NELL'INDUSTRIA (*W. Geyer* e *Prof. W. Philippi* - Germania).

N. 46 - APPLICAZIONI DEL RISCALDAMENTO ELETTRICO NELL'INDUSTRIA (*Dr. Ing. Nathusius* - Germniaa).

N. 51 - AUMENTO DI PRODUZIONE CON UNA BUONA COSTRUZIONE DELL'IMPIANTO ELETTRICO DI ILLUMINAZIONE (*L. Schneider* - Germania).

N. 143 - SVILUPPO ATTUALE DELLE INDUSTRIE ELETTRO-CHIMICA ED ELETTRO-METALLURGICA IN ITALIA (*Dr. G. Morselli* e *Prof. O. Scarpa* - Italia).

N. 168 - NUOVE VIE PER L'UTILIZZAZIONE DI ECCEDENZE DI ENERGIA ELETTRICA (*Dr. Ing. F. Berger* - Austria).

N. 195 - LE APPLICAZIONI DEL RISCALDAMENTO ELETTRICO NELL'INDUSTRIA (*Ing. R. Kratochwil* - Austria).

N. 223 - INDAGINE SULL'INDUSTRIA ELETRTOCHIMICA DEL GIAPPONE (*Prof. Yogoco Kato* - Giappone).

N. 227 - INCIDENZA DELL'ENERGIA SULL'INDUSTRIA ELETTROCHIMICA (*P. S. Brallier* - U. S. A.).

N. 273 - FATTORI ECONOMICI NEL RISCALDAMENTO ELETTRICO INDUSTRIALE (*N. R. Stansel* - U. S. A.).

N. 274 - EDIFICI E PONTI METALLICI SALDATI NEGLI STATI UNITI (*Frank P. McKibben* - U. S. A.).

N. 303 - LE STAZIONI RADIO TRASMITTENTI COME UTENZE DI ENERGIA ELETTRICA (*Ing. W. W. Schirkoff* - Russia).

N. 305 - SVILUPPO DELLA TECNICA DELLA ILLUMINAZIONE NELLA RUSSIA (*Prof. S. O. Maisel* - Russia).

N. 415 - FILTRI ELETTRICI PER GAS (*Prof. Dr. R. Seeliger* - Germania).

Una sola delle memorie presentate in questa sezione si occupa dei motori, in verità molto diffusamente, per constatare come i vari tipi di motori esistenti si prestino ormai a tutte le più svariate esigenze dell'industria e per rilevare la tendenza quasi generale a spostare il punto della trasformazione dell'energia elettrica in energia meccanica quanto più possibile verso l'ultimo singolo, elemento meccanico, ossia a munire ogni macchina operatrice del proprio motore.

Un'altra memoria parla dei filtri elettrici per i gas, mentre due altre si diffondono sull'aumento del rendimento del lavoro dell'uomo che si può ottenere da una buona illuminazione. Entrambi i relatori considerano i metodi sinora usati per determinare tale maggior rendimento e ne propongono una più vasta applicazione che permetta una migliore valutazione del valore economico dell'illuminazione nei processi di fabbricazione.

Della saldatura elettrica e dell'applicazione dell'acciaio saldato si occupano pure due rapporti di questa sezione, ma senza dubbio i rapporti di maggiore importanza, sono quelli che si occupano dell'utilizzazione dell'energia elettrica per produzione di calore e nell'elettrochimica.

È da segnalare su tale argomento una interessantissima relazione degli italiani Proff. Morselli e Scarpa sulla industria elettrochimica ed elettrometallurgica in Italia. L'industria elettrochimica italiana che assorbe ora circa 2 miliardi di kWh all'anno, utilizza in gran parte energia che si ritiene non potrebbe essere collocata altrove. La produzione è molto varia e comprende calciocianamide, carburo di calcio, acciai elettrici, idrogeno e ossigeno, alluminio, zinco, cloro, ecc. Il rapporto esamina la situazione dei diversi rami dell'industria sia dal punto di vista tecnico che economico. L'opinione espressa dai valenti relatori sull'avvenire dell'industria elettrochimica italiana non può non essere di notevolissima importanza per l'industria idroelettrica e ci preme pertanto rilevare come tale avvenire debba essere riservato, nell'opinione dei relatori, alla fabbricazione dei prodotti di qualità, per i quali il prezzo dell'energia non rappresenti che una piccola frazione del prezzo totale della merce.

Nell'esprimere tale opinione si è voluto indubbiamente tener conto della situazione del mercato italiano dell'energia idroelettrica e delle eventuali disponibilità future, disponibilità che si avranno certamente, ma a prezzi di costo sempre crescenti e tali da non consentire più oltre l'utilizzazione dell'energia idroelettrica, preziosa per l'economia della nazione, per la produzione di materie troppo povere.

Intanto tutte le industrie elettrochimiche cercano di ottenere i più alti rendimenti ed una migliore utilizzazione dei loro impianti al fine di avere forti produzioni con consumi di energia quanto più ridotti possibile. Così la tendenza attuale è verso il funzionamento in parallelo di bagni, cellule elettrolitiche e forni di dimensioni sempre maggiori, ciò che comporta aumenti di potenza notevole dei convertitori.

Anche per la produzione degli acciai e delle ferroleghe i forni vanno aumentando di dimensioni ed il tipo più usato è quello del forno ad arco. Anche i forni ad induzione e ad alta frequenza vanno sempre più perfezionandosi ed espandendosi.

In quanto alle condizioni di prelievo dell'energia da parte dell'industria elettrochimica è certo che esse sono quasi ideali, poichè si raggiungono utilizzazioni altissime che consentono prezzi bassi. Inoltre i prelievi possono essere stagionali, integrando così i diagrammi di carico delle officine produttrici.

È indubbio però che i prezzi non potranno discendere oltre certi limiti destinati con probabilità a subire degli spostamenti in rialzo, cosicchè l'avvenire dell'industria elettrochimica deve riposare sul proprio progresso al fine di rendere sempre meno sensibile l'incidenza del prezzo dell'energia sul costo del prodotto.

A proposito di industria elettrochimica *Svanöe* (Norvegia) ha nel corso della discussione posto in rilievo le invidiabili condizioni del suo paese ove è possibile costruire centrali idroelettriche sulla riva del mare, col doppio vantaggio di eliminare il trasporto dell'energia elettrica e di diminuire il costo del trasporto dei prodotti. Si aggiunga la possibilità di un macchinario a corrente continua di grandissima potenza (fino a 20.000 kW), non essendone le dimensioni massime limitate dalle sagome ferroviarie. *Noeggerath* (Berlino) ha parlato del suo processo di elettrolisi ad alta pressione, col quale è, a suo dire, possibile ottenere l'idrogeno a 200 atm. mediante un consumo di 4,4 kWh/m^3, col risparmio cioè di circa 1 kWh/m^3 rispetto ai processi usuali quando si tenga conto dell'energia richiesta per la compressione.

Mörtzsch (Berlino) ha ricordato i forni da pane ad accumulazione, per la buona compensazione dei carichi che permettono, e le grandi cucine elettriche (alberghi, istituti, ecc.) delle quali ve ne sono circa 270 in esercizio in Germania, con una potenza installata complessiva di 20.000 kW in cifra tonda.

Schmid (Los Angeles), si è fermato a considerare l'estensione sempre crescente dell'uso di elettrofiltri. Il numero di impianti in funzione secondo il solo processo Coltrell supera il migliaio, con una produzione complessiva di oltre 100 milioni di m^3 orari di gas depurato. *Buff* (Spandau), ha fatto presente come anche nei paesi a clima molto umido, ove è a paventarsi l'inquinamento dell'aria, sia possibile installare centrali termiche in grandi centri industriali, ricorrendo all'uso di elettrofiltri per la depurazione dei prodotti della combustione. La maggior spesa d'impianto richiesta è del 5% circa contro 10-15% per una linea di trasmissione, l'energia assorbita si aggira sull'1% di quella prodotta, rispetto al 10% circa che si perderebbe nella trasmissione.

G. V.

DIAGRAMMI DI CARICO E TARIFFE DI VENDITA.

(Sezione 3ª)

N. 42 - DER BELASTUNGFAKTOR DES ELEKTRIZITAETSWERKE UND SEINE BEEINFLUSSUNG DURCH DIE VERSCHIEDENEN STROMVERBRAUCHER (*Dr. Ing. Adolph* - Germania).

N. 48 - ELEKTRIZITAETSTARIFE, NEUERE BESTREBUNGEN UND ERFAHRUNGEN (*Ing. A. Pinung* - Germania).

N. 117 - POWER FACTOR TARIFF IN JAPON (*S. Nagahama* - Giappone).

N. 278 - EFFECT OF LOAD FACTOR ON THE COST OF PRODUCTION AND METHODS OF IMPROVING LOAD FACTOR (*G. H. Jones* - U. S. A.).

N. 279 - ELECTRIC TARIFFS IN THE U. S. AND THE PROPER RELATION BETWEEN INDUSTRIAL, COMMERCIAL AND DOMESTIC RATES (*L. R. Nash* - U. S. A.).

N. 367 - TARIFE UND ZAEHLER IN HAUSHALTUNGEN BEI VERWENDUNG VON WAERSMPEICHERNDEN KOCHGERAETEN (*Ing. A. Widstrom* - Svezia).

N. 331 - UEBER DIE VORAUSBERECHNUNG DER JAHREVERLUSTE IN UMFORMER- UND UMSPANNWERKEN MIT HILFE VON BELASTUNGSDAUERKURVEN (*Ing. A. Bögh* - Danimarca).

Sette sono le relazioni che trattano l'argomento dei diagrammi di carico a tre dimensioni e delle tariffe di vendita dell'energia. Sono tutte memorie di notevole interesse, sopratutto per l'altissima importanza del problema per la nostra industria. Lo studio del costo dell'energia distribuita alle diverse categorie di utenti si presenta difficilissimo ed altrettanto difficile risulta una compilazione razionale delle tariffe fatta sulla base del costo del servizio reso all'utente. La necessità e la convenienza di non moltiplicare all'infinito le tariffe applicate da una medesima società distributrice e di rendere la tariffazione e la misura dell'energia elettrica quanto possibile più semplice e più comprensibile per l'utente, ha certamente influito sul mantenimento in vigore di tariffe di tipo ormai superato dal punto di vista scientifico, ma non dal punto di vista pratico.

Ora è indubbio che il fattore di carico ed i tipi di tariffa sono

di un'importanza decisiva per quanto riguarda l'economia della distribuzione pubblica dell'energia elettrica.

Le memorie presentate alla Seconda Conferenza Mondiale dell'energia riconoscono che il miglioramento del fattore di carico e l'introduzione di tariffe favorevoli ad un uso svariatissimo dell'energia elettrica sono considerati ovunque come gli elementi necessari per permettere un'intensa utilizzazione dell'energia elettrica a condizioni favorevoli per il consumatore.

Anche l'utente è direttamente interessato al miglioramento del fattore di carico perchè questo permette al distributore di ridurre sempre più le tariffe.

Ovunque si sono fatti degli studi per determinare quali siano le categorie di utenti e quali gli apparecchi di utilizzazione più adatti ad aumentare il fattore di carico delle centrali e quindi a ridurre gli oneri fissi riferentisi ai capitali investiti.

Tali studi hanno portato a dei tipi di tariffe che effettivamente incoraggiano il miglioramento del fattore di carico e l'aumento del consumo. In genere però la ripartizione di costi tra le varie categorie di utenti è cosa oltremodo difficile; una idea di tale ripartizione si potrebbe avere solo dalla scomposizione del diagramma di carico nei suoi diversi elementi ma anche questo è tutt'altro che facile. Si avrebbero in tal modo degli elementi sui costi di produzione dell'energia che costituiscono il limite inferiore dei prezzi di vendita, mentre il valore dell'energia dal punto di vista dell'utente rappresenta il limite superiore di tali prezzi di vendita.

Le memorie che si occupano dell'evoluzione delle tariffe dimostrano come ormai le tariffe semplici non si prestino ad un miglioramento del fattore di carico. Il perfezionamento delle tariffe porta ad una loro complicazione, a sistemi di misura e relativi apparecchi più complessi con aumento del costo d'installazione ed una minore comprensibilità da parte dell'utente. È generale il desiderio di poter supplire a tutte le esigenze della misura del consumo con un solo contatore specie per gli utenti domestici, ed è pure generale il suggerimento d'applicare la tariffa a quota fissa (tipo Hopkinson) che consente meglio di ogni altra l'elettrificazione integrale e quindi, se fatta razionalmente, il miglioramento del fattore di carico. Si riconosce però che l'uso d'un solo contatore non sarà sempre possibile, come pure sarà opportuno in molti casi variare i prezzi colle stagioni e colle ore.

Nello stabilire le tariffe vi sono due modi opposti, per spingere al miglioramento del fattore di carico; l'uno consiste nel favorire e l'altro nell'ostacolare in certe determinate condizioni il prelievo. In genere si è visto che non conviene quasi mai l'applicazione del secondo metodo ossia del creare ostacoli a certi prelievi e si può anzi dire che esso sia applicabile solo a pochi grandi consumatori pei quali riesca solo di stimolo ad una maggiore attenzione nell'uso dell'energia, senza per nulla ostacolare la produzione industriale.

La ricerca invece di utenti e di applicazioni particolari che possano tendere a rendere il diagramma di carico uniforme è molto migliore per le aziende elettriche. È certo che al diagramma rettangolare non si arriverà probabilmente mai, nè si otterrà di eliminare completamente le punte, ma si allargherà il campo d'azione e quindi il giro d'affari dell'industria, e gli esempi di alcune città americane, che ci hanno preceduto in questo campo, ci confermano tale fatto. In alcune di esse la punta luce della sera è stata del tutto eliminata, ma è stata sostituita da una punta verso le 9 della mattina; si tratta è vero di una punta meno sensibile, ma una punta permane sempre.

In quanto alla quota fissa i relatori propongono vari elementi a cui riferirsi come il numero dei locali o la superficie dei locali per gli utenti privati, la superficie del terreno per gli agricoltori, il numero dei motori per gli industriali. È indubbio però che più equo sarebbe stabilire la quota fissa sulla potenza effettivamente prelevata come propongono altri.

Il problema è indubbiamente molto complesso ed alla sua miglior soluzione è interessata tutta l'industria elettrica, poichè da esso in gran parte dipende il suo avvenire legato alla conquista di sempre nuovi campi d'applicazione per l'energia elettrica.

Questo per quanto riguarda le relazioni. In merito alla discussione seguita alla lettura del Rapporto Generale ben poco v'è da aggiungere. *Velander* (Svezia) ha posto giustamente in guardia contro i forti immobilizzi in impianti locali ad accumulazione termica od idraulica, quali ne sono stati costruiti negli ultimi anni, in alcune grandi città dell'estero, facendo osservare come dal punto di vista dell'economia generale sia più conveniente prevedere gli impianti produttori e le linee di trasmissione per tutta la potenza di punta. *Gerbel* (Vienna) nota come sviluppando in direzione est-ovest delle sbarre collettrici « internazionali » sarebbe possibile far coincidere la valle meridiana del diagramma di carico ad un estremo con la punta serale all'altra estremità. (!)

G. V.

CONFRONTI DEL COSTO E DEL CONSUMO DI DIVERSE SPECIE DI ENERGIA PRESSO I CONSUMATORI.

(Sezione 6ª)

I rapporti di questa sezione trattano la questione soltanto per particolari casi: purtroppo non si può avere una soluzione generale, ma uno studio a parte per ogni caso. Sarebbero perciò da raccogliere molti esempi diversi in cui si è potuto stabilire la forma di energia più conveniente, tenendo conto particolareggiato di tutte le spese e sopratutto del coefficiente di utilizzazione, e mettendo in evidenza quelle condizioni speciali (industriali, nazionali, ecc.) che influiscono grandemente sulla scelta della forma di energia.

Nei tre rapporti seguenti:

N. 61 - Confronto dal punto di vista economico e pratico fra l'impiego di aria compressa e di elettricità nelle miniere di carbone (*Prof. Douglas Hay* e *N. E. Webster* - Inghilterra).

N. 86 - Confronto tecnico ed economico fra l'impiego di aria compressa e di elettricità nelle miniere di carbone di Witkowitz in Moravska Ostrava (*Dr. J. Havliyek* - Cecoslovacchia).

N. 230 - Aria compressa ed elettricità nelle miniere di carbone americane (*H. N. Eavenson* e *G. Bright* - U.S.A.).

si confrontano l'impiego dell'energia elettrica e quello dell'aria compressa nelle miniere di carbone. Il problema economico, nonostante le diverse condizioni dei paesi a cui si riferiscono i rapporti, ha la stessa soluzione, cioè nei tre casi l'impiego di energia elettrica è più economico di quello di aria compressa.

E dalle cifre dei rapporti si deduce pure che la diffusione di macchine e di apparecchi elettrici, anche nelle miniere con presenza di gas combustibile, è in continuo aumento: nel 1900 si sono estratte complessivamente nella Pennsylvania e nel West Virginia (U. S. A.) 15 milioni di tonn. di carbone con energia elettrica e 17 milioni di tonn. con aria compressa, nel 1926 la prima cifra è salita a 190 milioni di tonn. e la seconda è scesa a 2 milioni di tonn.; nell'Inghilterra la potenza totale de' motori elettrici installati nelle miniere era nel 1928 di HP 1.722.322, di cui HP 878.311 dei motori degli impianti sotterranei.

Il rapporto N. 86 riferendosi ad una data miniera, dà il costo dell'energia consumata per tonn. di carbone nell'anno 1925, quando la miniera consumava solo aria compressa, nel 1928, quando era parzialmente elettrificata, e nel 1929 ad elettrificazione completa: questi costi erano rispettivamente 0,54, 0,30 e 0,076 R. M.

Ai tre rapporti surricordati può unirsi il rapporto

N. 400 - La trazione con locomotive nelle miniere di Dourges (*Ingg. Garin* e *Pinel* - Francia).

Siccome i regolamenti francesi per la sicurezza delle miniere limitano l'uso dell'energia elettrica, l'unico impiego che questa ha attualmente nelle miniere è nella trazione. La Società delle Miniere di Dourges ha equipaggiato la miniera di S.te Henriette con locomotive ad aria compressa e quella di Hély-d'Oissel con locomotive ad accumulatori. Le due miniere erano nelle stesse condizioni di esercizio e perciò fu facile un confronto: risultò, dal punto di vista economico, che il costo d'impianto è superiore per l'aria compressa e che il consumo di energia è triplo di quello che si ha nella trazione con accumulatori; sono all'incirca uguali i costi di manutenzione nei due casi, ma la spesa per i lubrificanti è molto più elevata per l'impianto ad aria compressa.

Oltre a questa analisi interessante de' costi, il rapporto considera anche la questione del materiale necessario per gli impianti nelle miniere e quella delle Norme di sicurezza.

Il rapporto

N. 179 - Elementi di scelta del motore Diesel dal punto di vista del consumatore (*Ing. H. Schmidt* - Austria)

stabilisce in base a dati pratici, quali vantaggi e svantaggi presenta il motore Diesel col variare delle sue caratteristiche e del suo impiego nei diversi casi della pratica. La parte più interessante del rapporto è una tabella che raccoglie i dati di consumo di combustibile in 14 impianti diversi; per un impianto si hanno i dati di parecchi mesi di esercizio, che concordano pienamente con quelli riscontrati nel collaudo.

Nel rapporto

N. 25 - Produzione ed impiego di gas in impianti speciali (*Dr. Ing. A. Thau* e *Ing. Dipl. R. Schmidt* - Germania)

si tratta di alcuni gas che, per le loro particolari caratteristiche, sono specialmente atti alla produzione di energia. Gli AA. si dimostrano convinti che la tecnica della produzione del gas debba perfezionarsi ancora considerevolmente e ritengono poi che sin d'ora un impianto di produzione di energia a

mezzo del gas sia più economico di uno che utilizza vapore. Il problema secondo i relatori ha interesse per i paesi poveri di combustibili liquidi e ricchi di quelli solidi, che possono adoperare gas a scopo di trazione.

Viene infine il rapporto

N. 76 - CONFRONTO FRA GAS ED ELETTRICITÀ PER IL RISCALDAMENTO INDUSTRIALE (*Sir Robert A. Hadfield* e *R. I. Sarjant* - Inghilterra).

La diversità delle condizioni locali e della natura del processo industriale, non permettono naturalmente di stabilire limiti di convenienza ben definiti. Il costo di impianto è favorevole sempre per i forni a gas, mentre quello d'esercizio è in generale a favore dei forni elettrici. Il forno elettrico tende ad introdursi sopratutto come forno continuo per porcellane e come forno ad induzione per fonderie.

Il rapporto termina con una breve rassegna dei progressi recenti nella tecnica dei forni elettrici e di quelli a gas: i primi, essendo di recente introduzione, si prestano a grandi perfezionamenti, daranno rendimenti termici sempre più elevati ed avranno perciò un maggior sviluppo.

f. j.

COSTRUZIONE ED ESERCIZIO DI GRANDI IMPIANTI PER PRODUZIONE DI ENERGIA.

(Sezione 7ª)

L'ELABORAZIONE E LA MESSA IN ESECUZIONE DEL PROGETTO DI GRANDI IMPIANTI PER LA PRODUZIONE D'ENERGIA (*E. C. Stone* (S. U. d'America).

Il progetto esecutivo deve essere compilato sulla base di un piano generale, redatto tenendo conto di sicuri dati d'esercizio, e che è bene venga svolto nel suo insieme e nei suoi particolari e aggiornato da uno speciale reparto.

DIRETTIVE PER IL PROGETTO ECONOMICO DI IMPIANTI TERMICI PER LA PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA (*W. E. Wellmann* e *Collaboratori* - Germania).

Sulla base del diagramma di carico vengono esposti criteri sulla scelta più conveniente del numero delle unità e delle caldaie a seconda dei fattori preponderanti e trattata tutta una serie di problemi singoli importanti per la costruzione dell'impianto.

CAMPO D'AZIONE E POSSIBILITÀ FUTURE DELLE TURBINE A VAPORE (*M. Benner* - Francia).

Nella sua memoria esamina sotto quali condizioni si possano raggiungere i minimi consumi di vapore per kWh utile prodotto, ricercando la più economica fra le soluzioni prospettate. Lo studio viene fatto in via generale partendo da tre differenti caratteristiche « pressione e temperatura » del vapore e precisamente.

1) 35 at. e 450° C,
2) 60 at. e 450° C,
3) 85 at. e 400° C con surriscaldamento intermedio.

Lo studio viene applicato al caso particolare di 2 impianti con differenti diagrammi di carico. L'A. discute i dettagli di questi due impianti e dimostra che coll'impiego di altissime pressioni si possono realizzare delle economie dell'ordine del 3,5%-8,9%.

LA COSTRUZIONE E LA POTENZA DELLE TURBINE A VAPORE NEGLI IMPIANTI ELETTRICI CON O SENZA ACCUMULAZIONE DI VAPORE. QUALI FATTORI CHE NE REGOLANO L'IMPIEGO COME MACCHINA DI RISERVA (*A. Peucker* - Germania).

Nella sua memoria tratta del modo migliore e più conveniente per limitare al minimo il tempo necessario per la messa in servizio di gruppi turbo-alternatori utilizzati quale riserva.

IL TURBOALTERNATORE FUORI DI SERVIZIO QUALE RISERVA MOMENTANEA (*E. Brown* - Svizzera).

L'A. prospetta un nuovo metodo che permette di mantenere nelle turbine messe fuori servizio la temperatura normale in modo da assicurare la pronta messa in marcia (in pochi minuti) quale macchina di riserva. Il fabbisogno di vapore è assai limitato e s'aggira p. es. intorno a 280 kg/ora per una turbina di 30.000 kW che nella marcia a vuoto consumerebbe circa 9000 kg di vapore all'ora.

IL TRATTAMENTO DEL FUMO DELLE MODERNE CENTRALI (*S. L. Pearce* - Gran Bretagna).

Riferisce in dettaglio nella sua memoria su esperienze fatte nella Centrale di Battersea per l'eliminazione di acido solforoso e ceneri dai prodotti di combustione esponendone i risultati soddisfacenti.

Altri argomenti trattati:

ANALISI CRITICA DEI PROGRRSSI RAGGIUNTI IN AMERICA NELLA ELIMINAZIONE DEL FUMO (*V. J. Azbe* - Stati Uniti d'America).

IL VALORE ECONOMICO DEL TRATTAMENTO PREVENTIVO DEL CARBONE IN RELAZIONE AL PROBLEMA DELLA PRECIPITAZIONE DELLA CENERE E DELLO ZOLFO DEI PRODOTTI DI COMBUSTIONE (*R. Lessing* - Gran Bretagna).

La messa in opera delle differenti tubazioni e cavi necessari per la distribuzione di acqua potabile, gas e energia elettrica nelle grandi città diventa un problema sempre più difficile, specialmente nei casi in cui essa non sia stata prevista nella elaborazione dei dettagli delle singole parti del piano regolatore.

Nel suo rapporto

TUBAZIONI E CONDUTTURE DI CAVI NELLE STRADE PUBBLICHE (*S. Lacey* - Gran Bretagna),

discute questo problema in relazione ad alcuni casi pratici: non sa però proporne una soluzione soddisfacente.

E² S

IMPIANTI A REGIME ENERGETICO COMBINATO, IN PARTICOLARE ANCHE IMPIANTI DI RISCALDAMENTO CENTRALIZZATO.

(Sezione 8ª)

N. 125 - RICUPERI DI CALORE (*R. S. Nicolò* - Italia).

Tratta in modo generale e sistematico, seppure piuttosto dal lato quantitativo, l'argomento che dà il titolo alla sua relazione. Al fine di economizzare i combustibili si sono raggiunti negli ultimi anni grandi progressi sia per quanto riguarda i sistemi più razionali di combustione che la preparazione dei combustibili; non si è invece in generale considerato con sufficiente attenzione un altro lato del problema e cioè il livello (la temperatura) a cui l'energia termica è ceduta. È evidente che quanto più elevato è tale livello tanto peggiore è lo sfruttamento del combustibile. Il problema del ricupero si presenta sempre sotto il duplice aspetto tecnico e tecnologico: mentre si può dire che il primo può ormai trovare per lo più una soluzione soddisfacente, altrettanto non è sempre lecito affermare del secondo. Ciò premesso l'A. passa in rassegna i vari processi industriali in cui ricuperi di calore sono teoricamente possibili, suddividendoli a seconda che il veicolo di calore è solido, liquido oppure costituito da gas o vapore e ne esamina la realizzazione pratica sotto il duplice aspetto indicato sopra. (Qui si potrebbe osservare che l'A. trascura forse troppo un terzo aspetto del problema, quello economico, in quanto non è detto che il massimo risparmio di combustibile rappresenti sempre la soluzione più conveniente di un problema industriale). Dopo aver accennato ai mezzi di cui la tecnica dispone per risolvere il problema del differimento nel tempo dei cascami di calore, differimento che spesso è una necessità insita nel processo stesso di fabbricazione, egli traccia un quadro delle possibilità future, auspicando la coordinazione di industrie anche di carattere assolutamente diverso, ma il cui fabbisogno termico è tale da permettere una utilizzazione « in cascata » del calore contenuto nel combustibile. Nel rapporto non manca una frecciata alle Società Elettriche, le quali si opporrebbero alla produzione propria di energia elettrica da parte di industrie che possono utilizzare nei loro processi di fabbricazione il vapore di scarico delle turbine. A quanto ci risulta tale opposizione può concretarsi soltanto nell'offrire tariffe più basse del costo che avrebbe per l'industriale la produzione propria e non crediamo che questo fatto abbia bisogno di giustificazioni.

N. 384 - STATO ATTUALE E PROSPETTIVE DI SVILUPPO DELL'UTILIZZAZIONE DEI CASCAMI DI ENERGIA IN GERMANIA (*F. Marguerre* e *collaboratori* - Germania).

Calcolano in base ad un'inchiesta eseguita presso le principali industrie tedesche che hanno impianti di produzione propria di vapore, con e senza produzione contemporanea di energia elettrica, che, se la pressione di tutte le caldaie impiegate venisse portata a 100 atm. e si utilizzasse il salto di pressione così disponibile per la produzione di energia elettrica, si potrebbero ricavare circa 10 miliardi di kWh. Questa cifra non deve meravigliare se si riflette che circa la metà di essa è da attribuire all'industria delle mattonelle di lignite, la quale assorbe ingenti

quantità di vapore per l'essiccamento, e che in Germania la produzione propria di energia elettrica delle industrie è circa la metà della produzione totale (valutata ad oltre 30 miliardi di kWh nel 1929). Gli AA. mettono però in rilievo le difficoltà di utilizzare tali ingenti quantità di energia che dovrebbero necessariamente venir vendute per la distribuzione alle imprese elettriche. Tali difficoltà sono principalmente da un lato di ordine tecnico e derivano dalla necessità che sorgerebbe di far funzionare in parallelo su una rete gran numero di centrali sottratte al controllo diretto delle imprese, dall'altra di ordine economico perchè la « marca » dell'energia ricuperata sarebbe bassa (potenza in generale costante giorno e notte) e quindi il ricavo della vendita non sarebbe sufficientemente rimuneratore per giustificare i forti investimenti che la trasformazione degli impianti attuali richiederebbe. Dopo avere accennato agli impianti di riscaldamento centralizzato degli edifici di zone urbane esistenti in Germania, dei quali riportano diagrammi di consumo e di costo, ed alle ingenti quantità di energia che se ne potrebbe ricavare se il loro uso dovesse andare generalizzandosi, come sembra indicare la tendenza attuale, gli AA. esaminano brevemente le possibilità di ricuperi di calore esistenti nelle varie industrie, e principalmente nell'industria siderurgica (gas dei forni a coke, gas degli alti forni, gas di scappamento dei motori a gas, ecc.) e nell'industria del cemento (forni rotativi).

N. 167 - Il vapore ad alta pressione negli impianti a ricupero (*A. Demmer* - Austria).

Fa un confronto tra la convenienza economica dell'adozione di alte pressioni di ammissione del vapore nelle turbine, rispettivamente negli impianti a condensazione ed in quelli a ricupero e giunge alla conclusione che i primi si trovano da questo punto di vista in una situazione di gran lunga più favorevole. Ciò premesso egli esamina se, dati i prezzi che si possono ricavare dalla vendita del calore per riscaldamento, vi è convenienza ad esercire impianti centralizzati. Egli considera tre casi distinti: Centrale di produzione di vapore per solo riscaldamento, Centrale a ricupero totale per riscaldamento con produzione di energia elettrica, Centrale a ricupero intermedio per riscaldamento e condensazione con produzione di energia elettrica. La conclusione cui giunge è che soltanto quest'ultimo tipo di esercizio è economicamente conveniente, considerato che l'utilizzazione della punta del riscaldamento è compresa tra 1300-1700 ore annue.

N. 169 - Sui limiti di convenienza del ricupero intermedio di vapore per usi industriali (*B. M. Gerbel* - Austria).

Esamina un caso particolare di ricupero e cioè se per un'industria che utilizza nel processo di fabbricazione soltanto una parte del vapore di scarico della motrice convenga usare una motrice a ricupero totale, la quale quindi scaricherà nell'atmosfera il vapore esuberante, oppure una motrice a ricupero intermedio e condensazione. Egli stabilisce una formola che permette di stabilire nei singoli casi quale sia la soluzione più conveniente.

N. 282 - Aspetti tecnici degli scambi di energia tra imprese elettriche ed impianti industriali (*B. F. Wood* - U. S. A.).

Dopo essersi soffermato a descrivere i vantaggi derivanti dall'interconnessione degli impianti di produzione di energia in generale e tra imprese elettriche e impianti industriali in particolare, illustra a titolo d'esempio alcune fra le clausole per la fornitura di 100.000 fino a 200.000 kg di vapore alla pressione di 13 kg/cm² alla società Du Pont de Nemaurs & Co. da parte della centrale di Deepwater, che appartiene congiuntamente a due società esercenti. L'A. porta anche l'esempio di contratto di fornitura fra industria siderurgica ed impresa elettrica, la quale ultima acquista dalla prima i gas d'alto forno e dei forni a coke per il riscaldamento delle caldaie e le fornisce l'energia elettrica. Questo ed altri casi congeneri citati impongono nuovi problemi di carattere tecnico ed economico che meritano di essere approfonditi e risolti con reciproco vantaggio di ambedue i contraenti.

N. 376 - Produzione centralizzata di calore ed energia elettrica (*F. Niethammer* - Cecoslovacchia).

Tratta il problema dal punto di vista della compensazione dei carichi ed è favorevole alla collaborazione fra aziende elettriche ed industria. Cita alcuni casi in cui una collaborazione del genere è stata realizzata.

N. 413 - Aspetti commerciali degli scambi di energia tra imprese elettriche e grandi industrie (*G. E. Whitwell* - U. S. A.).

Esamina i punti di vista giuridici e finanziari da tenere presenti per contratti del genere e porta come esempio il contratto concluso da un'impresa elettrica con un'acciaieria per lo scambio di 15.000 kW.

N. 242 - La combinazione della produzione di calore ed energia elettrica negli impianti industriali (*W. F. Ryan* - U. S. A.).

Pone in rilievo come negli impianti industriali a ricupero l'acqua di alimentazione delle caldaie costituisca una grave difficoltà quando la condensa del vapore impiegato nel processo di fabbricazione non possa essere più utilizzato a tale scopo e come ciò richieda impianti costosi di distillatori o riscaldatori. Egli inoltre osserva che spesso si sopravalutino i vantaggi economici degli impianti a ricupero, in quanto non si distribuiscono equamente i costi tra vapore ed energia elettrica col risultato che per questa si calcola un costo di produzione inferiore a quello effettivo. Perchè impianti del genere possano realizzare i massimi vantaggi occorre però la collaborazione delle imprese elettriche, collaborazione che in pratica non è sempre facile realizzare. L'A. accenna ancora all'uso dei Diesel quale motrice ausiliaria nelle centrali industriali degli Stati Uniti ed alle possibilità di utilizzare dei ricuperi a bassa temperatura.

N. 353 - Studio economico della produzione di energia elettrica nelle industrie metallurgiche (*A. Evain* - Francia).

Discute dettagliatamente se sia più conveniente per un'industria siderurgica prodursi l'energia elettrica occorrente per i propri servizi mediante motori a combustione interna o turbine a vapore, quando come combustibile si utilizzi nell'uno e nell'altro caso il gas d'alto forno, e giunge alla conclusione, in base ad un esempio numerico, che il massimo tornaconto si ha con la seconda soluzione. Fa anche risaltare la necessità dell'allacciamento ad una rete esterna.

N. 247 - La produzione di energia nell'industria siderurgica (*Ch. W. E. Clarke* - U. S. A.).

Si sofferma a descrivere l'evoluzione che gli impianti di produzione di energia elettrica dell'industria suddetta hanno subita negli ultimi decenni e discute partitamente i sistemi e gli apparecchi in uso negli Stati Uniti per sfruttare nel miglior modo tutti i cascami di energia disponibili.

N. 340 - Impianti industriali a ricupero (*K. Strömberg* - Finlandia).

Riporta le statistiche degli impianti a ricupero di vapore esistenti in Finlandia. L'energia elettrica prodotta in tali impianti è stata nel 1928 il 10 % della produzione totale. Tale cifra elevata è dovuta al fatto che l'industria principale del paese è quella del legno e derivati; fra queste industrie la fabbricazione della cellulosa e della carta richiedono fortissime quantità di vapore.

N. 3 - La combinazione della produzione di calore e di energia nelle ferrovie germaniche (*Harprecht e collaboratori* - Germania).

Descrivono gli impianti a ricupero delle ferrovie tedesche, impianti che servono al riscaldamento dei treni e delle stazioni ed a fornire il vapore occorrente alle officine di riparazione. Di queste utilizzazioni vengono dati alcuni diagrammi di carico. Tali impianti sono talvolta collegati con le reti cittadine.

N. 317 - Distribuzione dell'energia calorifica negli immobili delle grandi città (*A. Nessi* - Francia).

Espone due metodi da lui ideati per calcolare con precisione maggiore di quella usuale la quantità di calore necessaria per il riscaldamento di un edificio. Il secondo di tali procedimenti è suscettibile di soluzione per mezzo di strumento meccanico ideato allo scopo.

Infine vi sono due rapporti:

N. 248 - Lo stato attuale del riscaldamento di quartieri urbani in America (*I. H. Walker* e *A. R. Mumford* - U.S.A.).

N. 348 - Il riscaldamento urbano a Parigi (*Schereschewsky* - Francia).

che trattano lo stesso argomento. Mentre il secondo si limita a considerazioni generali, che lo portano a concludere in favore di una combinazione fra centrale elettrica e centrale di riscaldamento mediante l'applicazione di turbine a ricupero totale od a sottrazione intermedia, i primi danno una descrizione detta-

gliata, sia dal punto di vista tecnico che economico, degli impianti americani di riscaldamento urbano, che hanno ormai negli Stati Uniti raggiunto il numero di 160 circa. Le conclusioni cui gli AA. giungono possono così riassumersi:

1) Il riscaldamento urbano perchè sia redditizio deve limitarsi ai quartieri commerciali dei grandi centri. Per le case di abitazione esso non è generalmente conveniente.

2) L'economia di combustibile, tenuto conto dei disperdimenti nelle condotte di distribuzione, rispetto agli impianti di riscaldamento centrale dei singoli edifici, si aggira sul 10 % circa.

3) La combinazione del riscaldamento con la produzione di energia elettrica può essere talvolta e fino ad un certo punto conveniente.

4) La distribuzione di acqua calda ha ormai ceduto definitivamente il posto al vapore.

5) Il problema tecnico della distribuzione del vapore anche a grandi distanze può considerarsi risolto; nella pratica vi sono però condizioni economiche che pongono un limite alla distanza del trasporto.

6) La fornitura di vapore alle industrie manifatturiere per riscaldamento e per i bisogni della fabbricazione offre un campo promettente a futuri sviluppi.

La discussione seguita alla lettura del rapporto generale da parte del relatore *Marguerre* non ha portato niente di nuovo. Diversi oratori hanno prospettato le varie possibilità che oggi offre la tecnica per la regolazione del flusso di calore mediante accumulatori nelle centrali termiche a produzione mista di energia elettrica e calore. Il prof. *Pauer* (Dresda) ha però rilevato come spesso si possa fare a meno di tali accumulatori.

M.

TURBINE A VAPORE ED A GAS E MOTRICI A STANTUFFO.

(Sezione 10ª)

Dei 13 rapporti presentati a questa sezione ben 10 si occupano esclusivamente o quasi di turbine a vapore, sul quale argomento esse danno un quadro si può dire completo dei progressi compiuti, dei tentativi in corso, dei problemi ancora da risolvere e delle tendenze attuali dei principali costruttori. I seguenti 6 rapporti sono di carattere generale:

N. 213 - Progressi tecnico-economici nella costruzione delle macchine a vapore in Isvizzera (*Stodola* - Svizzera).

N. 246 - Considerazioni economiche sull'uso delle moderne turbine a vapore per la produzione di energia (*A. G. Christie* - U. S. A.).

N. 16 - Gli elementi economici di giudizio nei riguardi delle moderne macchine a vapore (*E. A. Kraft* - Germania).

N. 171 - Turbina a vapore (*F. Lösel* - Austria).

N. 251 - Sviluppi recenti e possibili sviluppi futuri nei loro rapporti con l'economia di esercizio delle turbine a vapore di grande potenza negli Stati uniti (*G. B. Warren* - U. S. A.).

N. 329 - L'influenza della potenza sviluppata, della temperatura del vapore e delle estrazioni di vapore (a scopo di preriscaldamento dell'acqua di alimentazione) sulla determinazione della pressione più economica di ammissione nelle turbine a reazione, quando si prendano in considerazione soltanto modelli economicamente eseguibili (*W. R. Felix* e *W. G. Noak* - Svizzera).

Di problemi particolari si occupano i 4 rapporti seguenti, per quanto il primo, data la tendenza oggi dominante tra i principali costruttori americani ed alcuni costruttori europei, avrebbe potuto essere elencato tra i precedenti:

N. 249 - Il problema economico delle alte pressioni di vapore (*G. A. Orrok* - U. S. A.).

N. 83 - L'uso di turbine a vapore a grande capacità di sovraccarico nelle centrali termoelettriche (*Ch. Parson* e *R. Dowson* - Inghilterra).

N. 88 - Doppia regolazione delle turbine con estrazioni di vapore (*J. C. Millorn* - Olanda).

N. 341 - Nota relativa alle variazioni di carico delle turbine a vapore ed alla loro infuenza sul funzionamento delle turbine policilindriche (*Ch. Colombi* - Svizzera).

È impossibile riassumere in poche note i rapporti precedenti, specialmente i primi 6, quasi tutti voluminosi e densi di diagrammi, tabelle e dati numerici. Tutte le principali case costruttrici europee ed americane hanno fatto sentire la loro voce, non sempre all'unisono. Ci limiteremo quindi a delineare succintamente le principali tendenze che sono emerse ed i punti più controversi.

In primo piano si è trovato naturalmente il problema delle alte pressioni. Per quanto le opinioni dei costruttori non siano in proposito del tutto concordi, pare tuttavia che il costo d'impianto per le alte pressioni, riferito al kWh prodotto, non sia molto maggiore che per le medie pressioni, almeno finchè non si rende necessario il surriscaldamento intermedio del vapore. Il limite pare si trovi a seconda della temperatura iniziale di surriscaldamento, tra le 50 e 60 atm. Per macchine della potenza di qualche decina di migliaia di kW parrebbe quindi essere queste le pressioni oggi raccomandabili: ragioni costruttive obbligano a scendere per potenze minori al disotto di questo limite benchè sia il più conveniente dal punto di vista termodinamico, perchè le perdite secondarie divengono troppo sensibili. Quando il costo del combustibile sia elevato ed il diagramma di carico della macchina si prospetti particolarmente favorevole, potrà essere giustificato ricorrere anche a pressioni più elevate. Se si prescinde dal costo d'impianto, la pressione di massima convenienza quanto all'utilizzazione del combustibile, è secondo *Warren* di 175 atm.: nella pratica tale pressione è già stata superata nell'impianto di Langerbrugge che deve entrare in funzione nel corrente anno (200 atm.). Interessante è sempre a proposito delle pressioni la proposta fatta da *Marguerre* durante la discussione di normalizzare le pressioni, proposta che ha trovato una pronta eco nella seduta della Commissione Elettrotecnica internazionale tenutasi a pochi giorni di distanza a Stoccolma. Quanto alla temperatura di ammissione sono tutti d'accordo sui vantaggi che risulterebbero da un maggiore surriscaldamento, se non vi si opponessero difficoltà per ora non ancora sormontate relative alla resistenza dei materiali. La temperatura più elevata raggiunta è di 540° (Detroit Edison Co.) in una macchina fornita da un costruttore europeo. I costruttori americani si mantengono ancora in generale intorno ai 400°. Si noti che l'aumentare la temperatura di surriscaldamento iniziale permette di elevare il limite di pressione oltre al quale diventa inevitabile il surriscaldamento intermedio, e concorre quindi anche da questo punto di vista a migliorare il rendimento termodinamico totale.

L'inconveniente maggiore che si verifica con le alte pressioni è la formazione di vapore umido nelle turbine, ciò che peggiora il rendimento e provoca corrosioni nelle palette: sono queste le ragioni per la quali si è costretti a ricorrere al surriscaldamento intermedio, malgrado i maggiori costi d'impianto e le complicazioni nell'esercizio cui dà luogo. Quanto alla possibilità di raggiungere l'essiccamento del vapore con la separazione meccanica dell'umidità nel corpo della turbina non regna accordo tra i costruttori: si può tuttavia ricordare che una primaria Casa costruttrice afferma che è possibile con adeguati dispositivi raggiungere in una grossa unità a quattro cilindri (consumo di vapore 100 tonn./h) ed avente la pressione d'ammissione di 100 atm., gli stessi risultati che un doppio surriscaldamento intermedio permetterebbe di ottenere.

Agli inconvenienti derivanti dalla formazione di vapore umido coll'aumento della pressione, rimediano in parte le estrazioni di vapore, oramai di uso generale per le unità di potenza non troppo piccola, quando siano opportunamente disposte. Secondo *Kraft* non vi ha convenienza economica ad adottare tali estrazioni per potenze inferiori a 6000 kW; da 6000 a 15.000 kW è sufficiente una estrazione, da 15.000 a 50.000 kW due ed oltre 50.000 kW tre. L'aumento del rendimento termico che un numero di estrazioni maggiore di quello indicato comporterebbe, resta annullato dal maggior costo degli apparecchi accessori occorrenti. Naturalmente queste considerazioni valgono soltanto per le macchine a condensazione.

Un ultimo cenno a riguardo delle turbine merita la loro capacità di sovraccarico: un notissimo costruttore inglese di turbine di cui abbiamo citato il rapporto, spezza una lancia in favore delle turbine a forte capacità di sovraccarico, con le quali egli afferma è possibile ridurre alla metà il costo per la riserva di potenza nella centrale.

Soltanto il rapporto

N. 166 - Risultati tecnici ed economici d'esercizio della motrice a stantuffo ad altissima pressione dell'impianto di Florisdorf (*A. Demmer* - Austria).

si occupa delle motrici a stantuffo e sta a dimostrare come le altissime pressioni vadano ormai introducendosi anche in questo campo: vi è descritta una motrice a ricupero a 110 atm. della potenza di 400 kW. Un'altra motrice a ricupero di 3750 kW a 100 atm. è in esercizio negli Stati Uniti; per macchine a condensazione e pressioni medie, il limite di convenienza economica

sia per quanto riguarda il costo che il consumo, al di sopra del quale è da preferirsi la turbina, si aggira sui 500 kW. *Stodola* nel suo rapporto accenna ad una locomotiva a 10 atm., con caldaia a tubi d'acqua, la quale trovasi in regolare esercizio dal 1928 ed ha già percorsi oltre 30.000 km, parte sulle ferrovie svizzere e parte su quelle austriache. Attualmente la locomotiva viene sperimentata sulle ferrovie francesi. Pare che si siano ottenuti notevoli economie nei consumi di combustibile e d'acqua.

Ciò che determina il rendimento termodinamico di una macchina termica non è il salto di pressione ma il salto di temperatura: per realizzare un maggior salto di temperatura senza dover ricorrere a pressioni troppo elevate si è ricorso come è noto ai sistemi a due fluidi: il primo di questi è una sostanza che vaporizza, a pari pressione, a temperatura molto più elevata dell'acqua. Le sostanze finora usate a tal fine in impianti sperimentali sono il mercurio (Emmet) e l'ossido difenilico (Dow). Nel rapporto

N. 15 - UN NUOVO PROCESSO A DUE FLUIDI PER LA PRODUZIONE DI ENERGIA (*E. Koenemann* - Germania).

propone di usare come fluido intermedio l'ammoniaca, che ad alta temperatura si dissocia da un miscuglio di sali ($Z_n Cl_2$. 2 NH_3 e $Z_n Cl_2$. NH_3) trasformando il diammoniacato in monoammoniacato, mentre all'abbassarsi della temperatura ha luogo il processo inverso. Secondo i calcoli dell'A. dovrebbe potersi ottenere un rendimento del 32 %, con una pressione d'ammissione di appena 7 atm., e cioè un'economia di combustibile e d'acqua refrigerante rispetto ad un normale impianto a vapore a 21 atm. rispettivamente del 30 % e 40% circa. Si sta costruendo attualmente un impianto sperimentale da parte di un'importante Casa costruttrice.

Ci resta a considerare ancora l'ultimo rapporto

N. 23 - I PIÙ RECENTI PROGRESSI DEL MOTORE A GAS DI GRANDE POTENZA E DELLA TURBINA A GAS (*P. Langer* - Germania).

che è anche l'unico che tratti di proposito questo interessante argomento. La potenza complessiva dei motori a gas installati nel mondo è di 4,4 milioni di HP circa, dei quali 1 milione circa negli Stati Uniti. Malgrado le forti potenze unitarie (fino a 10.000 HP) ed i grandi progressi fatti per aumentarne il rendimento termico (produzione di vapore coi gas di scarico entro caldaie, per l'alimentazione di turbine, ciò che ha permesso di elevare il rendimento al 26%, il loro costo elevato, superiore del 30 % circa a quello delle turbine a vapore, non ne permette l'applicazione che in casi particolari e quando il costo del combustibile è molto alto. Quanto alle turbine a gas, attualmente trovasi in costruzione presso un'importante Casa e sarà pronto possibilmente entro l'anno corrente un gruppo della potenza di di 2000 kW, il cui rendimento è stato calcolato dovrà essere intorno al 30 %, gruppo costituito da una turbina a gas, una turbina a vapore ed un compressore. Il vapore occorrente per l'alimentazione della seconda macchina, la cui potenza è commisurata per il comando del compressore di alimentazione della turbina a gas, è prodotto mediante sottrazione di calore dai gas combusti nella parte ad alta pressione della turbina a gas stessa.

M.

CALDAIE E FOCOLARI.

(Sezione 11ª)

17 rapporti sono stati presentati a questa sezione. Di questi 4 si occupano di applicazioni industriali particolari:

N. 173 - LE CALDAIE PER I GAS DI SCARICO NELL'INDUSTRIA SIDERURGICA (*F. Peter* - Austria).

N. 379 - CARATTERI PARTICOLARI DELLA PRODUZIONE DI VAPORE NELL'INDUSTRIA DELLO ZUCCHERO DI CANNA E NELLA FABBRICAZIONE DELL'ESTRATTO DI *Quebracho* IN ARGENTINA (*W. Rottmann* - Argentina).

N. 405 - CONTRIBUTO ALLA DETERMINAZIONE DELLE PERDITE AL CAMINO E PER INCOMPLETA COMBUSTIONE NEI FORNI DA CALCE (*B. Helan* - Cecoslovacchia).

N. 406 - CONSUMO, RIPARTIZIONE ED UTILIZZAZIONE DEL CALORE NEI FORNI DI MATTONI (*B. Helan* - Cecoslovacchia).

Dato l'interesse limitato di tali rapporti rispetto al carattere della nostra rivista non ci fermeremo su di essi. Il rapporto

N. 339 - FOCOLARI A LEGNA PER CALDAIE INDUSTRIALI (*K. Strömberg* - Finlandia).

si riferisce all'industria del legno in Finlandia e descrive come vengano utilizzati per la combustione entro caldaie su griglie speciali i trucioli, la segatura e gli spezzoni di legno, con un contenuto d'acqua dal 54 % al 57 %, nell'industria della segheria. Poichè l'energia prodotta sarebbe eccessiva per i bisogni di tale industria si sogliono accoppiare le segherie di legname con le fabbriche di carta e cellulosa.

Tre rapporti:

N. 232 - FRATTURE INFRACRISTALLINE NELLE CALDAIE A VAPORE (*F. G. Straub* - U. S. A.).

N. 301 - L'IRRAGGIAMENTO NEGLI IMPIANTI DI CALDAIE (*L. K. Ramzin* - Russia).

N. 398 - IL VAPORE AD ALTA PRESSIONE E FORTE SURRISCALDAMENTO NEGLI IMPIANTI DI PRODUZIONE DELL'ENERGIA (*O. Wiberg* - Svezia).

si occupano di problemi tecnici speciali delle caldaie. Nel primo è posta in rilievo l'influenza della costituzione dell'acqua di alimentazione sulla formazione di fratture nei materiali con cui è costituita la caldaia, nel terzo sono studiate le condizioni cui debbono soddisfare i materiali stessi nelle varie parti dell'impianto in relazione alle alte temperature oggi adottate negli impianti. Risulta che in tutte le parti a questo riguardo più sollecitate (surriscaldatore, condotta di ammissione, dispositivi di regolazione, lato ammissione della turbina) tali condizioni sono molto diverse. Nel secondo rapporto l'A. dimostra che dal 60 % all'85 % del calore viene ceduto all'acqua per irraggiamento ed indica taluni coefficienti ricavati teoricamente per caratterizzare il fenomeno. In parte si è già ottenuta la conferma sperimentale di questi coefficienti; le esperienze per uno studio completo sperimentale del problema sono ancora in corso. A questo proposito *Zeuner* ha fatto presente durante la discussione che nella centrale di Böhler è stato possibile aumentare da 80 a 145 tonn/ora la produzione di una caldaia di 1700 m² di superficie riscaldante, portando da 170 a 448 m² la superficie refrigerante della camera di combustione. Il rendimento è risultato contemporaneamente dell'84 %, le calorie sviluppate nella camera di combustione 278.000 per m³/ora. *Rauber* ha citato un nuovo tipo di caldaia per produzioni fino a 150 tonn/ora la cui superficie riscaldante è provvista di nervature saldate elettricamente: è stato con questo mezzo possibile ottenere produzioni specifiche di 100-150 kg/m².ora.

N. 84 - LE CALDAIE PER SERVIZI DI PUNTA E L'APPLICAZIONE DI ACCUMULATORI DI CALORE (*A. Spyer* - Inghilterra).

Studia in qual modo possano soddisfare al servizio di punta le centrali termoelettriche. Poichè coll'impiego di aria preriscaldata a 220° possono bruciarsi sulle griglie fino a 390 Kg/m².ora di carbone, non è necessario ricorrere nè al polverizzato con le complicazioni d'impianto che questo comporta nè ai combustibili liquidi per aumentare rapidamente la produzione di vapore. Viene esaminata anche la capacità di accumulazione delle caldaie e la possibilità di far funzionare transitoriamente come generatore di vapore anche il preriscaldatore dell'acqua di alimentazione, cosa questa che è stata tentata con successo in Inghilterra. Ciò permette in casi particolari di eliminare od almeno in parte ridurre l'installazione di appositi accumulatori di calore (sia del tipo Ruths che del tipo a pressione costante). Ricordiamo qui ancora il rapporto

N. 250 - CONTROLLO AUTOMATICO DEGLI IMPIANTI DI CALDAIE (*E. G. Bailey* - U. S. A.),

nel quale sono poste in rilievo le economie di carbone, di riparazioni e di mano d'opera e l'aumento di produzione che possono conseguirsi con l'uso di apparecchi automatici di controllo. L'A. espone anche le condizioni cui tali apparecchi devono soddisfare e si sofferma in modo particolare sui regolatori dell'alimentazione, i quali devono regolare la portata dell'acqua in relazione alla quantità di vapore prelevata e mantenere costante a tutti i carichi la quantità d'acqua in caldaia.

Citiamo pure un altro rapporto

N. 296 - COMBUSTIONE DI RESIDUI INDUSTRIALI ALLO STATO DI SOSPENSIONE (*L. K. Ramzin* - Russia).

in quanto si riferisce ad un caso particolare di combustione. L'A. è riuscito ad ottenere la combustione in sospensione e con discreto rendimento di residui di torba col 50 % di umidità, segatura di legno col 40 % di umidità, pula di riso ed altri cascami di lavorazioni agricole senza previa macinazione; condizione perchè ciò sia possibile è che almeno l'80 % dei granelli non abbia un diametro superiore a 3,2 mm di diametro.

E veniamo adesso al gruppo più importante di rapporti in quanto costituisce una rassegna delle posizioni oggi raggiunte

nei due paesi industrialmente più importanti, Stati Uniti e Germania, dalla tecnica della combustione. Facciamo subito un rilievo curioso. Era naturale credere che quei nuovi tipi di caldaie (Benson, Löffler e Schmidt) che rappresentano un netto distacco dalle forme tradizionali e sono oggi già in esperimento industriale, facessero la parte del leone, almeno nei rapporti tedeschi. Invece ad essi è stato appena accennato incidentalmente.

Ecco l'elenco dei rapporti in questione:

N. 4 - L'influenza del sistema di combustione sul costo di produzione del vapore (*F. Schulte* - Germania).

N. 14 - Le tendenze economiche nei progressi della tecnica della produzione di vapore in Germania (Focolari, caldaie, acqua di alimentazione (*P. Rosin, F. Marguerre, Dr. Splittberger* e *collaboratori* - Germania).

N. 245 - Progressi americani nella combustione del carbone nei focolari delle caldaie (*H. W. Brooks e collaboratori* - U. S. A.).

N. 252 - Caratteristiche tecniche ed economiche delle caldaie a vapore a forte produzione (*E. R. Fish* - U.S.A.).

N. 297 - I problemi più importanti nella combustione del polverizzato (*L. K. Ramzin* - Russia).

N. 373 - Tendenze di sviluppo delle moderne griglie ad alta produzione (*W. J. Erdös* - Ungheria).

In tutti questi rapporti trovansi descrizioni dettagliate di vari tipi di caldaie e sistemi di combustione oggi in uso come pure molti dati di costo e di consumo a seconda dei tipi di combustibile adoperati. Qui dobbiamo forzatamente limitarci ad una rassegna di carattere generale ed anche limitatamente a quanto può avere interesse per la nostra industria. Di pari passo con l'aumentare della potenza unitaria dei turbogeneratori è andata crescendo la produzione di vapore delle singole unità di caldaie, anzi si è andata accentuando la tendenza ad installare per ogni turbo una sola caldaia. Ciò è stato possibile in virtù della maggior sicurezza di esercizio che il complesso caldaia-surriscaldatore-economizzatore-preriscaldatore - preparazione dell'acqua di alimentazione - focolare con tutti i servizi accessori presenta oggi rispetto al passato. Il coefficiente di « disponibilità », come lo chiamano gli americani, di tutto il complesso suddetto può raggiungere il 90-93%. Si è così passati dalla produzione unitaria limite di 70.000 Kg/ora del 1920 ai 350.000 ed oltre attuali. Non si deve però credere che nella stessa proporzione sia andata aumentando la superficie di riscaldamento: in realtà da un lato il rendimento massimo di esercizio è passato dall'80 all'88 % (il rendimento *medio di esercizio* per tutte le centrali americane era del 73 % dieci anni fa e supera oggi l'80 %), dall'altro le quantità di calore trasmesse per m² e per ora sono passate da 27.000 circa a 70.000 calorie in cifra tonda, senza scapito eccessivo del rendimento a tale regime forzato. Altri caratteri delle caldaie moderne sono le maggiori pressioni del vapore, la semplificazione del cammino percorso dal fumo nell'interno delle caldaie, l'introduzione sempre più generale del raffreddamento delle pareti della camera di combustione, l'aumento della capacità di questa, il preriscaldamento dell'aria di combustione.

Quanto ai vari sistemi di combustione questi si polarizzano ormai, almeno per i combustibili solidi ordinari, intorno ai tre tipi fondamentali seguenti:

1) Combustibile polverizzato,
2) Griglie « underfeed »,
3) Griglie a catena.

È interessante una statistica riportata da *Brooks* relativa alle quantità di combustibili bruciati annualmente negli Stati Uniti nei vari tipi di focolare:

Carica a mano	275	milioni	di	tonn.	(62,5%	del	totale)
Griglie underfeed	100	»	»	»	(22,7%	»	»)
» a catena	40	»	»	»	(9,1%	»	»)
Polverizzato	25	»	»	»	(5,7%	»	»)

Come si vede quindi le caldaie a combustibile polverizzato negli S. U. non rappresentano, riferite alla produzione a vapore, che una piccola percentuale della produzione totale. In Germania tale percentuale è però alquanto superiore. Oggi si può affermare che la lotta tra griglia e polverizzato è cessata e che ciascun tipo di combustione ha il suo proprio campo di applicazione. Riferendosi alla qualità del combustibile può farsi grossolanamente la seguente classificazione:

Griglie underfeed : Carboni bituminosi con poche ceneri ad elevato punto di fusione.

Polverizzato : Combustibili scadenti con molte ceneri e forte tenore di umidità, ceneri a basso punto di fusione; recenmente però si sono fatte anche in questo campo favorevoli esperienze cogli *underfeed.*

Griglie a catena : Antracite, coke minuto, ligniti.

Il 60 % di tutte le caldaie (sempre riferito alla produzione di vapore) costruite negli ultimi anni negli Stati Uniti è provvisto di griglie meccaniche: può affermarsi che il terreno che la griglia meccanica ha perduto rispetto al polverizzato, essa ha guadagnato in confronto della carica a mano, che va sempre più scomparendo anche per azione legislativa: nella città di Chicago ad es. sono vietate caldaie con carica a mano aventi una produzione superiore a 75.000 calorie orarie.

Per le caldaie a fortissima produzione (oltre 180-225 mila kg di vapore orari) prevale ancora il polverizzato, sopratutto per le difficoltà di costruzione di griglie a grande superficie: a questo riguardo sono però stati fatti progressi formidabili perchè si sono costruite griglie del tipo underfeed di 6 m di lunghezza e della superficie di 65 m² sulle quali possono bruciarsi fino a 350 Kg di combustibile per m².ora, mentre le griglie a catena hanno già raggiunto superfici di 50 m² con un consumo orario di combustibile per m² pari a 150-200 Kg. Ciò che ha sopratutto permesso alle griglie meccaniche di far fronte al polverizzato è stata l'introduzione del tiraggio forzato a zone, la conformazione costruttiva che rende possibile la combustione di diverse qualità di combustibili sulla stessa griglia ed il riconoscimento dell'importanza che ha la capacità della camera di combustione. A questo riguardo le griglie trovansi in condizioni molto più favorevoli del polverizzato perchè per le prime la quantità di calore in essa sviluppato per m³ può portarsi fino a 450.000-540.000 cal/m³.ora, per il secondo non deve superare 270.000-320.000 cal/m³.cra. Il problema della separazione delle ceneri dai gas combusti non può ancora considerarsi risolto soddisfacentemente, particolarmente per il polverizzato. Viceversa per questo non esiste limite superiore alla temperatura dell'aria di combustione (si sono già superati i 300°), mentre tale limite per le griglie è attualmente di 180-200°.

Quanto alle tendenze prevalenti per i vari sistemi di combustione queste possono sintetizzarsi come segue.

Polverizzato : Prevalenza della polverizzazione centralizzata (qui però i costruttori europei sono di opinione contraria). Riduzione del costo d'impianto per kg di vapore. Bruciatori orizzontali a turbolenza. Rimozione intermittente delle ceneri per via umida.

Griglie meccaniche : Migliore coordinazione e proporzionamento tra griglia, caldaia, economizzatore e preriscaldatore. Applicazione di voltine ad ambedue le estremità della griglia per assicurare la combustione completa dei gas. Uso di frantoi per le ceneri a denti più larghi e profondi, particolarmente per le griglie maggiori. Controllo più perfetto della distribuzione del combustibile sulla griglia e dell'aria soffiata.

M.

PROBLEMI TECNICI ED ECONOMICI INERENTI ALLA UTILIZZAZIONE DELL'ENERGIA IDRICA.

(Sezione 13ª)

L'utilizzazione delle risorse idriche per produzione di energia elettrica ha assunto, nell'ultimo decennio specialmente, uno sviluppo notevolissimo anche nei paesi più ricchi di combustibili.

Oggi, però, la situazione economica delle utilizzazioni idroelettriche, come è noto, comincia a risentire in misura sensibile la concorrenza degli impianti termoelettrici, grazie sopratutto ai grandi progressi realizzati durante gli ultimi anni nel campo della termotecnica.

È quindi necessario trarre il massimo profitto possibile dalla esperienza delle costruzioni sinora eseguite, a vantaggio delle nuove, allo scopo di poter utilizzare nel modo più completo e razionale le risorse idriche disponibili nei diversi paesi, senza esorbitare da quei limiti di convenienza economica che sono precisamente, imposti, oltre che dalle ordinarie condizioni di tornaconto industriale, anche dall'accennata concorrenza.

L'attuale situazione economica delle utilizzazioni idroelettriche considerata nei suoi vari aspetti; i più moderni metodi di studio e di costruzione degli impianti idroelettrici e i più recenti progressi realizzati nella costruzione dei motori primi idraulici formano, insieme con alcuni altri problemi tecnici di carattere particolare, i principali argomenti delle tredici relazioni appartenenti alla sezione sopra citata.

Nelle righe che seguono riassumiamo brevemente ciascuno di questi interessanti rapporti.

1°) New Developments in regard to Economy, Utilization and Extension of Water Power, Water Turbines and Pumps (*B. E. White* - S. U. A.).

Questo rapporto si occupa delle questioni economiche di maggiore attualità inerenti alla utilizzazione delle risorse idriche.

Premesse alcune considerazioni sullo sviluppo degli impianti idroelettrici, l'A. ne stabilisce una classificazione schematica in base alle loro caratteristiche idrologiche e alla natura e capacità delle eventuali opere di accumulazione.

In seguito egli analizza l'influenza di diversi fattori — come la natura e le caratteristiche del corso d'acqua utilizzabile, i caratteri e l'andamento della richiesta d'energia, i rendimenti e la suddivisione della potenza dei generatori, la riduzione dello spazio specifico occupato (per unità di potenza), il collegamento di diversi impianti di produzione ad estese reti di distribuzione ecc. - sull'economia delle utilizzazioni idroelettriche.

Nel compiere questa analisi l'A. si riferisce specialmente alla nuova situazione determinata dalla concorrenza degli impianti termoelettrici e dimostra come gli impianti idroelettrici provvisti di capacità di invaso anche relativamente piccole possano sostenere bene la suddetta concorrenza, quando siano suscettibili di un funzionamento sufficientemente « elastico ».

L'A. accenna sommariamente anche ai principali criterî e ai provvedimenti costruttivi che la moderna tecnica degli impianti idroelettrici suggerisce allo scopo di migliorare i rendimenti di tali impianti riducendo contemporaneamente il costo di produzione dell'energia. A tale proposito trovano particolare menzione anche le ricerche sperimentali sui modelli delle divisate opere idrauliche.

La relazione si chiude con un interessante esempio nel quale vengono esaminati e discussi i vantaggi rispettivi di diversi progetti di utilizzazione relativi ad uno stesso corso d'acqua (derivazione diretta, derivazione con serbatoi di diversa capacità, derivazione con accumulazione idraulica).

2°) Recent Trends in Water Power Development in Canadà (*T. H. Hogg* - Canadà).

Questo rapporto si occupa essenzialmente dello sviluppo delle utilizzazioni idroelettriche nel Canadà e passa in rassegna le nuove tendenze ed i più moderni metodi costruttivi adottati dai tecnici e costruttori di quel paese; tendenze e metodi che coincidono, del resto, con quelli già seguiti anche in altri paesi pure assai progrediti nelle costruzioni idroelettriche.

La potenza totale delle turbine idrauliche istallate nel Canadà è aumentata, tra il 1923 e il 1928 da 3,2 a 5,3 milioni di HP. Alla fine del 1928, inoltre, si trovavano in corso di installazione altre turbine per una potenza complessiva di oltre 1 milione di HP. La richiesta ognor crescente di energia ha mano a mano richiamata l'attenzione delle imprese idroelettriche sopra lo sfruttamento di quelle risorse, più lontane dai centri principali di consumo, la cui utilizzazione riesce più difficile e costosa. Perciò, cura principale dei tecnici è ormai quella di semplificare al massimo possibile gli impianti di utilizzazione, sia idraulici che elettrici, allo scopo, già prima accennato, di mantenere le spese di costruzione e d'esercizio entro i limiti di tornaconto economico che vengono specialmente imposti dalla odierna concorrenza dell'energia termica.

Nei moderni impianti si tende a ridurre al minimo possibile il numero dei gruppi generatori (1) compatibilmente, s'intende, con le caratteristiche idrologiche del corso d'acqua utilizzato, con le esigenze del servizio richiesto e con le caratteristiche delle turbine adottate.

In molti impianti di piccola e di media potenza è stata installata una sola unità; e si sono ottenuti risultati molto soddisfacenti anche nel caso di turbine Propeller con distributore a palette fisse.

Recentemente hanno avuto un grande sviluppo anche gli impianti a funzionamento automatico o comandati a distanza. Però, nel progetto di tali impianti si è ancora ben lungi da quell'uniformità di criterî e di sistemi che è stata invece raggiunta da luogo tempo per gli impianti ordinarî.

Con lo sviluppo degli impianti automatici si è diffusa anche l'adozione dei regolatori a comando elettrodinamico, i quali sono ormai così perfezionati che trovano un impiego sempre più largo anche nelle centrali non automatiche.

Notevole è pure la tendenza a semplificare il più possibile gli impianti elettrici delle centrali e delle annesse sottostazioni di trasformazione. Queste ultime sono generalmente del tipo all'aperto.

Per quanto concerne i trasformatori, viene data la preferenza a quelli con raffreddamento ad aria i quali hanno dato risultati più soddisfacenti di quelli a circolazione d'acqua, specialmente nelle regioni fredde.

Ad illustrazione delle considerazioni sopra esposte, l'A. riporta la descrizione di alcuni recenti impianti canadesi, con particolare riguardo ai particolari costruttivi di due dighe in terra e ai più moderni dispositivi di scarico e di protezione contro il gelo. La relazione contiene pure alcune brevi descrizioni di pozzi piezometrici, gallerie in pressione e sifoni autolivellatori.

(1) Notiamo incidentalmente che in Italia questa tendenza si è delineata già da diversi anni, in seguito, sopratutto, al notevole e rapidissimo sviluppo che hanno assunto da noi le grandi linee interregionali di trasporto e di collegamento.

3°) In Italien angewandte Methoden zur Bewertung der Wasserkräfte.
(*Servizio Idrografico Italiano*).

Il Servizio idrografico italiano espone in questo rapporto i metodi di indagine seguiti per la valutazione delle risorse idriche disponibili e ancora utilizzabili in Italia.

Tali metodi, essenzialmente grafici, sono stati proposti dal prof. Giulio De Marchi nell'intento di poter dedurre rapidamente e con la massima uniformità possibile di criterî, dai dati idrologici fondamentali relativi ai bacini presi in esame, le caratteristiche principali delle utilizzazioni idroelettriche, con o senza serbatoi, realizzabili nelle diverse situazioni considerate.

La maggior parte dei metodi di calcolo accennati nel rapporto in oggetto è già stata esposta in una interessante introduzione del prof. De Marchi stesso, annessa ai primi volumi della pubblicazione n. 12 del Servizio idrografico (1).

Nel presente rapporto è riportato in più un interessante esempio di applicazione dei metodi sopra accennati alla determinazione delle caratteristiche di un sistema di impianti in cascata, regolati da un unico serbatoio posto in testa alla 1ª derivazione.

4°) A quantitative Method of Comparing the Universal Characteristics of Hydraulic Turbines (*Ing. G. Gorbunoff* - Russia).

L'autore di questo rapporto espone un metodo grafico per la scelta delle caratteristiche più convenienti delle turbine idrauliche da adottarsi in un impianto idroelettrico di condizioni note.

Partendo dalla considerazione della durata (o della frequenza relativa) dei diversi regimi possibili di una data installazione e tenendo conto delle caratteristiche di ciascuna delle sue unità, si possono tracciare, in un diagramma avente per ascisse ed ordinate rispettivamente i valori delle potenze e dei salti utili, le curve di eguale frequenza relativa per le diverse combinazioni possibili.

Sullo stesso diagramma si possono tracciare in seguito le curve di ugual rendimento per turbine aventi caratteristiche diverse fra loro; e dal diagramma risultante dedurre quale è il tipo di turbina meglio appropriato alle particolarità dell'impianto considerato.

Lo stesso diagramma si presta ad una valutazione molto semplice della quantità totale di energia producibile annualmente mediante l'installazione di un determinato tipo di turbina e perciò consente anche degli interessanti confronti fra i diversi casi presi in esame.

Per facilitare il confronto quantitativo delle caratteristiche universali di diversi tipi di turbine, l'A. introduce un termine nuovo: *il coefficiente di forma* di una caratteristica universale. Questo coefficiente sarebbe dato dal rapporto fra il rendimento medio e il rendimento massimo della turbina.

Il metodo proposto dall'A. non è privo di interesse e può tornare specialmente utile nel progetto di un impianto idroelettrico a bassa caduta.

5°) Technisch wirtschaftliche Fortschritte auf dem Gebiete der Wasserkraftanlagen in der Schweiz (*Prof. Meyer-Peter, Prof. Dubs e collaboratori* - Svizzera).

Questo rapporto costituisce una interessante rassegna dei più recenti progressi realizzati nel campo delle costruzioni idroelettriche nella Svizzera.

La relazione si divide in tre parti:

A) *Novità ed esperienze caratteristiche nelle costruzioni idroelettriche svizzere.*

I. – *Impianti a bassa caduta.*

I più recenti sbarramenti (mobili) svizzeri denotano una spiccata tendenza ad adottare luci di ritenuta sempre più ampie. La costruzione delle paratoie in due ordini sovrapposti ha dato ottimi risultati e sarà certamente conservata anche nei

(1) Vedi in proposito anche: *L'Energia Elettrica*, 1928-1929.

futuri impianti. Sono stati raccolti numerosi e interessanti risultati d'esperienza a proposito dei fenomeni di erosione a valle delle dighe e dei mezzi di protezione meglio appropriati ai diversi casi.

I depositi di limo, sabbia e ghiaia a monte delle traverse di sbarramento, negli impianti fluviali, non sono in generale preoccupanti e per la loro evacuazione sono sufficienti delle periodiche cacciate d'acqua.

L'esperienza fatta durante l'inverno 1928-29 ha dimostrato che i disturbi provocati dall'accumulazione del ghiaccio sono stati minori nel caso degli impianti ove si era favorita la formazione di uno strato regolare di ghiaccio alla superficie dell'acqua accumulata.

Per ciò che concerne le centrali di produzione, il rapporto illustra i più moderni tipi di costruzione adottati per lo sfruttamento razionale delle piccole cadute e mostra quali sono i particolari ai quali si deve attribuire la massima importanza.

Segue la descrizione delle turbine ad elica della Centrale di Beznau le quali sono caratterizzate da una corona distributrice pressochè assiale con palette regolabili per rotazione. Tale disposizione permette di ridurre sensibilmente le dimensioni dell'installazione (e sopratutto della camera di immissione) pur mantenendo un rendimento sufficientemente elevato per la turbina.

II. – *Impianti ad alta caduta.*

La questione del calcolo e del dimensionamento delle dighe a gravità può essere considerato come risolto anche per riguardo alle sottopressioni verticali, le quali vengono messe generalmente in conto, assumendo per il coefficiente m valori variabili da 0,8 a 0,5.

Per il calcolo delle dighe a volta vengono pure seguiti dei metodi approssimativi sufficientemente attendibili. Il rapporto accenna anche alla questione della fessurazione delle dighe. Il consolidamento della roccia di fondazione mediante accurate iniezioni di cemento è diventato ormai un provvedimento indispensabile.

Ad altitudini superiori ai 2000 m acquista particolare importanza l'azione deleteria del gelo sulle masse di calcestruzzo delle dighe. Ivi, un intonaco di cemento, sia retinato che lisciato non è assolutamente in grado di proteggere la massa muraria. Il relatore è del parere che in tal caso sia necessario ricorrere ad un accuratissimo rivestimento dei paramenti mediante conci artificiali o di granito bene fugati (1).

Il rapporto accenna anche all'impiego sempre più vasto che hanno trovato in questi ultimi anni due tipi di dissabbiatori assai noti: il « Dufour » e il « Büchi »; e ne riporta una descrizione sommaria, mettendo in evidenza le rispettive caratteristiche di costruzione e di funzionamento.

Per ciò che concerne le gallerie di derivazione d'acqua, il rapporto tratta successivamente: del modo di ridurre le perdite di carico localizzate all'imbocco; della forma migliore da assegnare alle gallerie sotto pressione; dei rivestimenti che hanno dato i risultati più soddisfacenti e, infine, delle velocità comunemente adottate in Svizzera. Accanto a queste ultime sono riportati anche i valori delle perdite di carico misurate in alcune gallerie sotto pressione.

Seguono poi alcuni cenni sulla costruzione dei pozzi piezometrici, sulle condotte forzate e sui pozzi blindati. A proposito delle condotte vengono riportati anche i risultati di alcune misure eseguite, per la determinazione delle perdite di carico, negli impianti del Barberine e del Wäggital.

L'ultimo paragrafo di questa parte del rapporto è dedicato alle centrali ad alta caduta.

Anche in Svizzera, è ormai generale la tendenza a ridurre al minimo possibile il numero delle unità installate; allo scopo inoltre di migliorare il rendimento degli impianti, si tende a ridurre o a sopprimere anche le biforcazioni delle condotte forzate, le quali sono sempre di difficile esecuzione e danno luogo a perdite localizzate spesso notevoli.

Il rapporto descrive anche una combinazione particolarmente interessante, di una turbina Francis e di una ruota Pelton, quale è stata adottata per conseguire il migliore rendimento possibile in una utilizzazione idroelettrica svizzera.

B) *Laghi serbatoi.*

In questi ultimi anni ha acquistato importanza notevole la regolazione dei laghi naturali al duplice scopo della ritenuta delle piene e della produzione di energia elettrica.

Il rapporto espone due metodi di indagine che permettono di predeterminare in modo rapido e abbastanza attendibile il regime più conveniente di sfruttamento di un lago, al duplice scopo anzidetto.

(1) Notiamo, incidentalmente, che in una diga italiana posta a quota superiore ai 2000 m il rivestimento di granito del paramento a monte non ha dato risultati molto soddisfacenti.

C) *Esperienze.*

Quest'ultima parte del rapporto descrive sommariamente il laboratorio di idraulica della Scuola Tecnica Superiore di Zurigo, inaugurato alla fine dello scorso anno.

6°) Construction Methods on Conowingo Development (*W. L. Locke* - S.U.A.).

L'impianto di Conowingo è una delle più grandiose costruzioni del mondo.

Il livello normale del fiume Susquehama viene elevato di 24 m circa mediante una diga della lunghezza di 1,4 km, la quale ha richiesto ben 330.000 m³ di calcestruzzo. La centrale è disposta subito a valle dello sbarramento e contiene 7 unità da 54000 HP ciascuna.

Premesse alcune notizie generali sull'impianto l'A. sviluppa in modo particolare i seguenti punti:

1. - Organizzazione dei lavori e cantieri.
2. - Controllo dell'andamento dei lavori sulla scorta di appositi diagrammi di avanzamento precedentemente stabiliti.
3. - Deviazione del fiume e servizio idraulico.
4. - Esperienze e ricerche.
5. - Problema dei trasporti.
6. - Provvedimenti speciali.

7°) Die Absenkung des Gosausees ecc. (*V. Nietsch* - Austria).

L'A. descrive particolareggiatamente una speciale installazione galleggiante di pompe destinata ad abbassare il livello del lago Gosau di 40 m al di sotto della presa normale.

L'installazione in oggetto comprende due pompe, ciascuna delle quali immette l'acqua in una condotta composta di elementi di acciaio alternativamente rigidi e flessibili, e sboccante nella presa d'acqua. All'inizio dello svuotamento la doppia tubazione è sostenuta da una serie di galleggianti i quali, a mano a mano che il livello dell'acqua si abbassa, vengono ad adagiarsi sulle sponde del lago.

L'acqua derivata viene utilizzata in due impianti idroelettrici successivi sotto un salto complessivo di 225 m. L'A. riporta anche i calcoli idrologici in base ai quali è stata fissata la profondità dello svaso.

8°) Die neuesten und wichtigsten Turbinen - und Pumpenanlagen in Italien (I più recenti ed importanti impianti italiani di turbine e di pompe) (*Ing. G. Ucelli* - Italia).

Premesse alcune notizie generali sulla produzione italiana delle turbine idrauliche, con riferimento speciale alle condizioni caratteristiche dei nostri impianti idroelettrici e alle esigenze costruttive conseguenti, l'A. passa in rassegna successivamente i seguenti argomenti, mettendo in particolare rilievo i più notevoli progressi realizzati in questo campo dai nostri costruttori:

I. - *Turbine a reazione per basse cadute.*

I più recenti impianti italiani a bassa caduta sono stati provvisti in gran parte di turbine Kaplan o ad elica. Fra queste ultime è degna di nota una turbina studiata dall'Ing. Ratti nel 1925, caratterizzata da un numero di giri specifici $n_s=600$ e da un rendimento dell'88 %. Fra gli impianti in parola è notevole quello di Mori, sull'Adige, nel quale sono stati installati 4 gruppi da 6000 HP ciascuno con una portata di 50 mc/sec. ed un salto di 10 m. Numerosi sono anche gli impianti, di piccola e di media potenza, nei quali è stata effettuata o prevista la sostituzione di vecchie turbine con altre dei tipi sopra menzionati.

II. - *Turbine a reazione, in camera forzata, per medie cadute.*

Fra le installazioni di questa categoria sono specialmente notevoli quella di Galleto, con un salto di 197 m e tre unità da 50.000 HP ciascuna e quella dell'Isarco con un salto di 150 m e cinque gruppi da 45.000 HP.

Quest'ultimo impianto è, a tutt'oggi, il più potente d'Europa.

III. – *Ruote Pelton per alte cadute.*

Anche in questo campo i costruttori italiani hanno realizzato notevoli progressi, grazie alle numerose ed accurate ricerche sperimentali compiute su modelli in grande e in piccola scala, specialmente nel laboratorio della ditta Riva.

Fra i più recenti impianti ad alta caduta, provvisti di ruote Pelton di grande potenza, sono particolarmente degni di men-

zione: quello del Ponale (con unità da 45.000 HP e da 30.000 HP) quello della Sila (con unità da 40.000 HP) e quello di Mese (con gruppi da 35.000 HP).

I rendimenti conseguiti superano spesso il 90 % anche nel caso di turbine a grande velocità, aventi il maggior rapporto fra il diametro dell'ugello e quello della ruota.

IV. – *Cavitazione.*

L'A. accenna per sommi capi ai fenomeni di cavitazione riscontrati in varie turbine a reazione di tipo veloce e in alcune ruote Pelton, e indica i provvedimenti presi nei singoli casi per ovviare agli inconvenienti lamentati.

V. – *Regolazione delle turbine ed impianti automatici.*

Il rapporto si occupa particolarmente dei regolatori, a servomotore idrodinamico (a pressione d'olio) e di tutti i dispositivi di comando e di controllo per le centrali automatiche o semi automatiche brevettati e costruiti dalla ditta Riva-Calzoni.

VI. – *Pompe Centrifughe.*

Il maggior campo d'applicazione delle pompe centrifughe, in Italia, è quello delle bonifiche, per le quali vengono adottate unità capaci di sollevare sino a 8-10 mc/sec.

Gli impianti di accumulazione idraulica per produzione d'energia elettrica non hanno avuto che uno sviluppo limitatissimo.

Notevole invece è l'impiego crescente delle pompe centrifughe per i servizi più disparati (irrigazione, provvista d'acqua per città, paesi e ville, ecc.), in relazione sopratutto allo sviluppo agricolo del nostro Paese.

Il rapporto descrive alcuni tipi di pompe centrifughe adibite ai diversi usi sopra accennati, con particolare riguardo, però, alle pompe costruite dalla ditta Riva.

9º) Turbine mit festen Leit-und beweglichen Laufschaufeln (*Prof. Thomann* - Austria).

Le turbine a reazione sistema Francis o ad elica sono generalmente munite di un distributore a palette mobili e di una ruota a palette fisse; la turbina Kaplan, invece, è munita di palette mobili sia nel distributore che nella ruota.

L'A. rileva che dall'esame dei risultati di varie prove eseguite su turbine Kaplan, per la determinazione del rendimento in corrispondenza di tutte le possibili combinazioni d'apertura delle palette direttrici, è emerso che la curva di rendimento di una turbina a palette direttrici fisse e a palette motrici mobili, non sarebbe meno favorevole di quella di una buona turbina Francis. Una turbina di questo tipo che, a carico parziale ha un rendimento minore di una turbina Kaplan, presenta, in casi determinati, dei vantaggi costruttivi.

10) Leitapparat mit durchschwenkbaren Schaufeln (*K. Lindner* - Austria).

Per fermare in tempo utile le turbine di grande potenza è generalmente necessario ricorrere ad un freno speciale; ma ciò corrisponde ad una spesa supplementare sensibile sia per gli organi del freno che per l'eventuale prolungamento dell'albero.

È possibile ottenere il medesimo effetto costruendo il distributore della turbina con delle palette corte suscettibili di essere girate oltre la posizione normale di chiusura, in modo da invertire il senso di rotazione della corrente d'acqua affluente.

Accurate prove avrebbero dimostrato che, nel campo dei carichi normali, il rendimento di una turbina di questo tipo non sarebbe meno favorevole di quello conseguibile con una turbina provvista di un distributore comune.

L'A. afferma pure che la costruzione da lui descritta è superiore per ogni riguardo a quelle usuali.

11) Die Wasserführung vor der Turbine bis an den Leitapparat (*Ing. H. Sörbye* - Norvegia).

La notevole importanza che la disposizione delle biforcazioni d'estremità delle condotte forzate può assumere agli effetti del rendimento e della conservazione delle turbine Pelton è messa in evidenza da una quantità di fenomeni sui quali l'esperienza degli ultimi anni ha richiamato l'attenzione dei costruttori e dei tecnici delle imprese idroelettriche (1).

(1) Un interessante studio, su questo argomento è stato pubblicato nel fascicolo di Novembre 1928, de *L'Energia Elettrica*.

L'A. del presente rapporto indica quali sono i principali provvedimenti che la moderna tecnica suggerisce, allo scopo di evitare che, nel passaggio dalla condotta all'ugello della turbina, la corrente assuma un moto agitato o comunque perturbato da movimenti secondari di rotazione.

In molti casi si sono ottenuti dei notevoli miglioramenti di rendimento modificando opportunamente delle condotte di ripartizione sfavorevolmente disposte.

12) Untersuchung über Wasser-und Geschiebebewegung bei freien Werkseinfangen (*Prof. F. Schaffernak* - Austria).

L'A. riporta i risultati di una serie di esperienze eseguite su alcuni modelli di opere libere di derivazione (costituite da una bocca di presa praticata in fregio ad un corso d'acqua non rigurgitato) allo scopo di determinare le condizioni di deflusso dell'acqua attraverso la sezione di imbocco e l'azione di trascinamento della corrente derivata, sul materiale sciolto del greto.

Le linee di corrente osservate corrispondono con sufficiente approssimazione a quelle che si ottengono per via di calcolo in base alla teoria del potenziale (per correnti piane).

Per ciò che concerne il trasporto della sabbia e del pietrisco, si sono riscontrate le migliori condizioni, come era da attendersi, nel caso di luci protette da una soglia sopraelevata sul fondo del corso d'acqua. Però anche in questi casi appare inevitabile, presto o tardi, l'entrata del materiale detritico nel canale, causa la progressiva sopraelevazione dell'alveo davanti alla bocca di presa.

E perciò l'A. ritiene che nel caso di opere libere di presa sia opportuno prevedere sin da principio la predisposizione di apposite macchine escavatrici che permettano di mantenere pulita la soglia di presa.

13º) Die Eisverhältnisse in profilgeregelten Gewässern (*Eckwall* - Svezia).

Basandosi sui risultati di alcune osservazioni fatte a Göla älo e a Urne älo, l'A. di questo rapporto discute l'influenza del profilo di un corso d'acqua regolare (o artificiale) sulla formazione del ghiaccio, ricercando le condizioni che impediscono la formazione di ghiacci galleggianti, favorendo invece la formazione di una crosta uniforme fissata alle sponde del corso d'acqua.

***

Gli argomenti trattati dai rapporti sopra accennati hanno formato l'oggetto di una lunga discussione alla quale hanno partecipato, fra gli altri, il prof. *Ludin*, il ptof. *Schaffernak* e l'ing. *Laurent*.

Il prof. *Ludin* si è occupato sopratutto della questione delle erosioni a valle delle dighe e del modo di ovviarvi ed ha accennato anche ad alcuni problemi inerenti al calcolo e alla costruzione delle dighe di ritenuta.

Il prof. *Schaffernak*, dopo aver richiamata l'importanza e l'utilità delle ricerche sperimentali sui modelli, specialmente per lo studio dei principali particolari costruttivi degli impianti idroelettrici, ha proposto che il Comitato della IIª Conferenza mondiale dell'energia provveda a creare un organo internazionale il quale faciliti la raccolta e lo scambio dei risultati delle esperienze che vengono eseguite in tutti i paesi del mondo.

L'ing. *Laurent* ha rilevato l'importanza che si deve attribuire nella pratica, non solo al raggiungimento di un buon rendimento iniziale, ma anche e sopratutto alla conservazione di un rendimento favorevole anche durante l'esercizio. Egli ha accennato, a questo proposito, al controllo esercitato, nel senso anzidetto dalla « Société Hydrotechnique de France »; controllo che permette di guadagnare annualmente, mediante il miglioramento o la riparazione in tempo debito delle turbine aventi un'efficienza ridotta, una potenza di circa 180.000 HP.

A. T.

DIGHE DI RITENUTA.

(Sezione 14ª)

Questa sezione comprende tre relazioni soltanto le quali si occupano della stabilità e del calcolo delle dighe di ritenuta e dello scarico delle acque di piena.

Riassumiamo brevemente i tre rapporti:

1º) Auftrieb und Unterdruck in Staumauern (*Prof. Dott. P. Fillunger* - Austria).

L'A. richiama brevemente una sua teoria sull'azione statica dell'acqua di permeazione nei muri di ritenuta; teoria che si

basa sul concetto della porosità normale delle murature facendo astrazione dall'analisi teorica del problema idraulico delle permeazioni stesse e supponendo invece che sia nota a priori, ad es. in base a misure eseguite su dighe già costruite, la distribuzione della pressione idrostatica nei pori.

Il Prof. Fillunger scinde in due gruppi distinti le forze esercitate dall'acqua sulle pareti dei pori: il primo è dato dalle pressioni idrostatiche normali, il secondo dalle forze d'attrito che accompagnano il moto viscoso dell'acqua.

Egli non ammette giunti di separazione nella massa muraria, mentre ammette la possibile esistenza di un simile giunto fra la muratura e la roccia di fondazione, ove appunto potrebbero verificarsi le sottopressioni più sfavorevoli.

A conclusione della sua nota l'A. mette in rilievo la necessità di accurate ricerche sperimentali sulle dighe esistenti, intese a stabilire, con sufficiente attendibilità, i valori pratici della porosità volumetrica dei calcestruzzi e delle malte impiegate, nonchè a verificare se in corrispondenza del piano di fondazione delle dighe a gravità sussistono realmente fra la muratura e la roccia compatta delle zone aventi un grado di porosità particolarmente elevato. Sarebbe poi indispensabile che venissero eseguite esaurienti esperienze sulla distribuzione e la variazione della pressione idrostatica nell'interno delle dighe.

I risultati di tutte queste esperienze permetterebbero l'applicazione pratica al calcolo delle dighe dei concetti teorici che formano l'oggetto dei più recenti studi sulle permeazioni e le sottopressioni, nelle dighe a gravità, togliendo al calcolo stesso quelle incertezze che portano certamente ad ipotesi cautelative di grave peso per l'economia delle predette costruzioni.

2°) FUNDAMENTAL VIEWS IN THE ANALYSIS OF ARCH DAMS (*Dott. F. Vogt*- Norvegia).

L'A. fa una esposizione critica delle basi fondamentali del calcolo delle dighe a volta, discutendo brevemente le varie ipotesi semplificatrici che in tale calcolo si debbono ordinariamente introdurre per rendere possibile la risoluzione analitica — approssimativa — del problema. Riferendosi al concetto della funzione statica delle volte, le quali sono particolarmente atte a resistenre alle sollecitazioni di compressione, l'A. mette in rilievo l'opportunità che le dighe ad arco vengano dimensionate e costruite in modo da evitare o da ridurre al minimo possibile le sollecitazioni a tensione le quali tenderebbero a produrre nel corpo della diga delle fenditure che potrebbero pregiudicare la resistenza del calcestruzzo. Un punto al quale l'A. attribuisce — molto opportunamente — notevole importanza, è quello che concerne il sensibile aumento della resistenza del calcestruzzo col tempo di maturazione. Oltre a questa circostanza, il Dott. Vogt accenna anche al fatto, ben noto, che i requisiti di resistenza addimostrati dal calcestruzzo posto in opera nelle dighe sono in generale assai diversi e migliori di quelli rivelati dalle prove di laboratorio su campioni prelevati durante la confezione del conglomerato. Egli ritiene pertanto che nel calcolo delle dighe si dovrebbe tener conto preferibilmente dei primi risultati di prova anzichè degli ultimi ora menzionati.

L'A. esamina e discute inoltre le ipotesi correnti relative al comportamento delle fondazioni, ai fenomeni del ritiro e delle variazioni di volume (per imbibizione e disseccamento) del calcestruzzo e alle conseguenze delle variazioni di temperatura nel corpo delle dighe; date le enormi incertezze che involgono tali quesiti l'A. esprime il voto che vengano eseguite in tutte le dighe di recente costruzione numerose e diligenti misure intese a chiarire i fenomeni sopra accennati e a stabilire la loro reale influenza sul comportamento statico delle dighe in oggetto.

Infine l'A. discute i più moderni metodi di calcolo approssimativo stabilendo i limiti di validità delle più consuete semplificazioni che vengono introdotte in questi calcoli. Egli è inoltre del parere che sintanto che il problema statico delle dighe a volta non sia stato meglio approfondito per via sperimentale, qualunque ricerca di nuovi metodi di calcolo puramente matematici sia perfettamente inutile e senza scopo fondato.

Comunque, egli consiglia che le dighe ad arco vengano studiate e dimensionate in modo che, nel caso di serbatoio vuoto, la struttura sia soggetta a sforzi iniziali di compressione tali da poter in seguito controbilanciare le eventuali tensioni che si dovessero manifestare per effetto dei carichi e delle sollecitazioni secondarie con questi concomitanti nel senso più sfavorevole.

Circa la costruzione delle dighe ad arco, l'A. è un sostenitore del tipo ad archi sovrapposti — separati da giunti orizzontali — e aventi raggio di curvatura variabile dalla chiave alle imposte.

3°) MODELLVERSUCHE UBER EINRICHTUNGEN ZUR REGULIERUNG DES ÜBERFALLS ÜND BEWALTIGUNG DER HOCHWÄSSER BEI TALSPERREN (*Prof. A. Smrček* - Cecoslovacchia).

Premesse alcune considerazioni generali sulla importanza delle opere di scarico dei serbatoi, (siano superficiali che profonde), qualunque sia lo scopo dei serbatoi stessi, e accennate le difficoltà pratiche che si oppongono ad un calcolo preciso della loro capacità di smaltimento, nonchè alla esatta previsione dei fenomeni secondari ai quali possono dare origine certe disposizioni costruttive imposte dalle particolari condizioni locali, l'A. mette in evidenza l'utilità pratica delle ricerche sperimentali di laboratorio su modelli in scala ridotta; ricerche che, grazie sopratutto ai notevoli progressi della moderna idraulica sperimentale, sono ormai in grado di dare risultati attendibilissimi e permettono di individuare in ogni caso la risoluzione più razionale ed economica del problema costruttivo che si affronta.

Sulla scorta dei risultati di esperienze di recente raccolti e pubblicati dall'ing. Freeman (*Die Wasserlaboratorien Europas*) e valendosi inoltre di esperienze direttamente eseguite, l'A. espone in seguito una serie di osservazioni sperimentali relative ad alcuni casi particolarmente interessanti, di opere di scarico dei diversi tipi ordinariamente adottati (gallerie di scarico profondo, sfioratori con canali di scarico e sifoni autolivellatori) mettendo in evidenza da un lato, alcuni errori commessi nei progetti originali e le relative conseguenze e, dall'altro, le modifiche suggerite dalle esperienze su modelli in scala ridotta.

La relazione dell'Ing. Smrcek presenta un alto interesse tecnico; però non è molto completa nella esposizione dei risultati delle esperienze. Questi sono per altro meglio rilevabili in gran parte dalla pubblicazione sopra accennata del Freeman.

Plausibile è la proposta che l'A. avanza circa un più largo ricorso alle prove di laboratorio e alla diffusa pubblicazione dei risultati sperimentali ottenuti nei diversi Paesi.

***

Nella seduta della 14ª sezione, che ha avuto luogo il 21 giugno u. s. sono stati discussi principalmente i seguenti quesiti:

1. - Quali sono le misure e le osservazioni che si dovrebbero effettuare durante e dopo la costruzione delle dighe, allo scopo di perfezionare le nostre conoscenze in merito al comportamento statico di queste?

2. - E fino a qual punto si possono sostituire tali osservazioni e misure con ricerche sperimentali di laboratorio?

3. - Esistono strumenti atti ad eseguire tutti i rilievi e le misure necessarie?

Una risposta molto esauriente a queste domande è stata data dal prof. *E. Probst*, il quale ha anche pubblicato di recente, un interessante articolo sulla moderna tecnica costruttiva delle dighe di ritenuta (1).

Altri quesiti di carattere tecnico-costruttivo di grande attualità sono stati pure discussi o accennati dal prof. *Heiser*, dall'ing. *Gruner* e dal dott. ing. *Kelen*.

Il prof. *Heiser* e l'ing. *Gruner* si sono occupati specialmente della questione dei giunti di dilatazione nelle dighe a gravità. Il primo si è pronunciato favorevolmente alla disposizione planimetrica rettilinea e l'ing. *Gruner* ha affermato che i giunti di contrazione dovrebbero essere richiusi solo quando fosse raggiunta una temperatura corrispondente alla media annua normale. Lo stesso ingegnere ha parlato anche delle deformazioni rilevate in alcune dighe svizzere.

Il dott. ing. *Kelen* ha sostenuto l'opportunità di usare per la costruzione delle grandi dighe, il calcestruzzo plastico in luogo di quello colato.

Le conclusioni più notevoli della discussione accennata si possono riassumere nel voto finale formulato dalla Presidenza della Sezione, che vengano cioè promosse o intensificate in tutti i paesi, accurate e sistematiche ricerche sulle dighe esistenti e in costruzione e che i risultati di questi rilievi, insieme con quelli di eventuali esperienze di laboratorio, siano pubblicati e portati a conoscenza dei tecnici di tutto il mondo, eventualmente per il tramite di un organo internazionale apposito.

A. T.

(1) Vedi anche *L'Energia Elettrica*, 1930, fasc. VII.

Avv. Prof. Annibale Gilardoni

La legge inglese sui serbatoi d'acqua

(Act of reservoirs 1930)

In questa *Rivista* (Anno 1927 pag. 569) è stato riprodotto l'*Electricity Act* dell'anno 1926 il quale introdusse nel diritto inglese, tradizionalmente ultra liberista anche in materia di attività economica, il principio dell'intervento dello Stato, tanto dal punto di vista tecnico, che dal punto di vista industriale nell'esercizio della produzione di energia elettrica. Si sa che la legge inglese dell'anno 1926 ebbe una applicazione assai limitata, tanto da attenuare grandemente, se non proprio da annullare, il suo fondamento pratico.

Oggi una nuova disciplina è stata introdotta nel diritto dell'Inghilterra e dell'Irlanda (esclusa l'Irlanda settentrionale, per le note ragioni di autonomia costituzionale), attinente anche l'industria elettrica, e più propriamente riguardante la costruzione di serbatoi e laghi artificiali aventi qualunque destinazione (potabile, irriguo, regolazione), compresa quella della produzione di energia elettrica a scopo industriale.

La nuova legge ha finalità di polizia o di sicurezza pubblica; il progetto era infatti intitolato «per la legge diretta ad imporre, nell'interesse della sicurezza, le precauzioni che debbono essere osservate nella costruzione, modificazione e nell'uso dei serbatoi, e per modificare la legge per l'emenda dei danni e delle molestie causati dalla fuoruscita delle acque dai serbatoi». (*Act to impose in the interests of safety, precautions to be observed in the construction, alteration and use of the reservoirs, and to amend the law with respect liability for damage and injury caused by the escape of water from reservoirs*).

Lo scopo della legge fu in questi termini chiaramente rilevato dal proponente primo Ministro Baldwin e confermato in seguito dal successore Macdonald alla Camera dei Lord.

Non si tratta di regolare legislativamente una materia lasciata alla libera attività privata, ma solo di attuare uno scopo di prevenzione. Nel 1925 erano avvenuti in Inghilterra due disastri per rottura di dighe apposte a serbatoi artificiali, l'una nel Cornawonshire, l'altra in Iscozia; il legislatore volle allora istituire un sistema di norme preventive atte ad assicurare la regolarità della costruzione dei serbatoi e delle relative dighe e dall'altro a garantire il risarcimento dei danni in caso di rottura.

Dopo i due accennati disastri, come avviene spesso in Inghilterra, erasi proceduto ad una inchiesta, che concluse alla evidente lacuna della legge, la quale non solo aveva omesso di regolare con particolari norme le costruzioni speciali come i serbatoi di acqua, ma precludeva anche ogni possibilità di indagine o di ispezione preventiva e impediva anche il risarcimento dei danni derivanti dalla rottura o comunque dalla infiltrazione di acque dalla diga o dal serbatoio, salvi i casi, in pratica difficili, nei quali gli interessati avessero potuto provare la colpa tecnica del costruttore, come determinante esclusiva del disastro.

Dopo le conclusioni dell'inchiesta il Ministero Baldwin presentò nel 1928 l'apposito disegno di legge rispettivamente alla Camera dei Comuni e a quella dei Lord, secondo la loro competenza.

I principî essenziali della legge inglese sui serbatoi possono ridursi a cinque: *a*) obbligo di progettazione e direzione dei lavori di costruzione dei serbatoi a cura e responsabilità di ingegneri specializzati, iscritti in albi speciali; *b*) esercizio dei serbatoi con l'obbligo di ispezioni periodiche, e dell'iscrizione dei mutamenti di livello di carico in un registro tenuto per ogni serbatoio; *c*) diritto agli Enti locali di eseguire accertamenti sulla regolarità dei serbatoi con facoltà di provocare dall'autorità giudiziaria i necessari provvedimenti cautelari; *d*) diritto di ispezione delle autorità statali sulla costruzione e sull'esercizio dei serbatoi; *e*) intervento dell'autorità giudiziaria per imporre le misure di sicurezza, per l'applicazione delle multe e per la liquidazione dei danni.

Erasi proposto di sottrarre alle nuove disposizioni i serbatoi costruiti da Enti pubblici e di ammettere il ricorso alla Commissione dei Canali, contro i provvedimenti emanati dalle Autorità amministrative (rifiuto di approvazione, sospensione di esercizio), ma tale proposta venne respinta; fu soltanto ammesso che i nuovi vincoli fossero applicabili solo agli invasi superiori a $\sim$ 23 milioni di litri (5 milioni di galloni).

I cinque accennati principî della legge inglese sui serbatoi sono espressi in 33 articoli molto dettagliati e riuniti in undici sezioni, oltre la sezione di definizione della legge.

Val la pena di riassumere le principali disposizioni della legge citata anche per il confronto colle norme della legge italiana del 31 dicembre 1925 n. 2540 sulle dighe di sbarramento, che, per quanto di finalità ed estensione minore, riguardano materia analoga.

***

Norme per la costruzione e per la messa in esercizio dei serbatoi.

La costruzione di serbatoi deve avvenire secondo il progetto e sotto la vigilanza di un ingegnere specializzato (Sez. I, Art. 1). Tale qualifica si acquista mediante iscrizione in un albo predisposto a cura di un Comitato, che esamina la domanda degli interessati e propone l'elenco dei designati; l'elenco viene approvato dal Segretario di Stato, d'accordo col Ministro della Sanità pubblica. Il Segretario di Stato ha anche facoltà di cancellare e revocare l'iscrizione di qualunque ingegnere già iscritto nell'albo speciale, solo che l'iscritto sia ritenuto discrezionalmente non idoneo (Sezione VIII, art. 1-5). Compito dell'Ingegnere iscritto all'Albo è quello di predisporre il progetto, di dirigere la costruzione, e di attestare, con una sua relazione finale documentata dai disegni, che le opere vennero previste e costruite nel modo più idoneo.

Alla relazione sono uniti i risultati delle ricerche geologiche, dei saggi rilevati nelle trivellazioni di prova e della materia e profondità degli scavi (Sez. I, art. 5).

A costruzione finita l'ingegnere direttore rilascia: in primo luogo un *certificato preliminare*, prima di consentire il carico iniziale di prova, e, in seguito, il *certificato finale* che attesta il livello massimo, e le relative condizioni di carico (art. 2-3). I due certificati sono condizione inderogabile per la messa in esercizio dei serbatoi (art. 4).

Tutti questi documenti sono consegnati all'« Imprenditore » e con questa terminologia il legislatore (Sez. X, art. 1) designa la persona o l'ente esercente un'impresa che comprende un serbatoio, ovvero, quando l'impresa sia inattiva, il proprietario o locatario del serbatoio.

L'imprenditore conserva il documento a prova del proprio discarico.

L'esercizio del serbatoio impone la tenuta di un *registro*, su tipo prescritto, attestante la misura dei livelli raggiunti e le eventuali portate scaricate o sfiorate, oltre alla descrizione delle opere di riparazione dei casi di accertamento di infiltrazioni o di movimento per assestamento dei muri etc. (Sez. III, art. 1).

NORME PER LE ISPEZIONI DEI SERBATOI.

Il principale onere di esercizio dei serbatoi, posto a carico degli imprenditori interessati, è quello di procedere a *ispezioni periodiche* circa lo stato di sicurezza dei serbatoi stessi.

L'ispezione deve essere compiuta a periodi non inferiori a tre anni per i serbatoi in esercizio al 31 dicembre 1930 e a 10 anni per quelli costruiti in seguito o non compiuti a questa data (Sez. II, art. 2 e 3 e segg. Sez. X, art. 2). In ogni modo l'ispezione deve sempre essere eseguita nei casi di modifica costruttiva al serbatoio. L'ispezione è attestata da apposita relazione ed è eseguita da un ingegnere specializzato, denominato *indipendente*, per quanto designato dalla Associazione degli Imprenditori di serbatoi. La qualità di indipendente è connessa all'incompatibilità colla carica di progettista o direttore del serbatoio cui si riferisce l'ispezione. L'impresa può chiamare a concorrere coll'Ingegnere indipendente, anche l'ingegnere al suo servizio; in caso di dissenso fra i due prevale il giudizio dell'ingegnere indipendente (Sez. II, art. 5).

La nomina del perito o dei periti destinati all'ispezione è notificata con avvisi pubblici, atti a provocare le eventuali denuncie e i reclami degli interessati. L'omissione degli avvisi è punibile coll'ammenda fino a 20 sterline.

La relazione dell'ispezione può ordinare opere di sicurezza, da eseguire sotto la responsabilità personale dell'impresa del serbatoio, salva la facoltà di ricorso al Segretario di Stato, che decide in via definitiva, sul riferimento di un arbitro tecnico, da lui nominato, colla prescrizione di termine e di procedimento rapido e sommario (Sez. II, art. 6, 7, 8).

PUBBLICITÀ DEI DOCUMENTI TECNICI RELATIVI AI SERBATOI.

Tutti i documenti (progetti, relazioni, certificati, verbali di ispezione) relativi ai serbatoi vengono, come già si è detto, consegnati all'Impresa costruttrice ed esercente; questa li deposita presso un ufficio pubblico e, mediante pubblici avvisi, dà a tutti la possibilità di prenderne visione.

A richiesta delle autorità locali o dei privati interessati, l'impresa deve rilasciare copia di tutti i suddetti documenti, il tutto sotto comminatoria di multa fino a 20 sterline (Sez. IV, art. 1 a 3).

Le spese sostenute dagli Enti locali (contea, borgo metropolitano o municipale, distretto) per l'esecuzione delle leggi speciali sui serbatoi sono equiparate alle spese obbligatorie generali o di sanità pubblica (Sez. IX).

ATTI E PROVVEDIMENTI GIURISDIZIONALI IN MATERIA DI SERBATOI.

Le autorità (contea, borghi, distretto) aventi funzioni pubbliche nella zona di territorio suscettibile di danno per eventuale fuoruscita delle acque del serbatoio, o le persone direttamente interessate hanno facoltà di denuncia all'autorità giudiziaria di contea per qualunque omissione o violazione delle norme della legge speciale, come per qualunque resistenza al rilascio delle copie. La Corte di contea o di borgo può emettere le ordinanze e provvedimenti coattivi, oltre a una multa fino a 500 sterline, o oltre al carico delle spese di giudizio (Sez. V, art. 1 a 3).

RESPONSABILITÀ.

L'impresa del serbatoio è responsabile per qualunque omissione o violazione della legge speciale e ciò in qualunque caso e anche più nei casi di disastro, infiltrazioni, etc.

La legge inglese del 1930 contiene inoltre la esplicita affermazione di un principio generale di diritto che per noi è di evidenza cristallina, anche all'infuori del diritto positivo e cioè che l'osservanza dimostrata da una Impresa esercente il serbatoio, di tutte le discipline delle leggi speciali, non esime l'Impresa stessa dalla denuncia, dalla querela, dalle azioni per risarcimento di danni eventualmente proposti dalle autorità pubbliche o da chiunque vi abbia interesse, in caso di disastro o danno proveniente dal serbatoio.

Molte delle disposizioni della legge riassunta, il cui testo viene riportato in nota (1), si spiegano coi principî generali del diritto inglese; comunque è da notare come la norma essenziale differisca dalla legge italiana del 1925 (2). Mentre in Inghilterra, si impone l'ingegnere specializzato, da noi non esiste analoga disposizione. Inoltre mentre la legge italiana determina (e i tecnici dicono in modo assai discutibile ed opinabile) i dettagli costruttivi delle dighe (3) la legge inglese si limita a prescrivere « che le opere del serbatoio siano eseguite in modo idoneo ed efficiente ».

Si tratta di due sistemi diversi; se il sistema inglese sia o meno preferibile può essere giudicato dal fatto, che anche colla legge italiana, l'osservanza delle norme tecniche dettagliate non è risolutiva di responsabilità e lascia — in caso di controversia giudiziale — aperto l'adito all'esperimento delle perizie circa la costruzione e l'esercizio a normale regola d'arte.

ANNIBALE GILARDONI.

---

(1) Il testo della legge inglese è il seguente:

SEZIONE I. – *Norme per la costruzione dei grandi serbatoi.*

1. – Dalla data di entrata in vigore della legge non si potranno costruire grandi serbatoi senza l'intervento di un ingegnere civile specializzato che ne rediga il progetto e ne diriga la costruzione.

2. – Quando l'ingegnere ritenga che la costruzione sia giunta a tale punto che il serbatoio possa convenientemente essere riempito in tutto o in parte di acqua, rilascerà il « *certificato preliminare* », il quale indicherà il livello fino al quale il serbatoio può essere riempito e le eventuali condizioni che debbono verificarsi perchè ciò possa avvenire.

Il certificato preliminare potrà periodicamente essere modificato dall'ingegnere, sia con la indicazione di un livello più alto o più basso, sia modificando le condizioni già prescritte o prescrivendone altre nuove perchè il carico del serbatoio sia portato al massimo.

3. – Ove dopo il rilascio del certificato preliminare il predetto ingegnere ritenga che il serbatoio sia in condizioni idonee e possa senza pericolo essere posto in esercizio per raccogliervi l'acqua, rilascerà a tale effetto un certificato finale, da cui deve risultare il livello fino a cui l'acqua può essere raccolta, come pure le eventuali condizioni sotto le quali ciò può avvenire, fermo restando che il predetto ingegnere non rilascerà un certificato finale che indichi come livello fino al quale l'acqua possa essere invasata, un livello inferiore al livello d'acqua della sommità, tranne che l'Impresa ne assuma responsabilità o siano passati più di tre anni dal rilascio del certificato preliminare.

4. – Nessun serbatoio può essere, in tutto o in parte riempito d'acqua:

a) prima del rilascio del certificato preliminare;

b) nell'intervallo di tempo fra il rilascio del certificato preliminare e quello del certificato finale, se non in conformità del certificato preliminare o delle varianti che a questo siano apportate periodicamente;

c) dopo il rilascio del certificato finale, se non sotto le condizioni da questo prescritte.

5. – L'ingegnere dovrà altresì, all'epoca del rilascio del certificato finale o a quella precedente data, dopo il compimento dei lavori, e quando ciò sia opportuno, fornire particolareggiati disegni e descrizioni delle opere costruite; e attestare che le opere sono state eseguite in modo idoneo ed efficiente in conformità del progetto.

I disegni e le descrizioni saranno allegati al certificato rilasciato, considerati come parte integrante di esso, e conterranno complete informazioni riguardo alle opere costruite, colle relative dimensioni, livelli e dettagli degli strati geologici o dei depositi incontrati nei pozzi di prova, ed agli scavi compiuti in occasione delle opere di costruzione del serbatoio.

6. – Ogni certificato rilasciato a norma della presente legge dovrà essere redatto nella forma prescritta e rimesso all'Impresa e da essa conservato.

7. – Ai fini della presente legge, con l'espressione « livello di acqua della sommità » in relazione ad un serbatoio, si intende il più alto livello per il quale il serbatoio fu progettato per essere usato per l'invaso dell'acqua.

8. – Per i grandi serbatoi in corso di costruzione all'entrata in vigore della presente legge:

a) nel caso in cui il serbatoio non sia stato, all'entrata in vigore della presente legge, riempito interamente o parzialmente con acqua, si applicheranno ad esso le disposizioni della presente legge, meno l'art. 1:

b) nel caso in cui il serbatoio sia stato, all'entrata in vigore della presente legge, riempito con acqua in tutto o in parte, l'ingegnere progettista e direttore della costruzione, deve, non appena sia possibile dopo l'entrata in vigore della presente legge, rilasciare un certificato che indichi fino a qual livello e sotto quali condizioni il serbatoio possa esser riempito. Detto certificato varrà, ai fini della presente, come certificato preliminare, e le disposizioni della sezione medesima — tranne gli art. 1 e 4 lett. *a*) si applicheranno in conformità;

c) nell'uno e nell'altro caso, i certificati richiesti dalla presente potranno essere rilasciati dall'ingegnere responsabile per vigilare la

costruzione del serbatoio, nonostante che egli non sia un ingegnere civile specializzato ai sensi della presente legge.

SEZIONE II. – *Ispezione periodica sui grandi serbatoi.*

1. – L'impresa del serbatoio deve far procedere ad una ispezione periodica e alla compilazione di una relazione che ne esponga i risultati, in conformità delle disposizioni di questa legge, per ogni grande serbatoio in cui sia raccolta acqua, tanto se sia stato costruito prima quanto se sia stato costruito dopo l'entrata in vigore della legge stessa.

2. – La prima ispezione sarà fatta:

a) nel caso di serbatoi costruiti prima o in corso di costruzione al momento dell'entrata in vigore della presente legge, entro tre anni dall'entrata in vigore della legge stessa;

b) nel caso di un serbatoio costruito dopo l'entrata in vigore della presente legge, al termine di un periodo non eccedente dieci anni dalla data del certificato preliminare rilasciato per il serbatoio a norma della sezione precedente.

Se per un serbatoio in corso di costruzione all'entrata in vigore della presente legge, l'ingegnere responsabile della vigilanza sulla costruzione diventi ingegnere specializzato ai sensi della presente legge, si applicherà la disposizione della presente, come se il serbatoio fosse stato costruito dopo l'entrata in vigore di questa legge.

3. – Successive ispezioni dovranno esser fatte ad intervalli non superiori a dieci anni.

Se la relazione sui risultati di una ispezione fatta a norma della presente sezione, contiene la prescrizione che la prossima ispezione debba essere fatta entro un periodo inferiore a dieci anni, l'intervallo in tal caso non dovrà eccedere il periodo stabilito nella relazione.

4. – Qualora ad un grande serbatoio siano apportate modificazioni che non ne aumentino la capacità, ma possano influire sulla sua sicurezza, allora a meno che un ingegnere civile specializzato abbia l'incarico di preparare i progetti e di vigilare l'esecuzione delle modificazioni, l'impresa ha il dovere di fare ispezionare il serbatoio e di fare redigere una relazione sui risultati della visita non appena possibile, dopo che le modificazioni siano state terminate.

5. – Le ispezioni e relazioni richieste a norma della presente, debbono essere fatte da un ingegnere civile indipendente specializzato, designato a tal fine dagli imprenditori. Qualora vi sia già a permanente servizio degli imprenditori un ingegnere civile specializzato, essi possono dare a lui l'incarico di compiere tali ispezioni insieme con l'ingegnere indipendente; ed in tal caso i predetti due ingegneri eseguiranno collegialmente l'ispezione e la relazione sui risultati di questa, a norma della presente. Se però i due ingegneri, non siano di accordo nei riguardi della relazione, essa sarà fatta dal solo ingegnere indipendente.

6. – Quando si proceda alla nomina di un ingegnere indipendente per compiere una ispezione a norma di questa, l'Impresa ne dovrà dare pubblica notizia, nei modi prescritti, comunicando anche il nome dell'ingegnere incaricato, e procureranno all'ingegnere nominato tutte le facilitazioni opportune per una utile ispezione, forniranno copia dei certificati, qualora ne siano rilasciati a norma della presente legge, ed ogni altra informazione e spiegazione ch'egli possa richiedere in relazione al serbatoio, e, se non si tratta della prima ispezione, anche le copie di tutte le relazioni fatte per ogni precedente ispezione a norma della presente legge.

Qualora omettano di pubblicare il nome dell'ingegnere indipendente a norma di questa, gli imprenditori saranno passibili, in base a procedimento sommario, di una multa fino a 20 sterline.

7. – Ogni relazione sui risultati di una ispezione a norma della presente, deve essere fatta non appena ciò sia possibile dopo la ispezione e colle forme prescritte, e deve essere mandata all'Impresa e conservata da essa. E se la relazione contiene una raccomandazione perchè si prendano dei provvedimenti nell'interesse della sicurezza pubblica, l'impresa dovrà dare esecuzione a tali provvedimenti colla massima urgenza e sotto la vigilanza di un ingegnere civile specializzato.

8. – L'impresa che si ritenga danneggiata per qualche prescrizione contenuta in una relazione fatta a norma della presente sezione quanto al termine entro il quale la successiva ispezione dovrà essere fatta, o quanto ai provvedimenti che debbono essere presi nell'interesse della sicurezza pubblica, può nei modi stabiliti nella presente, chiedere al Segretario di Stato di far decidere il ricorso ad un arbitro dai lu nominato a questo scopo. Il segretario di Stato rimetterà allora il ricorso alla persona che esso ritenga adatta, e l'arbitro dopo averlo esaminato, avrà facoltà di apportare le modificazioni che riterrà opportune alla relazione, che, ai fini della presente legge, avrà effetto così modificata.

9. – Il Segretario di Stato può dettare norme quanto ai termini e ai modi nei quali possa domandarsi la nomina di un arbitro a norma della presente e quanto alla procedura innanzi al medesimo e quanto alle spese per il procedimento per gli accertamenti da farsi dall'arbitro (compreso il compenso al medesimo) in modo, tuttavia, che tali spese debbano essere pagate dall'Impresa.

10. – Ai fini della presente la qualifica di « indipendente » data a un ingegnere, significa un ingegnere che non sia impiegato dall'Impresa se non in qualità di consulente, e che non sia l'ingegnere responsabile per il progetto e per la costruzione del serbatoio.

SEZIONE III. – *Tenuta del registro del serbatoio.*

L'Impresa, per ogni grande serbatoio, deve tenere un registro nella forma prescritta, il quale dia le informazioni richieste agli intervalli stabiliti, quanto a:

a) livelli e profondità dell'acqua, incluso il flusso dell'acqua sopra lo scaricatore o il rigurgito;

b) filtrazioni, assestamenti di muri e di altre opere, e riparazioni;

c) altre indicazioni che possano essere prescritte.

SEZIONE IV. – *Pubblicazione e visione dei certificati e delle relazioni.*

1. – Nel termine di un mese dalla ricevuta di un certificato o di una relazione a norma della presente legge, l'Impresa ne darà pubblica notizia nei modi prescritti, indicando pure il luogo dove si possa prendere visione del certificato o della relazione.

2. – L'Impresa, su richiesta del Consiglio di una Contea, di un borgo municipale o metropolitano o di un distretto che possa essere danneggiato dalla fuoruscita di acqua da un serbatoio, o su richiesta di qualunque persona che risieda o abbia interesse in una proprietà o in un'area che possa essere danneggiata nello stesso modo dovrà:

a) informare se il certificato o la relazione siano stati ricevuti, e dare le informazioni che possano essere giustificatamente richieste circa le precauzioni eventualmente prese o proposte per dare esecuzione a prescrizioni contenute in tali relazioni;

b) dare visione di qualunque certificato o relazione che l'Impresa sia obbligata a tenere ai sensi della presente legge;

c) fornire copia autentica di qualsiasi certificato o relazione predetta, dietro pagamento del giusto costo della copia.

3. – L'Impresa che contravvenga o ometta di attenersi alle disposizioni della presente, sarà soggetta, dietro procedimento sommario ad una multa non eccedente 20 sterline.

SEZIONE V. – *Ricorsi alle autorità giudiziarie.*

1. – Se uno dei Consigli o delle persone menzionate nella precedente sezione dichiari:

a) che le disposizioni della presente circa la costruzione di serbatoi non siano osservate nei riguardi di qualche serbatoio: o

b) che un serbatoio sia stato riempito o usato in contravvenzione alle disposizioni della presente legge; o

c) che una ispezione od una relazione al riguardo non siano state fatte a norma della presente legge; o

d) che i provvedimenti, che in una relazione estesa dopo il risultato di una ispezione siano stati dichiarati necessari nell'interesse della sicurezza, non siano stati eseguiti o non siano stati attuati sotto la vigilanza di un ingegnere civile specializzato;

il Consiglio o la persona stessa potrà ricorrere alla Corte di Sessione trimestrale per la contea o per il borgo in cui il serbatoio sia situato, e in base a tale ricorso, la Corte potrà emanare per quel serbatoio le ordinanze che ritenga necessarie nell'interesse della sicurezza pubblica.

2. – Se, in base a tale ricorso la Corte ritenga che gli imprenditori abbiano mancato di attenersi a qualche disposizione della presente legge, potrà, indipendentemente dall'emanazione delle ordinanze di cui sopra, decidere che gli imprenditori paghino una multa non superiore a 500 sterline secondo che la Corte stessa giudichi opportuno.

3. – Su ognuno di tali ricorsi la Corte potrà emanare ordinanza di pagamento delle spese del ricorso stesso, nella misura che riterrà opportuna.

SEZIONE VI. – *Ricorso per modificazioni alla capacità del serbatoio.*

Qualora in un serbatoio, all'entrata in vigore della presente legge, sieno in corso modificazioni, o qualora un serbatoio, — tanto se costruito prima quanto se costruito dopo l'entrata in vigore della presente legge — sia, dopo l'entrata in vigore di questa legge, modificato in modo da aumentarne la capacità, e sia un grande serbatoio o lo diventi dopo modificato, le precedenti disposizioni della presente legge si applicheranno con le deroghe seguenti:

a) le relazioni sulla costruzione di serbatoi si riferiranno alle modificazioni di cui sopra;

b) le relazioni sulle condizioni di un serbatoio saranno intese come riferibili a quella parte del serbatoio che fornirà la capacità addizionale.

SEZIONE VII. – *Responsabilità per danni e molestie.*

Ove danni e molestie siano causati dalla fuoruscita dell'acqua da un serbatoio costruito dopo l'entrata in vigore della presente legge, con autorizzazione a norma di legge, il fatto che il serbatoio sia stato costruito colle norme prescritte, non libererà gli imprenditori da ogni querela, azione o altro procedimento del quale essi siano altrimenti passibili.

SEZIONE VIII. – *Albi degli ingegneri specializzati.*

1. – Sarà formato un albo di ingegneri civili ai fini della presente legge, oppure se il Segretario di Stato così decida dopo aver consultato il Presidente della Istituzione degli ingegneri civili o, se questa Istituzione nomini un Comitato a questo scopo, dopo aver consultato tale Comitato, saranno formate diversi albi per i diversi fini di questa legge o per le diverse classi di serbatoi.

2. – Ogni ingegnere potrà chiedere nella forma stabilita di essere incluso in un albo, ed il Segretario di Stato ve lo comprenderà se, udito il parere di cui sopra, riterrà che il richiedente abbia i necessari requisiti.

3. – Un ingegnere civile che sia inscritto in un albo, sarà ritenuto ingegnere civile specializzato ai fini della presente legge e per la classe di serbatoi per cui l'albo è istituito.

4. – Il Segretario di Stato potrà cancellare qualunque ingegnere da un albo formato a norma della presente sezione, qualora ritenga, in base al parere come sopra, che l'ingegnere non sia idoneo a rimanere iscritto nell'albo stesso.

5. – Nell'esercizio delle sue funzioni, a norma di questa sezione, il Segretario di Stato agirà d'accordo col Ministro della Sanità e col Dipartimento della Sanità per la Scozia.

SEZIONE IX. – *Spese delle autorità locali per le funzioni della legge sui serbatoi.*

Qualunque spesa sostenuta a norma della presente legge da un consiglio di contea, di borgo o di distretto, che non rientri fra le spese incontrate dai Consigli medesimi in quanto diretti assuntori della costruzione e dell'esercizio dei serbatoi:

a) nel caso di un consiglio di contea, sarà sostenuta come spesa per i fini generali della contea e, se il Ministro della Sanità lo stabilisca con sua ordinanza, come spesa per fini speciali della contea, posta a carico di quella parte della contea alla quale si riferirà il provvedimento;

b) nel caso del Consiglio di un borgo metropolitano sarà sostenuta come parte delle spese generali del Consiglio;

c) nel caso del Consiglio di un borgo municipale o di un distretto urbano, sarà sostenuta come parte delle spese del Consiglio per la esecuzione delle leggi, per la sanità pubblica, dal 1875 al 1926;

d) nel caso del Consiglio di un distretto rurale, sarà sostenuta come parte delle spese generali del Consiglio per la esecuzione delle leggi per la sanità pubblica, dal 1875 al 1926, oppure, se il Ministro della Sanità lo richieda con sua ordinanza, sarà prelevata come spesa speciale.

SEZIONE X. – *Interpretazione.*

1. – Ai fini della presente legge, a meno che il contesto richieda altrimenti:

l'espressione « grande serbatoio » designa un serbatoio (sia esso costruito o no con autorizzazione a sensi di legge, e sia esso inteso a racchiudere l'acqua o ad usarne) progettato per contenere o capace di contenere più di 5 milioni di galloni di acqua sopra il naturale livello di qualunque parte del terreno adiacente al serbatoio;

l'espressione « Impresa » (Imprenditori) designa le persone per il tempo in cui danno corso ad una impresa che comprende o mira a comprendere un serbatoio, o, quando un serbatoio non è usato e non si ha intenzione di usarlo ai fini di una impresa, i proprietari o i locatari di esso;

l'espressione « prescritto » vuol dire prescritto da norme emanate dal Segretario di Stato di concerto col Ministro della Sanità ed il Dipartimento della Sanità per la Scozia.

2. – Se un contratto per la costruzione o modificazione di un serbatoio abbia cominciato ad aver vigore, ma le opere relative non abbiano avuto inizio prima dell'entrata in vigore della presente legge, il serbatoio si considera in corso di costruzione o di modificazione all'entrata in vigore della legge stessa.

SEZIONE XI. – *Applicazione alla Scozia.*

Questa legge si applicherà alla Scozia con le seguenti modificazioni:

1°) i riferimenti al Consiglio di un borgo o di un distretto di intenderanno rispettivamente come riferimenti ad un Consiglio di città e ad un Consiglio di contea;

2°) per ogni riferimento alla Corte di Sessione trimestrale per la contea o per il borgo in cui qualche parte del serbatoio sia situato, sarà sostituito un riferimento allo Sceriffo, entro la cui giurisdizione qualche parte del serbatoio sia situata;

3°) alla Sezione IX sarà sostituita la seguente:
« Qualunque spesa nella quale si sia incorsi a norma della presente legge da un Consiglio di contea o di città, eccettuate le spese fatte come imprenditori, sarà sostenuta con quote da pagarsi in uguali proporzioni dai proprietari e dai possessori, secondo sarà determinato dal Consiglio ».

SEZIONE XII. – *Titolo, entrata in vigore ed estensione.*

1. – Questa legge sarà denominata la Legge dei serbatoi (Provvedimenti di sicurezza) 1930.

2. – Questa legge entrerà in vigore il 1° gennaio 1931.

3. – Questa legge non si estenderà all'Irlanda Settentrionale.

---

(2) È noto che, in Italia, il D. R. 30 dicembre 1925, n. 2540-481, che approva il Regolamento per i progetti, la costruzione e l'esercizio delle dighe di ritenuta, sostituito al precedente D. M. 2 aprile 1921, n. 1309, riguarda in modo speciale gli invasi di regolazione degli impianti derivatori di acqua pubblica a scopo di produzione di energia elettrica. Il citato decreto del 1925 contiene due ordini di disposizioni: generali, per tutte le dighe; speciali, per i singoli tipi (muratura a gravità, muratura a volta unica, a palette, con speroni, in terra, a secco, varii).

Le disposizioni generali possono essere così riassunte: *a*) istituzione di una funzione amministrativa di autorizzazione o approvavazione dei progetti, di vigilanza, di collaudo per le costruzioni e di vigilanza sull'esercizio. Tale funzione è esercitata dal Consiglio Superiore dei LL. PP., dalla Commissione per la verifica delle dighe di ritenuta e degli uffici del Genio civile; *b*) obbligo di progettazione delle dighe a cura di un ingegnere esercente salvo per la parte geognostica l'obbligo di progettazione a cura di persona che sia di speciale competenza in simili studi col contenuto speciale degli elementi del progetto stesso. (Relazione generale, relazione geognostica, relazione idraulica, relazione tecnica, costruttiva, tipi, corografia, prospetti etc., calcoli giustificativi, assaggi, previsione delle opere di vigilanza durante l'esercizio; *c*) obbligo di autorizzazione all'inizio della costruzione da parte dell'ufficio del Genio Civile, previo parere del Consiglio Superiore dei LL. PP., che prescrive apposito foglio di condizioni; *d*) responsabilità solidale della costruzione nel progettista, direttore e costruttore; il quale ultimo risponde della attitudine specializzata del personale addetto alla costruzione; *e*) vigilanza permanente del Genio Civile durante la costruzione, analisi e prove dei materiali usati, specie per i conglomerati idraulici, per cui è prescritto il prelevamento dei campioni; *f*) obbligo di collaudo, ordinato dal Cons. Sup. dei LL. PP., prima delle prove di carico, che debbono essere graduali, regolate, con facoltà di imposizione di opere a norma delle speciali deformazioni e alterazioni; *g*) obbligo di tenuta del registro di carico dell'invaso, di ispezione periodica (almeno due volte l'anno e di regola nello stato di massimo e minimo invaso) e facoltà di imporre, anche in via di urgenza e immediatamente, in caso di pericolo, le opere e provvedimenti speciali tutelari, non ostante ricorso, deferito al Ministro dei LL. PP che dispone, udito il Cons. Sup. dei LL. PP.

Per quanto si riferisce ai singoli tipi di diga, è noto che il decreto del 1925 prescrive dettagli tecnici obbligatori, i calcoli statici, le prescrizioni delle opere, le previsioni di resistenza e di sforzo in rapporto al massimo carico, le norme costruttive, il tipo e resistenza dei materiali, le caratteristiche per la scelta dei vari tipi e simili.

In altre parole la legge italiana, mentre stabilisce il più largo intervento amministrativo in linea tecnica, tanto per la costruzione che per l'esercizio, stabilisce prescrizioni tecniche normali, estremamente dettagliate, per ogni modalità costruttiva, allargando la funzione amministrativa di prevenzione, ferme restando la responsabilità professionale del progettista e del direttore e la responsabilità economica dell'Impresa.

---

(3) Può essere ricordato, in materia analoga, il disposto del R. D. 18 Luglio 1930, N. 1133 che prescrive per le opere che implichino l'applicazione di conglomerato cementizio, l'affidamento dell'appalto soltanto a costruttori i quali comprovino, mediante appositi certificati, la loro idoneità in questo particolare genere di costruzioni, ovvero dimostrino di essere iscritti all'albo dei costruttori di opere cementizie tenuto dal Consiglio Provinciale dell' Economia.

È noto peraltro che questa disposizione non ha ancora avuto piena applicazione in tutte le Provincie.

DIRITTO E GIURISPRUDENZA

SOMMINISTRAZIONE DI ENERGIA ELETTRICA

Sequestro giudiziario - Concedibilità - Estremi.

Per la concedibilità di un sequestro giudiziario, non è necessario che il richiedente vanti sulla cosa sequestrata un diritto reale.

Bene può concedersi detto sequestro anche per le cose sulle quali il richiedente accampi un semplice IUS AD REM *allo scopo di garantire lo specifico adempimento della obbligazione che abbia per oggetto la cosa sequestranda.*

Applicazione al caso di sequestro giudiziario di impianti elettrici per garantire la esecuzione di contratto col quale ne veniva concesso l'uso.

Cassazione del Regno, Sezioni Unite, 3 aprile 23 maggio 1930, P. Pres. D'Amelio, Est. Moscatelli, P. M. Salviati (concl. conf.) in causa Società Adriatica di Elettricità di Venezia e litisconsorti, c. Società Anonima Idroelettrica Sile di Treviso e Litisconsorti.

Fatto

Ai fini del presente ricorso basta la narrativa dei fatti, quale si legge nella sentenza denunciata, non avendo importanza tutte le altre circostanze che sono state esposte così nel ricorso come nel controricorso. La sentenza denunciata ritiene i fatti seguenti:

Con scrittura privata 30 giugno 27 tra la Società Adriatica di Elettricità, che rappresentava anche le altre Società con essa costituite in causa, e la Società Idroelettrica Sile si addivenne ad un accordo per ripartirsi gli utenti e dividersi le zone dove ciascuna potesse sviluppare la propria attività senza concorrenza dannosa per l'altra; mediante il quale accordo esse si trasferirono reciprocamente tutte le utenze nei comuni indicati nella scrittura, obbligandosi ciascuna di esse pel periodo di dieci anni, di astenersi dal fornire energia per qualsiasi scopo, nella zona della quale aveva ceduto gli utenti. Sono degni di menzione pel presente dibattito che verte esclusivamente in tema di sequestro giudiziario, i due seguenti patti della scrittura.

Patto 6: Le attività patrimoniali possedute da ciascuna società, anche nelle zone rispettivamente riservate all'esercizio dell'altra, rimangono in piena proprietà delle stesse, essendo ben chiaramente stabilito che il presente patto riguarda esclusivamente il trasferimento dei contratti di utenza, escluso ogni patto di carattere immobiliare.

Patto 23: Il possesso di diritto delle utenze rispettivamente cedutesi dalle parti, passa da oggi alle rispettive cessionarie; ed a tutti gli effetti i rapporti cogli utenti saranno da pari data regolati in esecuzione alle suddette cessioni. Per dar modo alle cessionarie di procedere materialmente alla fornitura di energia agli utenti rilevati è convenuto che ciascuna delle cessionarie potrà valersi, senza corrispettivo, pel periodo di un anno da oggi, degli impianti delle cedenti nelle zone rispettivamente acquistate.

Tale convenzione fu ratificata dai consigli di amministrazione delle varie Società formanti il gruppo Adriatico ed anche da quello della Sile nello stesso giorno 30 giugno 27; ma successivamente l'assemblea generale della Sile nella seduta 7 luglio 27 deliberava di non approvare la convenzione stessa e di considerarla quindi nulla e come inesistente.

Notificata questa deliberazione all'Adriatica, costei in comune alle altre società del suo gruppo con citazione 25 luglio 27 trasse la Sile davanti al Tribunale di Treviso per ottenere in suo confronto declaratoria di validità ed efficacia del contratto stipulato, di obbligatorietà della sua esecuzione mediante immissione in possesso delle linee ed impianti della Sile nei Comuni in cui erano state cedute le utenze, nonchè di risarcimento di danni.

In corso di causa, su istanza dell'Adriatica e suoi litisconsorti, con ordinanza 27 luglio 27 il Presidente del Tribunale, in applicazione degli art. 1875 n. 1, C. C. e 921 C. P. C. concesse il sequestro giudiziario degli impianti nei suaccennati Comuni nonchè delle centrali di produzione in Nervesa, Caerano ed Alpago gestite dalla Sile. Con atto 2 agosto 27 la Sile convenne avanti al medesimo Tribunale l'Adriatica e le altre Società consorti in lite per ottenere la revoca del sequestro.

Intervenne in causa la Soc. Cotonifici Trevigiani affermandosi proprietaria delle centrali elettriche e degli impianti relativi in Nervesa, detenuti dalla Sile soltanto a titolo di locazione e chiedendone la separazione dagli altri mobili ed immobili sequestrati, previa revoca del sequestro ad essi relativo.

Il Tribunale con sentenza 12-15 dicembre 27 pose fuori causa la Soc. Cotonifici Trevigiani e confermò il sequestro tranne per le centrali di produzione di Caerano, con la condanna della Sile e dei Cotonifici Trevigiani alle spese.

Queste società appellarono e la Corte di appello di Venezia (I. Sezione) con sentenza 11-27 luglio 928, in riforma di quella del Tribunale, revocò l'ordinanza di sequestro che dichiarò nullo, di nessun effetto e come non avvenuto sia riguardo agli immobili che alle altre cose specificate nell'ordinanza.

Su ricorso della Società Adriatica e litisconsorti, questa Corte di Cassazione, Iª Sezione, con sentenza 25 gennaio 4 aprile 1929 cassò la sentenza impugnata rinviando la causa ad altra sezione della medesima Corte di Venezia, che però con sentenza 27 luglio, 31 luglio 1929, al pari della prima Sezione della medesima Corte di Appello, accolse il gravame proposto dalla Società Idroelettrica Sile e dalla Soc. Cotonifici Trevigiani, ed in riforma della sentenza appellata del Tribunale di Treviso, revocò l'ordinanza 29 luglio 27 di sequestro Giudiziario pronunciata dal Presidente del Tribunale di Treviso e dichiarò conseguentemente nullo, di nessun effetto e come non avvenuto il sequestro stesso sugli immobili e sulle cose che l'ordinanza specifica. Riservò i danni e condannò la Società appellante nelle spese.

Contro questa sentenza hanno ricorso alle Sezioni Unite di questa Corte di Cassazione la Soc. Adriatica di Elettricità di Venezia e le altre consorti in lite deducendo due motivi di annullamento:

1° Violazione per disapplicazione dell'art. 921 C. P. C.;
2° Violazione del precetto della motivazione (art. 360, 361, 517 C. P. C.).

Diritto

Il primo e più importante motivo di ricorso censura la Corte veneta perchè, con aperta ribellione al principio affermato dalla prima sezione di questa Corte di Cassazione con la sentenza 11-27 luglio 28, ha invece ritenuto che titolo del sequestro giudiziario, tanto se concesso in virtù dell'art. 1875 C. C. quanto se concesso in virtù dell'art. 921 C. P. C. è un diritto reale sulla cosa sequestranda.

Queste Sezioni Unite, ripresa in maturo esame la grave questione si sono convinte che il principio affermato dalla precedente sentenza della prima sezione di questa Corte di Cassazione deve essere confermato.

Sarebbe stato opportuno che questa sentenza, nel distaccarsi recisamente dalla precedente giurisprudenza, avesse dato più ampia ragione di tale deciso cambiamento e avesse esaminato la questione con quella maggiore profondità che il mutamento di giurisprudenza richiedeva: ma il principio affermato è giusto e merita l'approvazione di queste Sezioni Unite.

Non è certamente il caso di dare importanza alla espressione « oltre i casi stabiliti nel cod. di proc. civile » nè a quelle corrispondenti che si leggono nell'art. 921 C. P. C. poichè la interferenza di queste due disposizioni di legge risulta chiaramente dalla identità della materia che entrambe regolano.

In sostanza con gli art. 1875 e 921 i quali si completano il legislatore ha concesso all'autorità giudiziaria il potere di ordinare il sequestro giudiziario nei tre casi seguenti, formulati con grande chiarezza: 1° Qualora trattisi di un immobile o di una cosa mobile la cui proprietà o il cui possesso sia controverso tra due o più persone; 2° qualora trattisi di cosa che un debitore offre per la sua liberazione; 3° qualora trattisi di una cosa mobile o di un immobile e siavi pericolo di alterazione, sottrazione o deteriorazione.

Come si vede le tre ipotesi sono fondamentalmente diverse. La condizione della proprietà o del possesso controverso riguarda solo la prima ipotesi dell'art. 1875, mentre il secondo numero di questo articolo si riferisce già ad una ipotesi del tutto diversa, che si riconnette alle norme sul pagamento ed alla liberazione da una obbligazione avente per oggetto una cosa determinata diversa dal danaro (articolo 1231 e 1266 C. C.). Con l'art. poi 921 C. P. C. il legislatore, troncando difficoltà e questioni sorte sotto l'impero di altra legislazione, ha ampliato la facoltà dell'autorità giudiziaria di ordinare il sequestro di una cosa mobile od immobile, estendendola ai casi in cui siavi pericolo di alterazione, sottrazione o deteriorazione.

La legittimità del sequestro è quindi giustificata secondo l'art. 921 da una di queste tre condizioni e dal testo della legge non si può desumere in alcun modo che debba inoltre trattarsi di un diritto reale o di un rapporto reale sulla cosa sequestranda.

Ciò posto, è facile scorgere che l'ipotesi dell'art. 921 si verifica precisamente nel caso in cui oggetto del credito o dell'obbligazione è una cosa certa e determinata; poichè il creditore, se la cosa esiste, ha diritto di ricevere ciò che è oggetto dell'obbligazione, anzi in ciò appunto si concreta la soddisfazione contrattuale — *Solutio est praestatio eius quod est in obligatione* — e solo in mancanza dell'esatto adempimento il debitore è tenuto al risarcimento dei danni (art. 1218 C. C.). Donde l'assoluta opportunità e convenienza che l'autorità giudiziaria conceda la misura del sequestro sulla domanda della parte interessata, a cui preme lo specifico adempimento dell'obbligazione.

A torto la sentenza denunciata afferma che se il sequestro giudiziario a mente dell'art. 921 si dovesse concedere anche per la tutela di un semplice diritto *ad rem* esso perderebbe ogni carattere distintivo col sequestro conservativo e si confonderebbe con quest'ultimo, poichè il sequestro conservativo trova il suo generico e normale fondamento nel principio che colui che si obbliga obbliga i suoi beni, e nelle garanzie che la legge concede genericamente al creditore sul patrimonio del debitore (art. 1948 e 1949 C. C.) mentre nell'ipotesi dell'art. 921 la legittimità del sequestro è fondata sul diritto del creditore al preciso e specifico adempimento della obbligazione quando sia possibile (art. 1245 C. C.) ed alla esistenza di un pericolo per la conservazione della cosa che gli è dovuta.

Pertanto l'interpretazione data all'art. 921 dalla recente sentenza della 1ª Sezione di questa Corte Suprema non trova ostacolo alcuno nel testo della legge anzi appare più rispondente ad esso nonchè al pensiero legislativo.

L'antica giurisprudenza, la quale interpretò restrittivamente l'articolo su ricordato, si comprende e si spiega tenendo presente la limitata applicazione di questo articolo quando tanto minore era l'intensità dei rapporti contrattuali, il movimento delle contrattazioni e la varietà del loro oggetto.

Giustamente prevalse allora una giurisprudenza che informata al concetto tradizionale ispirato sopratutto alla odiosità del sequestro, non seppe allontanarsi dal principio affermato nel n. 1 dell'art. 1875, senza considerare che già il n. 2 di questo stesso articolo prevede una ipotesi al tutto diversa e che la dizione dell'articolo 921 C. P. C. dà al magistrato la più ampia facoltà.

Invece l'interpretazione dell'art. 921 che queste Sezioni Unite qui riaffermano, tien conto, come del resto deve fare l'interprete della legge, del nuovo accelerato ritmo delle contrattazioni, della cresciuta varietà dei loro oggetti, della necessità ed urgenza di una più efficace tutela dei diritti che da esse derivano e del regolare loro adempimento. Inoltre essa risponde pienamente a quella tendenza giuridica la quale si viene sempre più affermando e che mira a rinvigorire l'autorità dei pubblici poteri e l'opera vigilante del giudice in particolare nel dare le opportune cautele per la sicurezza dei diritti.

Col secondo motivo in sostanza si censura il ragionamento in base al quale la Corte di Appello ha escluso nella specie l'esistenza di un *ius ad rem*, come titolo idoneo per pretendere il sequestro giudiziario, anche se tale sequestro sia chiesto e possa concedersi a mente dell'art. 921.

Ed è precisamente su questa parte della motivazione della sentenza denunciata che sopratutto si fonda la difesa delle società resistenti la quale sostiene che la sentenza denunciata deve rimanere sempre ferma, prescindendo dall'interpretazione da darsi all'art. 921 perchè nel caso attuale trattandosi di un contratto preliminare il cui oggetto non è la prestazione della cosa ma la prestazione di un futuro consenso cioè un fare che si ritiene incoercibile, non è nemmeno ammissibile il sequestro giudiziario sulla cosa ma si ha solo un diritto di credito che non è tutelabile col sequestro medesimo.

Devesi riconoscere che in tutta questa parte della sua motivazione la Corte di Appello di Venezia può essere stata anche fuorviata da talune men precise espressioni della precedente sentenza della prima Sezione di questo Supremo Collegio la quale in uno stesso periodo ha espresso due diversi concetti, di cui il primo, quello in cui si dice che nella specie si tratta di promessa di concedere gli impianti a comodato, male si concilia con l'altro concetto che il creditore ha azione contro il debitore per costringerlo a consegnare la cosa promessa. Ma bene ponderando l'intero concetto espresso da questa Corte Suprema in quella sentenza e specialmente il punto in cui si espone il principio giuridico da essa affermato cioè che nell'ipotesi dell'art. 921 sono compresi non solo coloro che abbiano un vero e proprio diritto reale sulla cosa sequestranda ma anche coloro ai quali spetta un semplice *ius ad rem;* bene ponderando, si ripete, l'intero pensiero della Corte suprema, la Corte di rinvio avrebbe potuto rilevare che essa fu portata a riconoscere — per quanto sia consentito di farlo in questa sede — nel contratto di che trattasi un negozio giuridico, il quale concede l'uso degli impianti, e ha per oggetto la temporanea cessione degli impianti medesimi, cosicchè l'azione derivante dal contratto mirava appunto ad un oggetto determinato: donde l'applicazione dell'art. 921.

Ora la Corte di Appello, male comprendendo il pensiero della Corte di Cassazione, quando è venuta ad analizzare un po', come essa dice, che cosa è in sostanza quello che si vuole indicare come *ius ad rem*, ha erroneamente accomunato due ipotesi ben diverse, quella di un contratto preliminare e quella di un contratto definitivo; ed ha ritenuto con errore giuridico che dall'uno o dall'altro nasce il *ius ad rem*. Invece quando si tratta di un contratto preliminare, della promessa cioè di stipulare un contratto, il creditore ha diritto soltanto alla stipulazione del contratto definitivo da cui deriverà poi il diritto di farsi consegnare la cosa; e perciò dal contratto preliminare non nasce un *ius ad rem* avendo il creditore soltanto il diritto di chiedere in caso di inadempienza il risarcimento del danno. Il *ius ad rem* sorge nella sola ipotesi di un contratto definitivo avente per oggetto la consegna di una cosa determinata, nel qual caso la consegna della cosa è il vero oggetto, o, come dicono i giureconsulti romani, la sostanza dell'obbligazione ed il risarcimento dei danni è la facoltà subordinata necessariamente concessa al creditore contro il debitore inadempiente (art. 1218, 1219 C. C.).

È ben vero che la precedente sentenza di questa Corte di cassazione ha parlato di promessa di concedere gli impianti a comodato; ma se ciò ha detto, essa ha creduto riferirsi all'assunto delle parti perchè non rientrava nelle attribuzioni di questo Supremo Collegio di fare un esame di fatto relativo alla valutazione del contratto in controversia. Anzi è lecito di dubitare in tesi astratta ed in linea di diritto che possa trattarsi di comodato, ove si consideri che il comodato, contratto essenzialmente gratuito (art. 1806 C. C.) e contenente una liberalità difficilmente può trovare luogo in materia commerciale e concretarsi nella vasta operazione concordata fra le due società.

Comunque, pure ammesso che trattisi di comodato, il quale si perfeziona con la consegna (art. 1805) non si può peraltro concludere che nella specie mancando l'immediata consegna si versi nell'ipotesi di un contratto preliminare di comodato, poichè per l'esistenza del comodato non è necessario che la consegna avvenga immediatamente, al momento stesso della stipulazione del contratto e l'esecuzione può essere ritardata, specie se la natura della cosa da consegnare necessariamente l'imponga, come nel caso in esame (art. 1172, 1173 C. C.).

Per queste considerazioni anche il secondo motivo deve essere accolto; e nel giudizio di rinvio potrà esaminarsi la vera natura del contratto intervenuto fra le parti giacchè su questo punto non ha potuto formarsi il giudicato. Il ricorso va perciò interamente accolto.

P. Q. M. (*omissis*).

Fornitura di energia elettrica - Clausola di esclusività.

È valida la clausola con la quale l'utente di energia elettrica si obbliga per un tempo determinato a servirsi esclusivamente dell'energia prodotta dall'azienda fornitrice. Nei contratti di somministrazione di energia elettrica si presume il riferimento alle tariffe.

Cassazione 25 maggio 1929, D'Ameglio Primo Presidente, Mantella Est., Dattino P. M. (conforme), CUNIBERTI c. SOCIETÀ FORZE IDRAULICHE DELL'ALTO PO.

(*Omissis*).

Osserva che la censura mossa col secondo motivo ha riferimento alla dedotta nullità della clausola con cui la Ditta Cuniberti siasi impegnata a non usare nei proprii locali, durante il quinquennio del contratto, energia elettrica che non fosse di produzione della Società Forze Idrauliche dell'Alto Po. S'impugna l'efficacia di codesto patto sotto un duplice profilo: *a*) per la illiceità della causa; *b*) pel difetto di uno degli elementi essenziali alla perfezione della compra-vendita, in quanto si sarebbe omesso d'indicare nella polizza del 1925 il prezzo dell'energia elettrica in rapporto ad una nuova eventuale fornitura che l'utente avesse potuto richiedere nel corso di esecuzione del contratto. Senonchè la erroneità del primo rilievo appare manifesta. Non può revocarsi in dubbio la illiceità di una clausola con la quale uno dei contraenti, attraverso l'obbligazione negativa di *non facere*, vincoli, illimitatamente, nel tempo e nello spazio, la propria attività economico-industriale, poichè cotal patto, nella sua indefinita ampiezza, si risolve, in fondo, in una soppressione della libertà individuale e, per ciò stesso, contrasta con i principii fondamentali del nostro ordinamento giuridico. Se la legge dichiara inefficace una locazione d'opera a tempo indeterminato (art. 1628 Cod. Civ.), ugualmente è a dirsi di un vincolo obbligatorio col quale alcuno, senza veruna restrizione in ordine al luogo, al tempo, ed all'obbietto, precluda a sè stesso l'esercizio della libera attività, sotto forma di un impegno illimitato all'astensione. Non vale, però, identità di criterio, secondo il concorde riconoscimento della dottrina e della giurisprudenza, per quel che concerne la clausola di esclusiva apposta ai contratti di somministrazione in genere, fra cui quello di fornitura di energia elettrica. Codesta clausola rispecchia una fondamentale legge economica delle grandi imprese, la cui organizzazione non potrebbe funzionare senza il sussidio di una simile riserva contrattuale. Si tende, con essa, ad assicurare all'azienda la continuità di una clientela il cui rendimento sia adeguato alle esigenze, onerosissime, delle opere d'impianto e di esercizio, le quali reclamano la immobilizzazione di considerevoli capitali. Lo sforzo finanziario cui debbono assoggettarsi gli organizzatori delle dette imprese richiede, nei rapporti con la clientela, la saggia preordinazione di garanzie che valgano a prolungare il consumo esclusivo dei loro prodotti; donde l'accennata forma di pattuizione, la quale, nel gioco della libera concorrenza, ch'è così gran parte della vita economica, adempie ad una funzione protettiva di legittimi interessi e si risolve, in fondo, in un vantaggio collettivo dei consumatori, poichè, qualora la clientela acquisita ad un'azienda sia così redditizia, da assicurare il proficuo svolgimento della sua attività, vien meno il bisogno di rialzare il costo del prodotto. Nel caso concreto, la clausola su cui ricade contestazione circoscriveva entro precisi limiti di tempo l'esclusività d'uso dell'energia elettrica prodotta dall'azienda fornitrice, poichè la ditta Cuniberti si era impegnata ad astenersi dall'utilizzazione di energia di estranea provenienza pel periodo di un solo quinquennio, costituente la durata della fornitura conclusa con la Società dell'Alto Po. È da escludersi, pertanto, l'asserita illiceità del patto. Nè va accolto il sussidiario motivo di nullità riguardante la mancanza di uno degli elementi integratori della compra-vendita, poichè, a parte ogni altro rilievo, circa la mera eventualità del contratto di nuova fornitura e le oscillazioni che, nel frattempo, avrebbe potuto subire il prezzo dell'energia, giova ricordare che, nel campo commerciale, la detta convenzione è perfettamente valida quand'anche i contraenti abbiano taciuto intorno al prezzo, purchè il medesimo sia determinabile. Nel silenzio delle parti, si presume che queste abbiano inteso riferirsi al prezzo corrente o prezzo medio, cioè a dire al prezzo della cosa nel comune commercio, che può essere, nei singoli casi, accertato alla stregua delle mercuriali, dei listini di borsa, o delle tariffe (Cass. 1ª Sezione, 7 novembre 1928, n. 3972; 2ª Sezione, 28 luglio 1928, n. 3629; 3ª Sezione, 8 maggio 1928, n. 2083). Nei contratti per somministrazione di energia elettrica il riferimento alle tariffe non è soltanto presunto, ma disciplinato da apposite clausole della polizza; epperò la lacuna denunciata dalla Ditta ricorrente è del tutto immaginaria.

Per questi motivi, rigetta.... etc.

Contratti per fornitura di energia elettrica - Nullità per mancanza di corrispettivo.

Nei contratti bilaterali a titolo oneroso la causa della prestazione sta nella controprestazione, ed il difetto di corrispettivo si traduce in mancanza di causa, che rende nulla l'obbligazione.

In un contratto di fornitura periodica anche se stipulato a forfait *(somministrazione di energia elettrica) la controprestazione consiste nel corrispettivo adeguato, e se questo venga meno, anche nel corso della fornitura, viene a mancare la causa del contratto.*

Cassazione, 14 giugno 1929, Piola Caselli, Pres., Chiazzese Est., Assisi P. M. (conforme) - SOCIETÀ IDROELETTRICA ALTO PO c. BERNARD.

Omissis. Il giudice di merito evidentemente equivocò sui criteri che avrebbero dovuto informare la sua decisione.

La Società Idroelettrica Alto Po denunciava che si era concluso tra il suo dante causa Mottet ed il Bernard un contratto di fornitura *a forfait* di energia elettrica, nel quale era indicato l'ammontare del canone (lire 72 a trimestre, pari ad annue lire 288), che però mancava in esso l'indicazione del numero delle lampade, ed il quantitativo di energia al quale l'utente aveva diritto. Che in quella strana condizione di cose la Società aveva provveduto a far verificare l'impianto, ed in contraddittorio con l'utente si era constatato che nell'albergo esistevano ben 37 lampade a filamento metallico per un totale di 1009 candele. Che tale impianto era stato denunciato all'ufficio tecnico di finanza per un carico di 110 candele soltanto ed in base a tale denuncia era stata applicata la tenue tassa di lire 33 all'anno. Che corretta la denuncia, in base alle unità accertate di 1009 candele la tassa era stata elevata da lire 33 a lire 302,70, e con il successivo aumento di cui al regio decreto 17 dicembre 1925, n. 1852, a lire 378,37, la quale superava, da sola, il corrispettivo che l'utente pagava per il consumo di un anno, pattuito in lire 288. Diguisachè l'ammontare della tassa accertata sul candelaggio reale era additato dalla Società come l'indice più eloquente del difetto di corrispettivo nella fornitura, il che si traduceva in mancanza di causa nel contratto, perchè, trattandosi di contratto bilaterale a titolo oneroso *do ut des*, la causa della prestazione non può riscontrarsi che nella controprestazione, la quale nella fattispecie veniva del tutto a mancare.

La circostanza, dunque, della frode all'erario era il sintomo rivelatore della mancanza di causa nel contratto di fornitura, e non un elemento informatore della volontà dei contraenti, che potesse avere nella soluzione della lite quel valore dato erroneamente dal tribunale. La causa di un contratto nulla ha da vedere con l'elemento della volontà dei contraenti; la causa è di ragione obbiettiva; in un contratto bilaterale a titolo oneroso riguarda le utilità reciproche che i contraenti si ripromettevano di trarre dalla stipulazione; influisce sulla volontà dei contraenti solo in quanto tali utilità hanno formato obbietto di rappresentazione alla volontà dei contraenti stessi; ma se ne distacca in quanto la causa attiene al modo oggettivo delle utilità che hanno mosso la volontà, ma non si identifica con esse.

La mancanza di causa, quindi, nulla ha da vedere con dolo d'alcuno, e tanto meno con il *consilium fraudis*, comune ad entrambi i contraenti, e che pone in essere un contratto fraudolento a danno di un terzo.

Stipulatosi un contratto di fornitura di energia elettrica, la causa di quel particolare rapporto giuridico suole consistere, per parte del fornitore, nella convenienza di un corrispettivo in denaro, che nella specie è mancato del tutto sin dalle origini del contratto. Che se, invece, dovesse ricercarsi in altra convenienza, per parte del fornitore, come quella della *réclame* affermata dal Bernard, questa causa tutta particolare dovrebbe risultare chiaramente dalla convenzione: il che non si legge nel contratto prodotto.

Nè si dica che fu concluso un contratto *a forfait*. Il *forfait* non prescinde da un riferimento ad un determinato candelaggio, come si apprende dall'articolo 4 della polizza di abbonamento: e riguarda il tempo di accensione, ossia il consumo, nei limiti del candelaggio fissato nella convenzione; e tale elemento del candelaggio deve potersi ricostruire con un semplice calcolo, dividendo il prezzo del *forfait* per il prezzo unitario di ogni candela annua *a forfait* (art. 4). Difatti in base a questi elementi l'impianto fu denunciato alla finanza per un candelaggio di 110 candele, mentre poi fu accertato di 1009 candele.

Vi ha di più: trattandosi di contratto di fornitura periodica, l'elemento dell'utilità deve sussistere in tutti i momenti successivi, considerandosi ogni prestazione e controprestazione come elementi a sè del tratto successivo. L'errore originario, quindi, non può legittimare la ripetizione di esso nei tratti successivi della fornitura.

La sentenza impugnata, invece, segna una aperta deviazione da questi principii; e la sua affermazione conclusiva, che sino a quando non sia provata la compartecipazione dell'utente nella frode all'erario il contratto non possa annullarsi, culmina nel più grave errore, perchè prescinde dalla causa dell'obbligazione in sè e per sè. Perchè oltre alle tasse il fornitore dell'energia deve ricavare dall'esecuzione del contratto il corrispettivo alla sua prestazione.

Anche senza la frode all'erario il contratto sarebbe nullo per la mancanza di quest'ultimo elemento; e l'estremo della frode, si riflette ancora sulla nullità della convenzione come il culmine del vizio di cui essa è affetta. (*Omissis*).

Per questi motivi, cassa.... etc.

Società anonima - Riduzione del capitale sociale.

La riduzione del capitale sociale deliberata dalla assemblea, non ha effetto se non dopo i tre mesi dalla sua pubblicazione a norma dell'art. 101 Cod. Comm.

Conseguentemente, qualora essa venga deliberata in sede di approvazione del bilancio per l'esercizio sociale già chiuso, non può valere come sanatoria della svalutazione del capitale già calcolata in bilancio, dovendosi in detto bilancio esporre al passivo il capitale sociale nella misura originaria, non ancora ridotta.

Viola l'art. 176 Cod. Comm. il bilancio della società che compensi le perdite con altrettanta diminuzione del capitale, prima che detta diminuzione sia stata approvata dalla assemblea e sia divenuta esecutiva.

Cassazione del Regno, Prima Sezione, Pres. Petrone, Est. Altea, P. M. Pratti (concl. diff.), 17 dicembre 1929, 1° febbraio 1930, in causa FERRARA c. SOCIETÀ ANONIMA FORNITURE INDUSTRIALI MACCHINARIO.

FATTO

La Società Anonima per Forniture Industriali Macchinario, con sede in Napoli, nell'assemblea generale ordinaria e straordinaria del 31 marzo 1928 e nell'approvare il bilancio al 31 dicembre 1927 deliberò la svalutazione del capitale sociale da lire 400.000 a L. 280.000, riducendo da L. 100 a L. 70 il valore nominale di ciascuna delle 4000 azioni in cui il capitale era diviso.

Depositata nella Cancelleria del Tribunale a sensi e per gli effetti dell'art. 96 Cod. Comm., ne fu ordinata con decreto del 28 maggio 1928 la trascrizione, l'affissione e la pubblicazione a norma di legge.

Con atto del 16 stesso mese Ernesto Ferrara nella sua qualità di azionista della Società, propose opposizione contro la predetta deliberazione, deducendo che il bilancio al 31 dicembre 1927, approvato come innanzi, era evidentemente falso, sia perchè portava a tale data già attuata la riduzione del capitale da L. 400.000 a L. 280.000 (mentre tale riduzione era stata deliberata soltanto al 31 marzo 1928), sia perchè mancava in esso un effettivo conto profitti e perdite, dal quale dovevano apparire con evidenza gli utili realmente conseguiti e le perdite sofferte.

Convenne quindi la Società davanti al Tribunale di Napoli chiedendo che, a mente degli art. 101 e 163 Codice di Commercio fosse dichiarata nulla e priva di qualsiasi effetto la presa deliberazione.

Il Collegio adito, con sentenza 15-17 ottobre 1928, ritenuto che il Ferrara agisse soltanto nella qualità di socio e non anche di creditore della Società, dichiarò nulla la deliberazione per la parte riguardante l'approvazione del bilancio e disse invece inammissibile l'opposizione per quanto era diretta ad investire la deliberazione di riduzione del capitale sociale.

Appellò la Società e la Corte di Appello di Napoli, 1ª Sezione, con pronunzia 21-28 gennaio 1929, accogliendo il gravame, dichiarò inammissibile in tutto il suo contenuto l'opposizione prodotta dal Ferrara.

Contro questa pronuncia produsse ricorso per Cassazione il Ferrara denunciando la violazione degli articoli 89, 96, 100, 101, 154, 158, 165, 167, 176 Cod. Comm., e 517 numeri 2 e 3 Cod. Proc. Civ.

DIRITTO

La sentenza impugnata osserva che, dovendo il bilancio riportarsi alla situazione dell'azienda sociale al termine di ogni esercizio, la svalutazione del capitale sociale deliberata al 31 marzo 1928 ben poteva produrre il suo effetto al 31 dicembre 1927, alla quale epoca si riferiva il bilancio approvato, e ciò in relazione a quanto prescrive il n. 1 dell'articolo 176 Cod. Comm. che fa obbligo agli amministratori di indicare nel bilancio il capitale realmente esistente.

Sulla base di questo ragionamento e sulla considerazione che è precluso al magistrato il controllo tecnico del bilancio, il quale è rimesso ai poteri dell'assemblea, sovrana moderatrice della funzione sociale, respinge l'opposizione del Ferrara, il quale aveva denunciata la illegalità del bilancio per avere impostato al passivo il capitale sociale di L. 280.000 anzichè quello di L. 400.000, senza che apparisse la perdita di L. 120.000 che doveva risultare illustrata dal conto dei profitti e perdite.

Ciò posto, osserva il Supremo Collegio che il Ferrara non impugnava il bilancio ma la deliberazione che lo approva, in quanto furono i criteri errati cui si informa tale deliberazione che determinarono l'assemblea ad approvare il bilancio.

Questo cioè in tanto fu approvato in quanto l'assemblea ritenne che si potesse dare effetto retroattivo alla deliberazione di riduzione del capitale sociale, tesi insostenibile, perchè le deliberazioni che riducono il capitale sociale, non solo non possono avere efficacia prima che siansi espletate le formalità prescritte dall'art. 96 Cod. Comm., ma non possono mai avere esecuzione, giusta l'art. 101, se non siano decorsi tre mesi dalla loro pubblicazione nel giornale degli annunzi giudiziari e non siano liquidate le eventuali opposizioni.

La Corte di Appello è caduta nello stesso errore ed ha ribadito il concetto dell'assemblea con la falsa interpretazione dell'art. 176, confondendo il capitale sociale, che è la somma dei valori apportati dai soci, col patrimonio sociale vale a dire con la somma delle attività che rimane dopo la detrazione delle passività.

L'art. 176 prescrive la indicazione del capitale sociale, dei versamenti fatti e di quelli in ritardo, degli utili conseguenti e delle perdite sofferte.

È dal complesso di questi elementi che deve risultare la situazione patrimoniale dell'ente epperò è arbitrario sopprimere le perdite compensandole con la diminuzione di altrettanta parte del capitale e inscrivendo in bilancio una cifra corrispondente al capitale ridotto anzichè l'intero capitale azionario risultante dall'atto costitutivo dello Statuto.

Non si regge adunque sotto verun aspetto la sentenza impugnata e non giova obbiettare che il preteso vizio d'impostazione del bilancio 1927 sarebbe stato sanato dalla successiva riduzione del capitale, poichè non per questo verrebbe meno la ragione del contendere almeno per quanto si riferisce alle spese del giudizio.

P. Q. M. (*omissis*).

Trasporto di persone - Responsabilità per sinistri.

La colpa del passeggero, causa del sinistro (nella specie il fatto di avere il passeggero viaggiato sul predellino) esclude la responsabilità del vettore, qualora non concorrano elementi di colpa a carico di quest'ultimo.

La colpa del sinistrato non esclude però la responsabilità del terzo, il fatto del quale sia concorso a determinare l'evento dannoso (nella specie la responsabilità del Comune per avere infisso un palo nel suolo presso il percorso della tramvia, a distanza inferiore a quella regolamentare).

Il concorso delle due colpe non ne elimina la conseguente responsabilità, ma può soltanto essere elemento per la riduzione dell'indennizzo.

Cassazione del Regno, Sezione Terza, 31 dicembre 1929-4 febbraio 1930, Pres. Padiglione, Est. Pagliara, P. M. Gaetano (concl. conf.) in causa FERRARIO c. SOC. AN. TRAZIONE ED IMPRESE ELETTRICHE, E COMUNE DI MILANO.

FATTO

Con citazione 23 di e: 1925 Tittananzi Maria Rosa, ved. Ferrario, assumendo che il 23 aprile 1924 il figliuolo minorenne Ferrario Mario, mentre si trovava sul predellino di una vettura della Tranvia Elettrica Milano-Gallarate, urtò violentemente contro un palo impiantato dal Comune di Milano nei pressi della Fiera Campionaria a distanza inferiore a quella prescritta dai regolamenti, e riportò gravi lesioni, per le quali dovette subire l'amputazione del braccio destro, istituiva giudizio per risarcimento di danni contro il Comune di Milano e la Società Tranviaria.

Contestato il giudizio la istante ammetteva la colpa del figliuolo per essere rimasto abusivamente sul predellino, però sostenne che a determinare l'evento dannoso concorse la colpa del Comune, per avere collocato il palo a distanza inferiore a quella prescritta dall'art. 269 della legge 9 maggio 1912 e la colpa della Società per non essersi il personale dipendente curato delle persone, che si trovavano sul predellino, e per avere il personale stesso spinto il tram a forte velocità, pur conoscendosi l'esistenza del palo e la pericolosa prossimità alla sede tramviaria.

Il Comune e la Società opposero che il fatto colposo del Ferrario era stato causa unica del sinistro.

Il Tribunale di Milano respinse la domanda, e la Corte di Appello con sentenza 3-15 febbraio 1929 rigettò il gravame della Tittananzi.

Contro tale sentenza ha proposto ricorso per Cassazione il Ferrario Mario divenuto maggiorenne. Denuncia con un primo mezzo la violazione degli art. 1151, 1156 C. C. in relazione all'art. 517, n. 3 C. P. C.; con un secondo mezzo la violazione degli art. 360, n. 6, 361, 517 per difetto di motivazione in ordine al comportamento colposo del personale della tranvia; con un terzo mezzo la violazione dell'art. 517, n. 3 per falsa ed errata applicazione degli art. 1218, 1225 C. C.; e con un quarto mezzo la violazione degli art. 360 e 361 C. P. C. per vizio logico e contraddittorietà di motivazione. Resistono con controricorso il Comune e la Società.

DIRITTO

La Corte di Appello, pur ammettendo la dedotta violazione dell'art. 269 della legge 9 maggio 1912, per avere il Comune di Milano infisso nel suolo un grosso palo alto più di un metro e cm. 20 alla distanza di cm. 83 dalla rotaia e di cm. 40 dalla sporgenza del materiale mobile della tranvia, escluse la responsabilità del Comune stesso, e pervenne la Corte ad una tale conseguenza, ritenendo che nessun diritto del Ferrario era stato leso.

All'uopo considerò la Corte che il Ferrario viaggiava abusivamente sul predellino della vettura e che il citato art. 269 è stato dettato dalla ragione di salvaguardare i viaggiatori, che trovandosi al loro posto dentro la vettura potrebbero essere offesi con lo sporgersi da ostacoli troppo vicini alla sponda della vettura e posti all'altezza dei finestrini o ad altezza superiore.

Ma se è esatto il principio da cui mosse la Corte che non si può parlare di responsabilità senza la violazione di un diritto, in quanto è ovvio che se lo evento dannoso non costituisse una violazione di un diritto (*iniuria*) sarebbe un fatto lecito e quindi improduttivo di indennizzo, non è esatta però l'applicazione che ne fece. Imperocchè, come bene si denuncia con il 1, 2, e 3 mezzo, la Corte non considerò che il Ferrario non si lamentava della violazione di un qualsiasi rapporto contrattuale e non pretendeva affatto il riconoscimento del diritto a viaggiare sul predellino, egli invece si doleva della violazione del suo diritto alla integrità fisica, assumendo che senza il concorso della colpa del Comune e della Società non si sarebbe verificato il sinistro, ed invocava gli articoli 1151 e segg. del Cod. Civ., per i quali, come è stato costantemente affermato da questa Corte, la colpa del danneggiato non discrimina la colpa del terzo, che concorre a determinare l'evento dannoso, ma può soltanto far ridurre l'indennizzo. Nè poteva la Corte escludere l'illiceità del fatto del Comune nei rapporti del Ferrario, limitando l'applicazione del ripetuto articolo nei soli riguardi dei viaggiatori regolari. Come giustamente si rileva col 4° mezzo, una tale limitazione non si trova nella legge, nè può essere giustificata dallo spirito della legge stessa, che ha voluto garantire da possibili sinistri tutti coloro, che si trovano sulle vetture tranviarie. Nè si saprebbe comprendere come un unico fatto, oggettivamente vietato, possa nello stesso tempo essere lecito ed illecito.

Il Comune per resistere al ricorso ha cercato di sostenere che la Corte di appello con insindacabile apprezzamento ritenne che causa unica ed esclusiva del sinistro fu la colpa del Ferrario. Ma ben si oppone che se la Corte incominciò la motivazione col dire che la causa unica del sinistro doveva ascriversi alla grave imprudenza del sinistrato, nei rapporti del Comune addivenne alla dichiarazione d'irresponsabilità per le ragioni su accennate, e non già dimostrando la mancanza di un qualsiasi vincolo di causalità tra il fatto del Comune e l'evento dannoso.

Per tanto il ricorso non può non essere accolto sotto il profilo della violazione dei su menzionati art. 361 e 517 C. P. C. in relazione agli art. 1151 e seg. del Cod. Civ. Nei confronti della Società Tranviaria il ricorso non è affatto fondato.

Il Ferrario faceva consistere la colpa della Società nel comportamento del personale addetto al servizio del tram, assumendo che aveva negligentemente tollerato che il Ferrario con altri rimanesse sul predellino, e che aveva con imprudenza incrociato il noto e ben visibile ostacolo del palo senza arrestare e rallentare la corsa. La Corte ritenne invece che il personale della tranvia, nonostante la buona volontà e vigilanza non riuscì nè riesce ad evitare i così detti « grappoli umani » specialmente nei momenti di grande affollamento, e che il conducente non poteva accorgersi del disordine, che si verificava alle sue spalle nella vettura, sia perchè a quell'epoca le vetture non erano ancora munite di specchio, sia perchè in ogni modo questi specchi non permettono la visione dei grappoli umani.

Il ricorrente, non potendo investire tali apprezzamenti, insindacabili in questa sede, cerca di impugnare la sentenza col primo e secondo mezzo sotto il profilo della violazione degli art. 360 e 361 C. P. C. per mancata e insufficiente motivazione. Ma neppure sotto questo aspetto può essere censurata la sentenza, perchè le ragioni addotte dalla Corte sono più che sufficienti a giustificare la dichiarazione d'irresponsabilità della Società, per mancanza di colpa del personale dipendente. Nè può poi essere equiparata la condizione della Società a quella del Comune, come si vorrebbe fare col terzo mezzo poichè ben diverse sono le ragioni in base alle quali la Corte rigettò la domanda contro di essa proposta. E se la Corte anche nei riguardi della Società disse che nessun diritto del Ferrario venne violato in quanto si trovava abusivamente sul predellino, ciò disse sempre in applicazione della sua convinzione che nessuna colpa poteva essere imputata alla Società.

P. Q. M. (*omissis*).

Fornitura di energia elettrica - Interruzione - Azione possessoria.

L'utente di una fornitura di energia elettrica non è al possesso della energia stessa fino a che questa non gli venga dal produttore fornita. Pertanto la interruzione della fornitura da parte della impresa, anche se effettuata mediante il taglio dei fili di immissione della corrente, non costituisce spogliazione di possesso, ma semplice sospensione di somministrazione.

Conseguentemente l'utente non può valersi della azione di spoglio (art. 695 Cod. Civ.) per farsi reintegrare nel possesso della energia, mancando alla procedibilità di tale azione il presupposto indispensabile del possesso da tutelare (1).

Pretore di Ancona, 18 marzo 1930, in causa JORI c. SOC. UNIONE ESERCIZII ELETTRICI (Avv. Michelli).

FATTO

Con atto di citazione 18 marzo 1930, l'Avv. Francesco Jori, munito di Decreto di questa Pretura di abbreviazione di termini, conveniva avanti questa Pretura stessa per l'udienza straordinaria fissata per le ore 17 dello stesso giorno 18 marzo la Società Unione Esercizi Elettrici di Ancona e per essa il signor Cav. Colombati Italo, e premesso che il giorno 14 marzo 1930-VIII, mentre esso istante era nel pacifico legittimo possesso dell'energia per illuminazione elettrica dell'appartamento da esso abitato in Ancona al Corso Tripoli, N. 9, piano primo, ed era in regola con il pagamento dell'energia fornita a tutto il mese di febbraio 1930, essendosi rifiutato di firmare, contestualmente alla sua presentazione, un nuovo contratto di fornitura, che esso non conosceva, che veniva esibito in modulo stampato e che — a quanto esso istante era venuto poi a conoscere — conteneva clausole vessatorie, a seguito di tale rifiuto i richiedenti, qualificatisi dipendenti e mandatari della convenuta Unione Esercizi Elettrici, dalla quale avevano ricevuto incarico di agire, violentemente, mediante il taglio dei fili, avevano spogliato esso istante dal possesso dell'energia elettrica arrecandogli danni che ancora perdurano e che pur facendo espressa riserva di agire in altra sede per quel reato che si sarebbe potuto ravvisare nei fatti denunciati, premeva ed urgeva intanto ad esso istante riavere il possesso dell'energia elettrica onde far cessare lo stato dannoso e pregiudizievole: tutto quanto sopra premesso, chiedeva che fosse ordinata la immediata reintegrazione in possessso dell'energia elettrica nel favore di esso istante entro un breve e perentorio termine, trascorso inutilmente il quale, fosse esso richiedente autorizzato ora per allora, al riallacciamento dei fili a spese e rischio di essa convenuta stessa, ai danni ed alle spese del giudizio, con sentenza provvisoriamente eseguibile.

DIRITTO

(*Omissis*).

Osserva il giudice che la domanda attrice non può essere accolta perchè fa difetto essa degli estremi voluti dal'art. 695 Cod. Civile per l'esercizio dell'azione possessoria di spoglio, anzi manca si può dire il principale degli estremi suddetti e cioè il possesso da parte dell'Attore della cosa mobile di cui lamenta lo spoglio.

Invero l'utente della corrente elettrica, sia a scopo di luce, sia a scopo di riscaldamento o forza motrice, non è al possesso della corrente stessa sino a che il produttore non gliela fornisce. Quando questi quindi cessa dal somministrarla l'utente non viene spogliato del possesso, ma viene privato di una somministrazione.

Ritiene il Giudice che il taglio dei fili fatto operare dalla Società convenuta possa costituire la violenza di cui all'articolo di Legge surrichiamato, ma il taglio dei fili non porta come conseguenza lo spoglio del possesso della corrente elettrica, ma solo la cessazione della somministrazione della corrente stessa. Si ritorna quindi al concetto che la Società produttrice non tolga una cosa che ha data e della quale l'Utente è al possesso, ma smetta di darne ancora, cessi cioè la fornitura.

È la Unione Esercizi Elettrici che ha il possesso della corrente elettrica che somministra e regola ai suoi utenti; in tanto esiste la corrente, in quanto dalla Società convenuta viene prodotta; ed in tanto viene appresa e goduta dall'utente, in quanto viene somministrata. Non possesso adunque della corrente da parte dell'Utente, ma uso di questi della corrente stessa, man mano che gli viene somministrata.

Se il Giudice volesse accettare la tesi dell'attore e volesse accogliere la domanda, dovrebbe è vero la Ditta convenuta far riallacciare i fili, ma non con questo l'Attore potrebbe subito rigodere della corrente elettrica, perchè la Ditta dalla sua officina potrebbe non immettere la corrente e rendere quindi vana l'azione dell'Attore. Non l'azione di spoglio quindi, ma l'azione

contrattuale avrebbe dovuto esperire l'attore, se di ragione, per richiedere la continuazione della prestazione della energia elettrica, in omaggio a contratto, sia pure verbale, di fornitura intercorso fra le parti.

Atteso che pertanto debbasi respingere la domanda attrice.

P. Q. M. (*omissis*).

NOTA

(1) La questione risolta dal Pretore di Ancona è di quelle che si sogliono dire eleganti.

In materia di possesso della energia elettrica, il problema che si propone, è assai più generale e più ampio che non quello prospettatosi dal Magistrato nella annotata sentenza, pur sufficiente a dirimere la controversia concreta.

In tema di diritti reali sulla energia elettrica (cosa incorporea) la dottrina è ancora divisa ed incerta.

Non è il caso di accennare qui alle varie, discordi dottrine. Basti dire, fuggevolmente, che si discute anzitutto circa la possibilità del possesso di cosa incorporea; che, d'altro canto, anche ammessa, in teoria, tale possibilità, si disconosce al contratto di fornitura di energia elettrica il carattere di un contratto di somministrazione; si tratterebbe invero di una semplice locazione d'opera da parte del fornitore, il quale assume l'obbligo, non già di consegnare o far godere una cosa, (come nella vendita o nella locazione di cose) bensì di produrre, di fare una cosa.

Il Pretore di Ancona, superando le sottigliezze di tali dibattiti, sembra avere ammesso che la fornitura di energia elettrica costituisca contratto di somministrazione, e cioè di vendita, e che la energia possa essere considerata come cosa trapassante nel possesso dell'utente di mano in mano che con la immissione nei fili gliene vien fatta consegna.

Comunque si pensi in proposito (*non est hic locus* per quell'ampia disamina della questione che sarebbe necessaria anche solo per prospettarla) indubbiamente esatta è la conclusione pratica cui è giunta la sentenza annotata.

Se anche si ammetta che sia possibile il materiale possesso della energia da parte dell'utente, non si può non riconoscere che, coerentemente alla natura della cosa posseduta, il possesso stesso continuamente e contemporaneamente sorge, si estingue e si rinnova col passare della corrente nei fili, col trascorrere della energia nel campo di disponibilità dell'utente, negli impianti di questo. Non si tratta di possesso che si possa perpetuare, nè di consegna che possa essere ritolta.

Ne consegue che, quando il fornitore cessi di immettere energia nei fili dell'utente, non gli ritoglie già (nè sarebbe possibile) la energia di cui già gli ha dato il possesso; sospende soltanto di consegnargli altra energia; quella che gli ritoglie è quella che non gli ha consegnato ancora; non turba uno stato di possesso esistente, bensì impedisce al possesso stesso di sorgere.

Ciò stante, le conseguenze di diritto sono intuitive; la reintegrazione del possesso, che può essere chiesta da chiunque, anche dal possessore di mala fede, indipendentemente da ogni indagine sulla legittimità del possesso stesso, richiede però due condizioni inderogabili: chi agisce deve dimostrare il suo possesso, almeno *de facto*, e di esserne stato spogliato. Come potrebbe l'utente dimostrare di essere stato spogliato di quanto non gli è stato ancora fornito?

Bene rilevò il Pretore di Ancona che, in questo caso, non nel possesso, per esservi reintegrato, può trovare l'utente il titolo della sua azione, bensì nel contratto, nel rapporto obbligatorio, per ottenere la esecuzione della fornitura.

Trattasi di azione petitoria tendente a conseguire il possesso di cosa dovuta, non di azione possessoria tendente alla reintegrazione di un possesso già esistente e turbato.

AVV. ALESSANDRO PATRUCCO.

PRASSI AMMINISTRATIVA

Nella presente rubrica vengono riassunti principii, che hanno carattere generale, ma che vengono affermati dalla giurisprudenza o dalla stessa Pubblica Amministrazione in occasione di specifici provvedimenti amministrativi in materia attinente a derivazioni di acque pubbliche a scopo di produzione di energia elettrica o di provvedimenti relativi a servitù di elettrodotto, concessioni di sussidi a impianti e linee elettriche, laghi e serbatoi artificiali etc. La massima viene desunta dal testo di sentenza o d[illegible]isione e dal decreto, e dal relativo parere del Consiglio dei LL. PP. La ricerca del provvedimento testuale è resa possibile ai lettori colle indicazioni della decisione o sentenza — che vengono indicati per ciascuna massima — o della data del decreto — e annesso disciplinare che sono pubblicati nel *Bollettino del Ministero dei Lavori Pubblici* — colla data e numero del relativo parere del Consiglio dei LL. PP. In ogni modo la Direzione della Rivista è a disposizione degli interessati per ogni altra ricerca, richiesta di copie e simili.

La Rivista *L'Energia* non ha bisogno di richiamare la importanza di queste massime, che costituiscono precedente giudiziario e amministrativo che vale spesso a risolvere casi pratici controversi, in via di interpretazione giurisprudenziale od autentica attuata in casi analoghi.

Ogni massima ha un numero progressivo che sarà richiamato nell'apposito indice annuale.

101 – *Concorrenza in istruttoria - Costruzione abusiva di una centrale prevista da un progetto concorrente e non prescelto per la concessione definitiva - Concessione precaria.*

Quante volte per uno dei progetti concorrenti per derivazione idroelettrica — in seguito non prescelto per la concessione definitiva (e ciò per ragioni tecnico economiche e per ragioni di più vasta utilizzazione del bacino) — siasi verificato il caso di costruzione abusiva dell'impianto della centrale, può — per quest'ultima — essere accordata convenzione precaria di esercizio, intendendosi che questa dovrà cessare all'atto dell'entrata in esercizio della costruenda centrale prevista dal progetto prescelto in concessione, e ciò senza corresponzione di indennità.

Ove peraltro alla centrale prescelta sia accordato lo sfruttamento di una determinata quantità d'acqua inferiore alla media ovvero alla massima portata la centrale abusiva potrà godere il beneficio di sfruttamento dei superi.

D. R. 4 marzo 1929. Concessione Soc. Elettr. Ligure Piemontese. Derivaz. Torrente Stura, (Comune di Campoligure). Parere Cons. Sup. LL. PP. n. 3067 del 15 dic. 1927, n. 386 del 15 febbraio 1928 e n. 1529 del 15 giugno 1928. (*Boll. Min. LL. PP.* 1930, pag. 561).

102 – *Comuni rivieraschi - Riserva di utenza di cui all'art.* 40 *del D. L. n.* 2161 *- Determinazione del loro territorio.*

I Comuni rivieraschi del corso d'acqua investito da un decreto di concessione e che, ai sensi dell'art. 40 del D. L. 9 ottobre 1929 n. 2161, godono del privilegio della riserva di utenza per una quota dell'energia producibile, sono quelli fra il punto di presa e quello di resa della derivazione, intendendosi il primo requisito, nel caso specifico, come quello ove trovasi il punto nel quale ha termine praticamente il rigurgito a monte della presa.

Come al n. precedente. (*Boll. Min. LL. PP.* 1930, pag. 57).

103 – *Concessione idroelettrica - Modalità tecnica delle opere di presa - Dighe.*

Le opere di presa previste in progetto possono, nel disciplinare di concessione, essere completate con opere complementari obbligatorie. Tali, nella specie, possono essere: 1° la scarpata a valle della diga dovrà essere profilata con scarpa del due ad uno, usando materiale sabbio argilloso e rivestendo la scarpata con una protezic[illegible] erbosa. 2° Il parapetto in prossimità dovrà essere irrobustito in modo da resistere alla spinta idrostatica. 3° La galleria di scarico di fondo della diga dovrà essere adattata a collettore delle filtrazioni raccolte in fondo alla muratura a secco.

D. R. 14 novembre 1929. Concessione Soc. Elettr. Fratelli Mazzolini. Derivaz. dal Rio Tramba, Comune di Tolmezzo (Udine). Pareri n. 989 del 29 aprile 1923 e 292 del 29 gennaio 1928. (*Boll. Min. LL. PP.* 1930, pag. 585.

104 – *Concessioni idroelettriche - Opposizioni di pretesi interessi lesi - Reiezione sulla base di accertamenti tecnici di fatto.*

Le opposizioni presentate in istruttoria, fondate sulla pretesa che la derivazione progettata, esaurendo il corso d'acqua, impedirebbe la vegetazione rivierasca, cui verrebbe a mancare l'umidità, ovvero che, per il cessare delle piene, impedirebbe l'apporto delle sabbie, usate con destinazione edilizia, sono respinte efficacemente e per ragioni tecniche, ove risulti che le sponde rocciose e impermeabili non diano apporto di umidità

alle sponde, ovvero quando risulti che le opere di derivazioni previste siano così modeste da non turbare l'apporto delle sabbie.

D. R. 18 febbraio 1930. Concessione Ditta Torresi. Derivazione dal Torrente Boreco in Comune di Zerba (Piacenza). Parere del Cons. Sup. dei LL. PP. n. 864 del 29 marzo 1929. (*Boll. Min. LL. PP.* 1930, pag. 1715).

105 – *Concessione idroelettrica - Bacini di integrazione successivi - Loro compatibilità.*

Nulla osta alla costruzione di due bacini di ritenuta interferenti, specie quando l'uno di essi ha capacità enormemente superiore (nella specie svil. 6-7 mc.) all'altro (100.000 mc.) sicchè minima può essere l'influenza di questo su quello, salva l'introduzione nel disciplinare relativo al bacino minore di apposita clausola di tutela così formulata: « la Ditta concessionaria si obbliga ad osservare quelle prescrizioni per l'esercizio della derivazione che l'ufficio del Genio civile, in qualunque tempo, ritenesse necessario impartire per evitare danni all'impianto a valle che si manifestassero in dipendenza del funzionamento dell'impianto che forma oggetto del presente disciplinare ».

Come al precedente. (*Boll. Min. LL. PP.* 1930, pag. 172).

106 – *Riserve ferroviarie - Modalità determinative e limitatorie.*

La riserva di energia producibile da un impianto, e per usi ferroviari, può essere limitata e determinata con opportuna clausola così formulata: « Della energia producibile con l'impianto cui è oggetto la presente concessione sarà riservata a favore delle Ferrovie dello Stato una parte corrispondente a non più del ....% della potenza ricavabile dall'impianto in esercizio in dipendenza della portata del torrente, da fornirsi a prezzo di costo determinato con criteri di cui al R. decreto-legge 2 maggio 1920 n. 597, e con le particolari clausole tecniche che saranno concordate con l'Amministrazione delle Ferrovie dello Stato in apposita convenzione nella quale verrà concretata la richiesta effettiva di energia occorrente per detta amministrazione nei limiti di cui sopra.

Le Ferrovie dello Stato dovranno far luogo alla richiesta concretata nell'atto di cui sopra entro il termine massimo di anni tre dalla data di ultimazione degli impianti.

Qualora la clausola tecnica della fornitura implichi particolari oneri nella costruzione degli impianti idraulici ed elettrici, la richiesta di energia da parte dell'Amministrazione delle Ferrovie sarà per essa impegnativa dalla data della definizione degli accordi, e l'energia impegnata dovrà essere ritirata o comunque pagata a decorrere dalla data che sarà fissata nello speciale accordo da stabilirsi tra l'Amministrazione ferroviaria e la ditta concessionaria ».

D. R. 27 febbraio 1930. Concessione Soc. Costruz. Elettr. Italia Orientale. Derivazione Torrente Hubel in Comune di Aidussina (Gorizia). Parere Cons. Sup. LL. PP. n. 3587 del 29 dic. 1928. (*Boll. Min. LL. PP.* 1930, pag. 1387).

107 – *Concessioni idroelettriche - Clausola nell'interesse militare.*

Il disciplinare di una concessione idroelettrica può contenere una clausola nell'interesse della difesa militare formulata in modo affatto generico e come appresso: « la ditta concessionaria si obbliga di accettare le condizioni che verranno imposte dall'autorità militare nell'interesse della difesa nazionale », e ciò senza limitazioni o garanzie.

Come al n. precedente. (*Boll. Min. LL. PP.* 1930, pag. 1388).

108 – *Concessione idroelettrica - Procedura istruttoria - Concessibilità di una parte dell'impianto in pendenza del compimento dell'istruttoria della parte residua.*

Ove durante l'istruttoria di una domanda di derivazione per utilizzazione idroelettrica, siasi, a seguito delle opposizioni, invitata la Ditta aspirante a modificare il progetto per una parte dell'impianto (secondo salto), nulla osta che, per la parte che resta immutata, si proceda al rilascio del decreto di concessione.

D. R. 16 gennaio 1930. Concessione alla Soc. Industriale Italiana Derivazione dal torrente Castellano (Ascoli). Pareri Cons. Sup. LL. PP. n. 2690 del 29 agosto 1927, n. 1606 del 15 giugno 1928 e 3404 del 15 dicembre 1928 (*Boll. Min. LL. PP.*, 1930, p. 1341).

109 – *Concessione idroelettrica - Domanda anteriore al 1920 - Decadenza.*

Le domande di derivazione di acqua pubblica presentate prima del 1920 e non rinnovate dopo il Regolamento approvato con D. L. 28 marzo 1920, n. 401 debbono essere dichiarate decadute in confronto di altre e regolari domande successive a detto termine.

D. R. 17 febbraio 1930. Concessione alla Soc. Costruzioni Elettriche Italia Orientale. Derivazione dal torrente Hubel (Gorizia). Pareri Cons. Sup. LL. PP. n. 2657 del 29 ottobre 1925, n. 85 del 29 aprile 1928 e N. 3587 del 29 dicembre 1928 (*Boll. Min. LL. PP.*, 1930, p. 1372.

110 – *Concessioni idroelettriche - Utenze legittime precedenti - Momento di determinazione dell'indennizzo e danaro.*

In sede istruttoria di una domanda di derivazione idroelettrica può esser riconosciuta utile e conseguentemente produttiva di apposita clausola nel disciplinare di concessione, la dichiarazione di uno o più legittimi utenti diretta ad ottenere l'indennizz o in danaro. Anzichè mediante fornitura di una corrispondente quantità di energia elettrica per la soppressione o assorbimento dell'utenza.

D. R. 17 febbraio 1930 di cui al n. precedente (*Boll. Min. LL. PP.*, 1930, p. 1378).

111 – *Concessioni idroelettriche - Domande concorrenti istruite sotto la cessata autorità austriaca - Condizioni di validità.*

Quando fra le domande concorrenti a una derivazione idroelettrica ve ne siano alcune istruite sotto la cessata autorità austriaca è condizione di validità che esse siano ripresentate a termini dell'art. 5 del D. L. 28 marzo 1920, n. 401. E ciò tanto più quando l'esame della domanda sotto il cessato regime si limitò alla applicabilità delle disposizioni austriache delle norme sul regolamento industriale e non nei riguardi idraulici.

D. R. 17 febbraio 1930 di cui al N. precedente (*Boll. Min. LL. PP.*, 1930, p. 1873).

112 – *Concessioni idroelettriche - Sussidio governativo - Eventuale impiego di sovraprofitti di guerra*

È da ritenersi escluso da assorbimento per impiego di sopraprofitti di guerra il sussidio governativo di costruzione e di esercizio di impianti elettrici, quando l'inizio dei lavori abbia avuto luogo nel tempo (1927) in cui avevano cessato di aver vigore le disposizioni relative alla tassazione per imposta straordinaria di redditi dipendenti dai sovraprofitti di guerra.

D. R. 17 febbraio 1930 di cui al precedente N. (*Boll. Min. LL. PP.*, 1930, p. 1325).

113 – *Concessione idroelettrica - Varianti in sede di progetto definitivo - Casi in cui possa prescindersi da nuova istruttoria.*

In sede di progetto esecutivo sono ammissibili varianti anche fondamentali, quali ad esempio la soppressione di un serbatoio previsto dal progetto di massima. In tal caso, ove non si alterino i caratteri essenziali della concessione e, anzi, ove si corrisponda al criterio di una più vasta utilizzazione del bacino interessato, non è necessaria una ulteriore istruttoria a riguardo del progetto definitivo.

D. A. 17 marzo 1930. Concessione Soc. Idroelettrica del Cismon. Derivazione dal Torrente Fanol (Trento). Parere n. 3487 del 20 dicembre 1928 (*Boll. Min. LL. PP.*, 1930, p. 2008).

114 – *Concessione idroelettrica - Disciplinare - Clausole speciali di limitazione e regolazione della portata.*

La clausola di un disciplinare di concessione idroelettrica relativa alla regolazione della portata e alle opere inerenti può essere la seguente: « si dovranno costituire le seguenti opere: 1° In corrispondenza di ogni singola presa la bocca a battente sarà modulata in guisa da lasciar defluire una portata non superiore alla massima parziale stabilita; 2° sul lato verso corrente di ciascun bacino di decantazione sarà ricavato lo sfioratore per lo smaltimento dell'eventuale eccesso di acqua derivato, col ciglio a quota corrispondente a quella che l'acqua deve avere all'imbocco del rispettivo canale derivatore per il deflusso della portata massima parziale anzidetta.

D. R. 17 marzo 1930 come al N. precedente (*Boll. Min. LL. PP.* 1930, p. 2013.

115 – *Concessione idroelettrica - Disciplinare - Clausole nell'interesse della polizia dei boschi - Clausole per il caso di guerra.*

Fra le clausole del disciplinare di una concessione idroelettrica può essere inserita quella di imporre che i lavori d'impianto siano eseguiti col minimo danno dei boschi e delle singole piante e di provvedere al rimboschimento della zona adiacente alla costruzione che fossero prive di alberature o con alberatura troppo rada.

Può essere anche inserita una clausola per la quale, in caso di guerra, l'Autorità Militare si riservi il diritto di utilizzare l'impianto costruito e l'energia prodotta, pagandone il giusto prezzo.

D. R. 17 marzo 1930 di cui al n. precedente (*Boll. Min. LL. PP.*, 1930, p. 2016-2017).

A. G.

Il Ministro delle Corporazioni, On. Bottai, visita gli impianti elettrici

Accogliendo l'invito fattogli dall'On. Motta, il Ministro delle Corporazioni, S. E. Bottai, ha dedicato quattro giornate della prima settimana di Agosto alla visita di alcuni dei più importanti impianti della « Edison » onde rendersi conto da vicino dello sforzo poderoso finanziario, di tecnica e di lavoro che l'industria elettrica deve compiere per fornire l'energia necessaria ai bisogni della vita civile, agricola ed industriale del Paese.

E sono state quattro laboriose giornate nel corso delle quali il Ministro è più volte salito sui dorsi delle montagne in prossimità dei ghiacciai, seguendo dipoi il corso dei torrenti e dei fiumi attraverso le successive opere di imbrigliamento, di immagazzinamento delle loro acque nei serbatoi di invaso e di adduzione alle centrali; e infine ha esaminato le centrali.

S. E. Bottai ha successivamente visitato il gruppo d'impianti dello Spluga, della grande diga di Cardanello alla Centrale di Mese, poi il gruppo di impianti di Valle Antrona con la diga di Campliccioli e la centrale di Pallanzeno.

Il Ministro ha dedicato la giornata del 6 Agosto alla visita della Colonia di Suna, sul Lago Maggiore, ove trecentosessanta piccini, figli di dipendenti di ogni grado del Gruppo Edison, gli hanno tributato una entusiastica dimostrazione di affetto allorchè egli è apparso loro, in mezzo al « grande Papà » ed alla « grande Mamma » della colonia: l'On. Motta e la di lui Signora.

La Edison ha anche istituito a Suna un grande convalescenziario per i suoi dipendenti, che potranno esservi ospitati in numero di sessanta.

La visita del Ministro delle Corporazioni ha segnato la data di inaugurazione di questo grande Istituto: e per questo erano convenuti a Suna ed erano accanto alla signora Rosa Motta Antonione, S. E. Alfieri, sottosegretario alle Corporazioni, S. E. il Prefetto di Novara, il Senatore Falcioni, gli On. Basile, Capoferri e Scotti, il Segretario Federale di Novara, Calori, il Podestà e il Segretario politico di Suna ed altre autorevoli persone.

L'ultima giornata del viaggio del Ministro fu dedicata ai lavori di sistemazione per lo sfruttamento integrale del bacino del Toce, dal quale, a lavori ultimati, la Edison ricaverà un miliardo e 400 milioni di kWh. E si è pertanto risalita tutta la vallata fino alla bellissima cascata a 1675 m sul mare, poi ancora lungo la Val Formazza lungo il Toggia al bacino del Lago Kastel (m 2220), al grandioso cantiere per la costruzione della diga sul Toggia.

Il Ministro, desiderò che gli operai fossero radunati sul cantiere della diga, per dire loro la sua parola di encomio e di incitamento.

Avevano seguito il Ministro nel suo viaggio ed erano lì presso di lui l'On. Motta, l'On. Benni, Presidente della Confederazione dell'Industria, l'Ing. Ferrerio, Direttore Generale della Edison, gli Ingg. Merizzi, Marinoni, Gasparoni, ed altri della Edison o di Società del Gruppo.

Dopo opportune parole dell'On. Motta, salutato da vibranti applausi S. E. Bottai ha così parlato:

« Operai, come vi ha detto adesso il Capo della grande impresa, in cui avete la fortuna e l'orgoglio di lavorare, da circa quattro giorni, lasciato il mio lontano ufficio, io sono venuto nei cantieri, nei luoghi di lavoro della Edison. Dallo Spluga a qui, ho potuto rendermi conto di quale mole imponente di lavoro si sia caricata questa Società. Ho potuto rendermi conto quali difficoltà quotidiane essa ha affrontato per disciplinare le forze idriche e convertirle in energia. Molte volte, durante il mio breve ma intenso viaggio, vedendo dei vostri compagni di lavoro, avrei voluto fermarmi, sostare in mezzo a loro, parlare con loro, lo sguardo nello sguardo. Vecchio combattente e vecchio soldato, io conosco queste adunate del popolo lavoratore nelle lontane montagne là dove parla agli animi una segreta e misteriosa nostalgia della terra lontana. Or ora, quando voi scendevate dalla montagna per i dirupi e per i sentieri, in lunghe teorie umane, mi pareva di rivedere i miei compagni di un tempo, i soldati, i fanti della grande guerra, radunarsi dietro la trincea. Ed è ancora, se voi me lo permettete, a soldati, che io voglio parlare, con la mia anima di soldato. Soldati voi di un lavoro difficile e penoso, soldato io di un altro genere di lavoro, che mira ad integrare il vostro, nella più vasta armonia del lavoro nazionale, per la potenza e la fortuna dell'Italia.



Foto Bragaglia - Roma.

« Io sono venuto da voi non per portarvi un generico saluto, un saluto luccicante di vago umanitarismo e di vaga filantropia, ma per testimoniarvi la concreta, attiva e fattiva simpatia del Governo Fascista e del suo Capo, per il popolo che lavora. Noi abbiamo la coscienza, operai, di poter venire tranquillamente fra di voi, voglio dire con l'animo sereno, sicuri di aver sempre compiuto verso la classe lavoratrice tutto il nostro dovere. Se voi poteste e forse lo potete, nella vostra diuturna fatica sollevare il vostro sguardo oltre il piccolo mondo in cui vi trovate a faticare, voi vedreste che nelle altre nazioni il popolo lavoratore è straordinariamente più depresso del nostro, perchè nessun Governo, nessuna altra Nazione ha compiuto a vantaggio delle classi lavoratrici quello che noi abbiamo compiuto.

« Abbiamo dato al popolo lavoratore italiano leggi e istituzioni che nessun'altra nazione può vantare, ma sopratutto abbiamo infuso nella classe dirigente industriale italiana una coscienza nuova. Abbiamo trovato in questa classe dei precursori della nostra politica e tra di essi può veramente mettersi l'On. Motta, vostro capo. Ma abbiamo lavorato su questo stato d'animo, costruito da questi precursori e lo abbiamo diffuso in tutta la classe dei dirigenti industriali italiani, i quali sanno che non è possibile nessuna grande impresa, non è possibile la costruzione di grandi ricchezze, non è possibile edificare la potenza produttiva della Patria, senza che i lavoratori che li seguono siano contenti, soddisfatti nel loro quotidiano lavoro.

« Io non voglio lanciare giudizi che per un viaggio così breve potrebbero sembrare avventati, ma dai vostri volti, dai vostri occhi mi è parso di capire che voi siete degli operai soddisfatti dei vostri dirigenti. Veramente la Edison può essere presa a modello di impresa integrale, che va dai cantieri alle opere di assistenza per i suoi dipendenti; dai cantieri alle colonie per i bambini, perchè se deboli, vengano risanati, e godano di una più fresca e più energica vita.

« Ebbene, voi dovete essere orgogliosi, voi che avete la fortuna di lavorare in una simile impresa, con un simile capo. Quando noi saremo riusciti, attraverso il nostro lavoro, ad infondere in tutti i dirigenti industriali italiani, in tutti gli operai italiani, la coscienza di questa solidarietà, veramente noi potremo dire di aver

compiuto, sotto la guida del nostro grande Capo, di Benito Mussolini, un'opera degna, che resterà viva. Voi pure, operai, dovete man mano, sotto la guida dei Sindacati, formarvi una coscienza nuova. Voi pure, operai, dovete comprendere che non vi è popolo operaio ricco, felice, prospero e tranquillo, se non attraverso la disciplina e l'organizzazione. In tutti i paesi del mondo la disoccupazione infierisce, in tutti i paesi del mondo la depressione economica spreme le imprese industriali. Io non vi descriverò l'Italia in questo momento come un felice paradiso terrestre, dove tutto vada bene. Voi siete uomini ed io vi parlo da uomo. Anche l'Italia soffre della crisi economica mondiale, ma forse meno degli altri paesi. E perchè forse meno degli altri? Forse perchè siamo più ricchi, forse perchè abbiamo più denari? No, operai, è perchè siamo più disciplinati, e perchè sappiamo che per vincere questa grande battaglia bisogna sopratutto saper ubbidire. Ubbidire, *parola difficile, parola dura, ma che voi dovete comprendere, che voi dovete sopratutto applicare nella vostra vita quotidiana, se volete che gli operai dell'Italia di domani abbiano la fortuna che voi avete avuto, di dirigenti che comprendano le loro necessità, i loro bisogni e vadano incontro a tutte le loro necessità.*

« Operai, voi siete i disciplinatori delle acque. Pazientemente, sotto la guida dei vostri Capi, sui dorsi delle montagne scabrose e ferrigne, voi andate a ricercare le piccole vene delle acque o i grossi torrenti, e indigandoli li disciplinate per terre lontane. Queste acque, che senza la vostra opera si rovescerebbero rovinose per le coste montane e scenderebbero nelle pianure producendo rovine e catastrofi, mercè la vostra opera si convertono in energia. Mi piace pensare che anche lo svolgimento del nostro lavoro è un po' simile al vostro. Anche noi lavoriamo a ricercare le sparse energie, e queste energie italiane, disordinate ieri, disciplinìamo e incanaliamo, certi che essi ci daranno la potenza di vivere e di vincere nel mondo. »

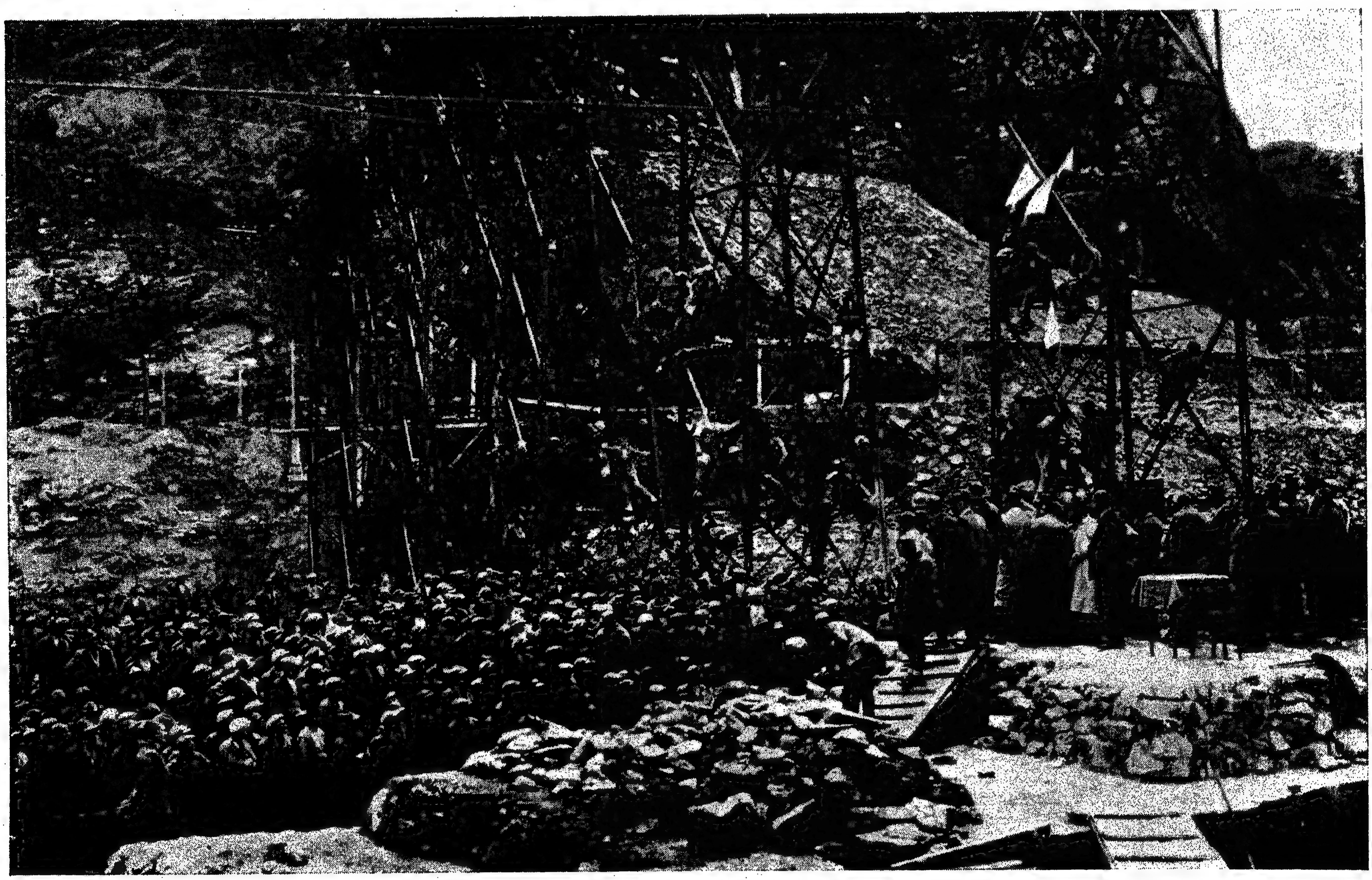
Gli operai improvvisarono una calorosa dimostrazione.

S. E. Bottai inviava all'On. Motta al suo ritorno a Roma, il telegramma seguente:

Roma, 9 mattina

On. Giacinto Motta - Società Edison - Milano.

Ritornando al mio lavoro trovo il tuo affettuoso telegramma. Le parole scambiate tra di noi le opere contemplate i propositi da te manifestati per l'avvenire mi affidano che la grande impresa di ricostruzione economica della nazione ha in te un operoso capitano e nella Edison un sicuro stromento di attuazione. Ai dirigenti tutti ai tecnici agli impresarii ai lavoratori il mio saluto memore e fiducioso. Bottai



S. E. Bottai parla agli operai dalla Diga del Toggia.

FATTI E TESTIMONIANZE

SACKETT E GIARRATANA.

Al deputato Giarratana, campione della lotta scatenatasi tempo addietro contro l'industria elettrica in Italia, ha fatto invidia il clamoroso successo di S. E. Sackett, ambasciatore degli Stati Uniti a Berlino.

I lettori che non fossero informati del fatto, devono sapere che questo ambasciatore non si è peritato di denigrare l'industria elettrica del suo paese, al recente Congresso della così detta Conferenza Mondiale dell'energia.

Con grande meraviglia, dunque, dei Congressisti di Berlino, il Signor Sackett ha sentito il bisogno di esprimere il suo pensiero per la sproporzione enorme, a sentir lui, fra il costo di produzione dell'energia elettrica agli Stati Uniti e il suo prezzo di vendita.

Non spetta a noi giudicare il gesto compiuto dal Signor Sackett. Ci limitiamo a esporre due pensieri: primo, che Mussolini avrebbe con ogni probabilità, destituito per telegrafo l'ambasciatore italiano che si fosse permesso in paese straniero, denigrare, sapendo escluso il contradittorio, una grande industria del suo paese; secondo, che il Signor Sackett, con ogni probabilità, ha sull'industria elettrica delle idee molto confuse, anzi inesatte, come cercheremo di brevemente dimostrare nel seguito. Ma l'On. Giarratana ha colto l'occasione di quel gesto, che in Italia sarebbe molto severamente giudicato, per rinfocolare da noi una campagna superata ormai, e rivendicare a sè stesso l'onore di essere stato il pioniere di Sackett nel dare addosso all'industria elettrica. Ma procediamo con ordine.

Cominciamo col riportare le parole dell'ambasciatore:

« Io non conosco nessun'altra industria manifatturiera — « disse — nella quale il prezzo di vendita del prodotto alla gran « massa dei consumatori, sia uguale a quindici volte il costo di « produzione.... (1). Che l'energia elettrica sia prodotta mediante « le forze d'acqua o con moderne centrali a vapore, il costo « dell'elettricità è disceso continuamente fino a poter affermare « oggi che una stazione economica produce corrente a un « prezzo compreso fra 0,3 e 0,4 cent. di dollaro per kWh (equi- « valente a 5,75 e rispettivamente 7,65 centesimi di lira italiana). « Nella maggioranza dei grandi centri di popolazione, in Ame- « rica almeno, i consumatori pagano il consumo domestico « all'incirca 6 centesimi di dollaro (equivalente a L. 1.15 al- « l'incirca) per kWh: quindici a venti volte il costo. Una tale « discrepanza fra il costo di produzione e il prezzo di consegna, « offre un largo campo di studio agli ingegneri della distribu- « zione ».

Il Signor Sackett ha proseguito poi dichiarando che il margine indicato è talmente grande, che si va facendo strada nella pubblica opinione dell'America la persuasione che le forze idrauliche dovrebbero essere utilizzate direttamente dal Governo, e ciò per contrastare le imprese private che anche in America costituiscono l'enorme maggioranza delle aziende elettriche.

Non sarà inopportuno inserire a questo punto un fatto, un ricordo ed un commento. Cominciamo dal fatto.

(1) Saremmo curiosi di sapere che cosa pensa S. E. Sackett del costo di produzione di un litro di acqua minerale da tavola, che si paga, a seconda del luogo dove si beve, da tre a dieci lire, vetro escluso!!

Una recente statistica ufficiale americana attesta che le centrali termiche di quel paese hanno consumato in media circa 850 grammi di carbone per produrre un kilowattora. È difficile indicare per il carbone un prezzo medio valevole per tutti i casi. A New York il carbone costa all'incirca 80 lire la tonnellata. *Sono dunque quasi sette centesimi di lira per il solo carbone.* Se si tien conto degli altri consumi, del personale, della manutenzione e poi degli interessi sul costo capitale della centrale e del rapidissimo ammortamento cui questo tipo di investimento è soggetto, si giunge presto alla conclusione inoppugnabile che il costo medio di produzione del kilowattora non può essere inferiore negli Stati Uniti, per esempio a New York (dove il carbone costa meno che da noi, ma costa molto più la mano d'opera e molto più la spesa d'impianto e conseguentemente la spesa di manutenzione e di rinnovamento) non può essere inferiore a 20 o 25 centesimi in centrale. In queste condizioni, l'affermazione Sackettiana diventa ad un tempo chiara e spiegabile, poichè con tutta probabilità egli si è riferito al costo del solo combustibile!

Bisogna poi d'altra parte ricordare che negli Stati Uniti funziona da moltissimi anni quel controllo delle autorità sulle tariffe dell'energia elettrica, del quale il nostro Onorevole e qualche altro tecnico più o meno autorevole sono diventati paladini.

Ecco ora il nostro commento semplice ed intuitivo: Siccome tutto il mondo è paese, e l'America non poteva mancare di malcontenti, specie contro le industrie a servizio pubblico, che per predestinazione non possono contentare nessuno, così è accaduto anche laggiù, con qualche decennio di anticipo su noi, che per ridurre l'*enorme* (aggettivo d'obbligo) aggravio rappresentato dall'energia elettrica (si sa che pesa per l'uno per cento e anche meno sul bilancio famigliare e per il 2% circa sul prezzo dei prodotti industriali) cioè per tutelare i pretesi sfruttati contro gli asseriti sfruttatori, non si trovò di meglio che inventare le commissioni tariffarie: professionisti e tecnici nominati dallo Stato, coll'incarico di fissare le tariffe. I consumatori hanno naturalmente applaudito, non perchè sperassero giustizia, come danno ad intendere i profeti del sistema, ma precisamente perchè speravano una sensibile diminuzione di spesa per loro. Ahimè, la ragionevolezza ha mostrato che per stabilire tariffe eque si doveva tener conto *del costo degli impianti*; e questo importante elemento — il costo degli impianti — fu definito giudiziariamente non come lo sborso sostenuto dal loro proprietario, *bensì come la spesa necessaria a ricostruirli nel momento in cui si discute la tariffa.*

Sembra difficile immaginare una definizione più oggettiva ed imparziale di questa, specialmente trattandosi di regolare il prezzo del servizio elettrico, il quale non può essere dato al pubblico dall'impresa che lo ha assunto, se non arrischiando ingenti capitali, ognora crescenti con ritmo accelerato; ma naturalmente è bastata questa decisione per rovesciare le speranze dei consumatori; basta la riflessione e un po' di conoscenza della psicologia delle masse, per spiegare, dopo la delusione dei consumatori, le critiche e le accuse di cui le povere Commissioni sono diventate l'oggetto. Tante e tali da qualche anno, che *nessun consumatore vuole più commissioni dei prezzi;* e che perfino si è potuto produrre l'episodio Sackett.

Ebbene, in queste condizioni, non pare strano che in Italia

si trovi ancor gente, la quale, partendo dall'episodio stesso, nuovamente proponga l'intervento delle autorità in materia di tariffe e prezzi dell'energia elettrica?

Si tenga presente che in Italia, grazie al Decreto N. 681 del 4 marzo 1926 emanato dal Ministro Giuriati, vige la revisione periodica dei prezzi e delle tariffe in tutti quei casi nei quali la svalutazione intervenuta nella moneta del dopo guerra, rende iniquo il vantaggio del compratore che fruisca ancora di prezzi espressi in una moneta ormai scomparsa e pagati in moneta avente un potere d'acquisto ridotto al quinto circa.

La revisione legale della quale parlo, se le parti non si accordano, è deferita ad un collegio di periti. Ebbene, di questi arbitrati se ne sono fatti in gran numero; e *tutti tutti*, (se se ne esclude forse uno o due) hanno concluso imponendo l'aumento dei prezzi.

Chiunque troverebbe che questo fatto depone a favore di chi ha chiesto l'aumento di prezzo; che in ogni modo, trattandosi dell'applicazione di una legge fascista, nessuno può sospettare ci sia sotto il prepotere degli odiati elettricisti. Ma invece c'è gente la quale deve trovare che l'aumento (*inesorabile*, dicono costoro) delle tariffe è un'azione poco meno che delittuosa, se se ne sdegnano al punto da invocare nuove commissioni di indagine, anzi addirittura interventi d'autorità contro i prezzi così aumentati. Un ingenuo potrebbe anche qui pensare che costoro vogliano la giustizia. No; essi vogliono soltanto una commissione che pronunci e imponga la riduzione delle tariffe. Dubitate che si esageri? Niente affatto. La Commissione che doveva esaminare questa pretesa fu già nominata alla fine del 1927, quando, essendosi stabilizzata la lira, parve possibile a taluno cogliere l'occasione per imporre una diminuzione di prezzo anche all'industria elettrica, che invece non aveva ancora raggiunto l'equilibrio. Di quella Commissione fece parte anche l'On. Giarratana, il quale sapete come ne giudica *oggi* i risultati? Dice che furono *nulli*! Voi siete indotti a credere che la Commissione non abbia concluso nulla! Siete indotti in errore dalle affermazioni del citato Onorevole. La Commissione ha concluso *dichiarando proprio che i prezzi dell'energia non erano troppo alti e che non si poteva ridurli*, ed ha riconosciuto, lui, *che la documentazione offerta dal presidente della «Unfiel» era ampia ed esauriente*!

Ma questo non è ciò che si voleva da chi voleva la diminuzione. La Commissione la rifiuta. Dunque il risultato fu nullo. Se non capite neanche adesso, siete di una durezza di comprendonio inguaribile!

Ma è chiaro come il sole che a costoro non importa un fico della giustizia e dell'equità. A loro importa soltanto ridurre i prezzi, ossia nuocere all'industria elettrica. Tutta la loro azione, tutta la loro prosa, diventano comprensibili soltanto se si tiene presente questo preconcetto. Ne volete un'altra prova? La bomba dell'ambasciatore americano non ha mancato di mettere in subbuglio l'industria elettrica americana, la quale, per bocca del Presidente della National Electric Light Association, non ha mancato di dichiarare, con bell'eufemismo, che l'ambasciatore dimostrava di avere una grande lacuna nella comprensione dei principî economici fondamentali degli affari in generale, e particolarmente del servizio elettrico.

Ma credete voi che questa risposta sufficientemente chiara, abbia indotto a riflessione almeno l'On. Giarratana, il quale al pari del suo collega americano può vantarsi di aver appartenuto una volta alle imprese elettriche, e che quindi non dovrebbe del tutto ignorare come stanno realmente le cose? Tutt'altro; all'On. Giarratana non è parso vero di rimontare sul pulpito dal quale da molto tempo predica il suo «Delenda Carthago» contro le imprese elettriche italiane. Ecco come si spiega la rinnovata attività del vulcanico deputato. Da una parte infatti dopo lo scandalo di Berlino, si è affrettato a interrogare il Ministro delle Corporazioni «per sapere se ritiene opportuno sottoporre all'esame della Corporazione dell'Industria il problema «delle tariffe dell'energia elettrica, dato che mentre hanno «tregua le clamorose polemiche, le tariffe continuano inesorabilmente ad aumentare in qualunque luogo e per qualunque «uso».

D'altro canto non ha mancato di presentare i fatti a modo suo (o non si è perfino sbagliato nel ristampare diminuite di un punto le già inverosimili cifre di Sackett?) aggiungendo delle considerazioni talmente curiose, che sarebbe vero peccato defraudarne i lettori. Scrive dunque l'On. Giarratana:

«Già nel numero del *Popolo di Brescia* del 4 dicembre 1928, «in un articolo «Benzina ed Elettricità» noi avevamo fatto ri«saltare.... che il prezzo dell'energia in America era ribassato «rispetto al 1913, cioè a prima della guerra.... Ma che cosa «si deve dire del fatto che in America si protesta circa l'altezza «delle tariffe, le quali tariffe scendono di anno in anno, mentre «in Italia crescono di anno in anno, e tutte le volte che qualcuno «protesta riceve dei pugni nello stomaco?».

Risposta: Si deve dire una cosa sola: che l'On. Giarratana dimentica (non sappiamo se il verbo sia preciso) le contrarie vicende monetarie nei due paesi; in America la moneta, per la guerra, non subì svalutazioni di sorta; in Italia invece la moneta attuale non ha di comune che il nome con la moneta antebellica, mentre il contenuto aureo è ridotto a poco più di un quarto e il potere d'acquisto non è superiore ad un quinto del potere di anteguerra. Provi l'On. Giarratana a tener conto di questi fatti, e poi troverà la risposta alla sua domanda; la troverà certamente se vorrà smettere un momento solo il preconcetto che lo domina.

Andiamo avanti. Scrive ancora l'On. Giarratana, che siccome gli idroelettrici si vantano di aver creato in Italia la più potente industria *da soli*, egli si sente in dovere di precisare che questa industria ebbe dallo Stato nientemeno che 45 milioni nel '28-'29 e di dichiarare che nessun'altra industria in Italia ha avuto più milioni direttamente dallo Stato. Nessuna industria, dice lui, è stata così largamente sussidiata in modo diretto.

Anche qui l'On. Giarratana dimentica che le spese per le bonifiche sono sostenute per l'87,5% dallo Stato; che le bonifiche ebbero dallo Stato una dotazione di sette miliardi, distribuiti in quattordici annualità di 500 milioni ciascuna; che le compagnie di navigazione ebbero sussidî di costruzione larghissimi nell'immediato dopo guerra, ed oggi ricevono sussidî di esercizio molte volte superiori alle modeste cifre assegnate agli impianti elettrici. Dicendo questo non intendiamo sostenere che i sussidî a questi siano *oggi* necessari. Ma è notorio che per costituire i fondi occorrenti *fu appositamente aumentata la tassa sulla luce elettrica*, e che nell'epoca in cui ciò fu deliberato, sopratutto perchè nessuno poteva prevedere la successiva enorme svalutazione della moneta, il sussidio aveva indubbia efficacia di spinta per le nuove costruzioni idroelettriche, che da troppo tempo per la guerra erano cessate!

Ma se queste cose l'On. Giarratana non ha ricordato, non è stato nemmeno esatto nel citare le cifre. Le statistiche ufficiali dicono infatti che l'industria elettrica *privata* ha avuto non 45 bensì 27 milioni di lire per sussidî nel '28-'29; però in questa cifra sono compresi quattro milioni e mezzo dati al Tirso *per la sua funzione irrigativa*, cosicchè effettivamente le imprese di distribuzione private hanno avuto soltanto 23 milioni, non 45. Il resto è stato dato a terzi e per esempio sei milioni e mezzo *a enti pubblici*; 3.800.000 ad impianti di derivazione che appartengono ad industrie che utilizzano l'energia per conto proprio; ecc. Crediamo, in ogni modo dovrebbe bastare il buon senso a persuadere che non è con 23 milioni di sussidî annuali pagati dallo Stato, che si può pretendere di negare alle imprese *private* il merito di aver immobilizzato, a servizio del paese, parecchi miliardi di lire in pochi anni. La sproporzione fra i sussidî e gli immobilizzi è talmente grande, che la mente ricorre senz'altro al pensiero della mosca posata sulle corna del bue, la quale dichiarava di arare essa pure.

Infine sia consentito ricordare che il « *nume il quale si diverte a fare e disfare facendo pagare tutto agli utenti* », come l'On. Giarratana, con elegante perifrasi, ha definito l'On. Motta, ha pubblicato fin dal 24 sulla rivista *L'Energia Elettrica* un articolo « firmato » per proporre l'abolizione dei sussidî, i quali invece furono aumentati senza richiesta da parte della UNFIEL, anzi ad insaputa della medesima, a vantaggio degli impianti meridionali, e furono prorogati poi di due anni, sempre ad insaputa della UNFIEL per farne beneficiare gli impianti che sarebbero stati in corso di avanzata costruzione alla fine del 1928. Del resto anche dopo questa data si fece altra eccezione, ma non a favore di impianti di enti privati. Le affermazioni dell'On. Giarratana dunque hanno il grave difetto di indurre a giudicare le cose in modo ben diverso dal vero.

Ma proseguiamo chè la via è lunga e il tempo ne sospinge. Evidentemente sconcertato dal fatto che la rivista *L'Energia Elettrica* a certe curiose affermazioni circa il preteso obbligo morale delle aziende industriali di anteporre alla tutela del proprio bilancio, la cura per la così detta bilancia commerciale della Nazione, ha opposto alcune sensatissime e profonde considerazioni di S. E. Ciano, l'On. Giarratana entra in una oscura dissertazione sugli impianti termici e sugli impianti idraulici, tutta punteggiata di così bizzarre paradossali accuse all'industria elettrica, che non possiamo resistere al desiderio di riportarla testualmente, ad edificazione dei lettori:

« Ci interessa viceversa sapere — scrive il nostro preconcetto avversario — « perchè in tutte le Puglie si sono sistematica- « mente smantellate le centrali termiche le quali potevano dare « energia a 40 centesimi senza gravi oneri di trasporto, mentre « il prezzo più basso dell'energia idraulica (sic) per forza mo- « trice è di lire 1,10 e per l'illuminazione privata è di lire 3 al « chilowattora.

« Quale pazzia collettiva ha preso la Società Meridionale per « creare i costosissimi impianti idraulici della Sila, le costosis- « sime linee di trasporto di centinaia di chilometri, per arrivare « a pesantissime tariffe con le quali si massacra l'economia « pugliese, per il gusto poi di smantellare le centrali termiche « che avrebbero dato energia senza dubbio a più basso costo?

« Perchè le centrali termiche si sono costruite invece ad una « comoda distanza dalle centrali idrauliche delle Alpi ? (1).

« In realtà si tratta di questo: con le centrali termiche si ri- « valuta l'energia discontinua e si spuntano alte tariffe; con le « alte tariffe si distrugge la concorrenza delle centrali termiche « dove ingombrano (sic, sic, sic).

« Situazioni paradossali. Ma tutto è paradossale intorno « all'industria elettrica, perchè tutto porta il marchio di un nume « il quale si diverte a fare e disfare facendo pagare tutto agli « utenti.

« Ieri erano gli impianti dell'Ovesca; oggi sono quelli di Val « Formazza.

« Così l'industria idroelettrica italiana misura il suo progresso « dall'aumento dei costi di produzione.

« Altrimenti perchè dovrebbero aumentare le tariffe?

« Ma è poi vera gloria? »

Tiriamo il fiato. Evidentemente, direbbe il compianto On. Giolitti che aveva una predilezione per questo avverbio, evidentemente l'On. Giarratana si prende dei grattacapi non necessari per dei fatti che non lo riguardano punto, e sopratutto parla di cose che non conosce, quando critica alcune riforme decise da uomini *responsabili* su alcuni impianti idroelettrici. Per dargli il ricambio, potremmo chiedergli come mai l'Azienda Elettrica Municipale che egli presiede si sia lasciata suggestionare da questa scandalosa leggerezza fino al punto di spendere sei (diconsi sei) milioni di lire per riformare l'impianto di Calvagese, col bel risultato di aumentare la produzione, in tutto e per tutto di forse 600 (diconsi seicento) kilowatt? Se non ci sbagliamo, una spesa di questo genere, (*diecimila lire al kilowatt*) fa impallidire tutte le altre cifre di tutti gli altri impianti idraulici più cari d'Italia.

Questo dovrebbe insegnare a tutti ad andar guardinghi nel muovere appunti e fare critiche. Ma noi speriamo soltanto di trovare qualcuno che ci spieghi quale pensiero abbia voluto esprimere l'On. Giarratana nella prosa sopra riportata, e che per maggior comodità dei lettori deve essere integrata dalla precedente (1).

Vuol rimproverare l'industria elettrica di fare centrali a vapore, o la vuol rimproverare di creare a tutti i costi centrali idrauliche, mentre sarebbero preferibili stazioni a vapore? Chi ne sa qualche cosa? Confessiamo la nostra impotenza nel districare una prosa così ingarbugliata e dei pensieri così contradittorii. Non ci resta dunque che una risorsa: aprire un concorso fra i nostri lettori. *Chi ci darà la spiegazione del rebus, in modo esauriente s'intende, riceverà un premio di* 1.000 *lire* (*diconsi lire mille*). È appena necessario avvertire che non sarà dato nessun premio a chi ci scrivesse che il solo pensiero comprensibile, nitido e non contraddittorio dell'On. Giarratana, è il suo preconcetto contro l'industria elettrica. Questa verità infatti è già stata autorevolmente affermata, ed è ormai di dominio pubblico. Non può dunque meritare premio di sorta chi credesse scoprirla una seconda volta.

Questo detto per l'articolo pubblicato dall'On. Giarratana — e che naturalmente ha fatto il giro di alcuni altri giornaletti di provincia, la solita catena incaricata di diffondere il verbo del nostro preconcetto avversario — passiamo a dire brevemente dell'interrogazione da lui presentata al Ministro delle Corporazioni, e dei commenti coi quali l'ha rinforzata in una così detta intervista romana.

Dice l'On. Giarratana che le tariffe continuano inesorabilmente ad aumentare, in qualunque luogo e per qualunque uso. Crediamo di indovinare che egli alluda al recente accordo fra la Società Meridionale di Elettricità e l'Ente Autonomo del Volturno (il quale si noti è un ente di diritto pubblico, creato con legge speciale e patrocinato dal Comune di Napoli) per l'aumento delle tariffe a Napoli. Ma la risposta non ci sembra difficile. L'On Giarratana deve essere persuaso di avere il monopolio del buon senso e della sapienza elettrotecnica. Gli enti pubblici che hanno aumentato le tariffe sono ormai talmente numerosi, che l'unico il quale resiste ancora sulle antiche posizioni può vantarsi di costituire una bella eccezione. Si deve proprio dedurre da questo fatto che gli amministratori degli enti pubblici sono essi pure dei sitibondi sfruttatori del povero popolo?

Ma la realtà è ben diversa e l'On. Giarratana dovrebbe sapere che una certa azienda municipale, la quale vende energia per luce, a lire 1,40 per kWh (fuori sempre le tasse s'intende) quando si è vista minacciata di concorrenza da un'azienda privata — legga bene il lettore: *privata*, non pubblica — la quale intendeva vendere al prezzo di L. 1,20 per kWh dalla medesima già applicato in altri comuni della stessa regione, è riuscita ad ottenere dal Ministro dei Lavori Pubblici *un decreto che impedisce la concorrenza*.

(1) Come si vede, « *gli elettrici* » usano tutte le malizie e sono capaci di qualunque azione! Perfino hanno trovato modo di mettere le centrali termiche ad una comoda distanza dalle centrali alpine!

(1) Dal *Popolo di Brescia* del 7 maggio 1930:
« Tutte le industrie devono aver riguardo alla bilancia commerciale, « termine fisso e fondamentale di tutta l'economia, per chè per vi- « vere non si possono adoperare i ricostituenti per un verso e svenarsi « per l'altro.
« Hanno questo riguardo le industrie elettriche?
« Pare di no, perchè da parte loro si va predicando che non conviene « più fare dei serbatoi, ma è meglio produrre energia col carbone.
« Il buon pubblico resta stupefatto.
« Gli hanno fatto credere fino a ieri mirabilia, perchè il progresso « idroelettrico voleva dire minore importazione di carbone (qualcuno « ha detto addirittura soppressione). Oggi evidentemente abbiamo « progredito tanto che bisogna ritornare al carbone.... ».

Viceversa, in un altro caso, lo stesso Ministro ha respinto il ricorso di una impresa privata che pretendeva opporsi alla concorrenza di un Consorzio di provincie e di comuni.

A noi pare giusta questa ultima decisione e per conseguenza errata la prima. Non c'è infatti che un modo pratico, a nostro avviso, di ridurre i prezzi di un prodotto qualsiasi; ed è la concorrenza. « Gli elettrici » hanno sempre proclamato che a loro parere, e per il maggior vantaggio del paese, l'industria elettrica deve essere aperta a tutte le volontà che abbiano capacità e mezzi per esercitarla. Ma se all'infuori di ogni legge si crea il monopolio a vantaggio delle sole aziende municipali, allora manifestamente non è il basso prezzo per il consumatore ciò che interessa.

Se le cose stanno così, e stanno realmente così, o perchè l'On. Giarratana interroga e polemizza per far ribassare le tariffe d'autorità? Si metta al nostro fianco; chieda che si lasci libera la concorrenza di agire e raggiungerà il risultato cui tende meglio e più rapidamente.

Ma dove l'On. Giarratana raggiunge il colmo è nei commenti alla sua interrogazione. Infatti egli trova insopportabile che l'industria elettrica goda di tanti e così grandi *privilegi*. Sentitelo: Primo fra tutti, il privilegio di aver *quasi immediatamente* pagata la merce che vende; secondo di aver escluso tutte le perdite commerciali per il fatto che « *abusivamente è invalso l'uso di tagliare i fili a chi non paga* » (sic).

Non par vero che tutto ciò sia stato scritto da un uomo che sta alla testa di importanti aziende comunali e parastatali le quali, per quanto si sappia o almeno si speri, devono avere le stesse precise *tare:* pretendere il pagamento del servizio reso e non fornirlo più a chi non paga ! !

Ma chi incassa i suoi crediti al cento per cento, gode di un privilegio? Ma è notorio che un'azienda commerciale qualsiasi deve rifarsi su chi paga delle perdite sofferte ad opera di chi non paga. Queste sono nozioni di commercio che non possono ignorarsi da chi pretende discutere di problemi economici !

L'« Agip » vende benzina. Se alla resa dei conti si trovasse a perdere regolarmente qualche milione ogni anno per crediti inesigibili, che cosa farebbe? Non ci si risponda che queste perdite sarebbero addebitate allo Stato, perchè purtroppo questa comodità, riservata agli amministratori degli enti di iniziativa pubblica, non ha valore per gli enti e le tasche dei privati ! !

E quel « quasi immediatamente pagata » non è impagabile? O perchè (a non parlare degli affitti di *tutti gli immobili* che si pagano *anticipati* in tutto il mondo; e si tratta di cifre colossali in cospetto degli incassi dell'energia elettrica) Giarratana, Consigliere della « Stipel », non rivolge contro i telefoni questa sua peregrina accusa, visto che i telefoni vogliono addirittura essere pagati *in anticipo*? E il trovare *abusivo* impedire agli utenti di consumare l'energia senza pagarla, non è superlativo di bellezza etica? Con simile teoria On. Giarratana, per poco che si estenda, si finirà col patrocinare i furti; e con l'impedire alle aziende elettriche di impedirli ! È vero che un giornaletto di provincia, commentando il fatto che il venditore locale di energia elettrica avesse dovuto denunciare al Procuratore del Re una valanga di consumatori.... troppo disinvolti, non ha trovato di meglio che dichiarare che se le denuncie per furto erano molte, la colpa doveva attribuirsi alle ingorde pretese del distributore !

Ma che un deputato si metta sulla stessa via, pare alquanto esagerato.

Quanto al piangere sulla sorte degli utenti che hanno dovuto pagare i *minimi impegnati*, ciò vuol dire lagnarsi che i contratti siano eseguiti ! Ma, On. Giarratana, l'industria della distribuzione dell'energia elettrica, costretta essa pure come tutte le altre a marciare al passo dei suoi clienti, vede ora i consumi stazionarii e l'incremento (su cui aveva pure fatto assegnamento per arrischiare nuovi impianti, anche grandiosi) arenato, o scomparso; eppure non ha sospeso le nuove costruzioni, quantunque la impegnino con immobilizzi gravosi, perchè vuol trovarsi pronta il giorno della ripresa, che speriamo prossima. Ebbene, non si trova altrettanto giustificata la pretesa dell'utente che non volesse pagare l'energia impegnata (perchè non vende più i suoi prodotti nella quantità od ai prezzi sperati), quanto sarebbe giustificata la pretesa da parte delle aziende elettriche di imporre il pagamento per energia non impegnata, o più chiaramente ancora l'altra eventuale pretesa, di non pagare gli impresari che costruiscono gli impianti nuovi, dal momento che l'energia relativa non si vende?

Ma chi non sa che in borsa si fallisce quando non si pagano le differenze; chi non sa anzi che il pagamento dei debiti, cioè il mantenimento degli impegni assunti, non è soltanto un obbligo d'onore; è un canone senza del quale non è possibile alcun consorzio civile? ! (1).

Ma il resto del commento fatto dall'On. Giarratana alla propria interrogazione, non si può guastare con altri commenti. Bisogna ricopiarlo integralmente.

« Quest'anno *sono gli agricoltori che sentono tutto il peso delle* « *tariffe elettriche. In molti abitati di campagna non si accende più* « *la luce* (2), i sollevamenti d'acqua si fanno con motori a pe- « trolio, mentre dagli sfioratori della centrale si sperdono mi- « lioni di chilowattora.

« Una volta gli agricoltori speravano nell'energia estiva (3), « ma con lo sviluppo delle centrali termiche, le quali dovevano « integrare solamente i regimi invernali, pare che non esista « più l'energia stagionale (4).

« Infatti per migliorare le condizioni economiche di tali cen « trali rispetto agli ammortamenti ed agli interessi, *si tende* « (sic) a farle camminare tutto l'anno.

---

(1) Dopo questa messa a punto della questione di diritto è appena necessario aggiungere che le aziende elettriche private, non hanno mai avuto bisogno di incitamenti per tener conto, nelle occorrenze pratiche, di quelle ragioni di solidarietà, di opportunità e di correttezza che legano fornitori e clienti, vogliano o non vogliano, allo stesso carro della prosperità comune.

Il capo della UNFIEL ha appunto voluto esprimere il complesso sentimento che guida le sue associate riassumendo nei tre D (Diligenza, Discrezione, Disciplina) il credo al quale obbedire. E chi conosce anche superficialmente la nostra industria, sa che spesso le tariffe consentono automaticamente di ridurre la spesa totale per l'utente nei periodi di diminuito consumo. Ciò è ottenuto non soltanto omettendo quasi sempre il minimo per i piccoli utenti; ma anche concordando un impegno minimo minore del consumo normale per gli utenti più importanti, e meglio con le così dette tariffe con costante o tariffe miste (Hopkinson), in virtù delle quali l'utente paga una porzione del prezzo dovuto, sotto forma di un canone fisso, e il resto sotto forma di aliquota da applicare al consumo effettivamente determinato dall'uso. Di solito le cose sono regolate in modo, con questo tipo di tariffa, che l'utente il quale per casi imprevisti, debba per un certo tempo addirittura cessare il consumo, si trova a ridurre la sua spesa alla metà, ed anche a meno.

Infine, quando il contratto sia impegnativo per la totalità del prelievo normale, è entrato da anni nella consuetudine il sistema di consentire all'utente meritevole di considerazione, e transitoriamente in crisi, un abbuono pari alla metà del minor consumo.

Queste cose si sono volute dettagliare qui, per mostrare una volta tanto che la questione non deve essere snaturata; essa allora nella pratica trova sempre quelle soluzioni di compromesso che l'esperienza e la solidarietà in affari caso per caso suggeriscono.

(2) Ma si direbbe che l'On. Giarratana esageri; se avesse credito, questa panzana mostrerebbe l'Italia nella più terribile miseria. Si pensi, invece, che in moltissimi casi le tariffe in campagna sono *a forfait*, cosicchè spegnendo la luce non si risparmia un jota, e difatti spesso si vedono le lampadine accese anche di pieno giorno ! Poi si tenga presente che, dove pure si paghino tariffe elevate, una lampadina da 24 candele non costa più di cinque o sei centesimi all'ora, anche supposto un onere di 60 centesimi per tasse.

Infine si consideri che siamo d'estate; che in campagna di zanzare ce n'è molte e danno fastidio; e che un eccellente rimedio (lo sanno anche i bimbi) per evitare le punture è proprio di.... risparmiare la spesa per la luce !

(3) Veramente gli agricoltori sperano nella pioggia che costa assai meno ancora; e quest'anno sono stati talmente esauditi che il consumo di energia per irrigazione si è ridotto moltissimo.

(4) Se l'On. Giarratana ne vuole, nè troverà a bizzeffe.

« Ecco perchè io ho consenzienti alla mia interrogazione « anche qualche deputato agricoltore, i quali (sic) stanno « reagendo, specialmente nel novarese, contro le alte tariffe.

« Gli idroelettrici si vantano di aver creato un'industria che « costituisce una gloria d'Italia e di averla creata da soli sen- « z'aiuto. In verità lo Stato ha pagato 25,5 milioni di sussidî « nel 1927-'28, 45 milioni di sussidî nel '28-'29, ed in otto mesi « dell'esercizio '29-'30 altri 34 milioni.

« Questi sussidî sono andati a favore dei produttori, non dei « consumatori.

« Nessuna industria italiana è stata così largamente sussi- « diata in modo diretto.

« Proprio in questi giorni si stanno rifacendo dalle fonda- « menta impianti finiti nel 1925. Se non vi fosse l'allettamento « delle altissime tariffe, nessuno si sognerebbe per puro amore « del perfezionamento tecnico di spendere quasi voluttuaria- « mente tante decine di milioni che pagheranno i consumatori.

« Di fronte a questo vien voglia di pensare che le parole « *ricchezze naturali* » costituiscono una frase fatta, il cui vero « significato dovrebbe essere « ricchezza di qualcuno contro « interesse di tutti » ! !

« Ad ogni modo io non voglio soluzioni preconcette, ma de- « sidero che questo problema, considerato da me fondamen- « tale (1), sia discusso nella sua sede più adatta, cioè la Corpo- « razione dell'Industria, dove si discutono delle questioni che « dal punto di vista generale hanno certamente minore inte- « resse.

« Ricorderò infine che l'indice dell'aumento del prezzo « dell'energia era nel 1927 del 2,29. In America era quasi « eguale, ma è andato diminuendo di anno in anno. Resta da « spiegare come mai le tariffe in America diminuiscono e in « Italia aumentano ».

La prosa che abbiamo sopra riportata è da aggiungere alle precedenti; e viene segnalata agli eventuali aspiranti al concorso che abbiamo indetto più indietro, per tentare di comprendere il pensiero dell'autore.

Il commento nostro l'abbiamo anticipato nelle prime pagine.

Di conclusioni, se ne dovessimo prendere, ne avremmo parecchie; ma farebbero dispiacere all'On. Giarratana; e questo non vogliamo.

(1) È talmente fondamentale, dal punto di vista economico, che l'incidenza del servizio elettrico è, quasi dovunque e per chiunque, contenuto in limiti inferiori al 2 % (due per cento) delle spese totali di produzione o di gestione !

ERRATA-CORRIGE

Fascicolo V, Maggio 1930 - Relazione dell'Ing. Piero Ferrerio al Congresso di Roma sullo « Stato attuale e progressi probabili delle grandi centrali a vapore in Italia ». – A pag. 399-400, pos. 30 tabella V: gli alternatori da 12.000 kVA dell'impianto di Piacenza sono stati costruiti e forniti dalla Soc. An. « Ansaldo » di Genova e non dalla Ganz.

Fascicolo VII, Luglio 1930 - Articolo dell'Ing. Eugenio Campini sul « Contributo alla teoria delle piene nelle reti idrauliche ». – A pag. 593, 2ª colonna, riga 9 leggere *notevolmente maggiore* invece di *notevolmente minore*.

NOTE E RIASSUNTI

INDICAZIONI DI APPARECCHIATURE DI MISURA PER CARICHI TRIFASI CON CARICHI MONOFASI

Nelle indicazioni dei contatori monofasi per misure di energia per forza motrice fornita sotto forma di corrente alternata trifase, si verificano non di rado anomalie che, se per le grandi utenze dipendono normalmente da guasti ai contatori o ai trasformatori di misura, per le piccole utenze dipendono generalmente da irregolarità del prelievo.

Dette irregolarità consistono in fortissimi squilibri di corrente e tensione per deficienze di contatto in una fase o dall'inserzione di apparecchi utilizzatori monofasi; analizzeremo qui di seguito come si comportino i contatori in quest'ultimo caso.

Normalmente la misura di un carico trifase con contatori monofasi viene fatta mediante due contatori con la nota inserzione Aron, si aggiungono talvolta altri contatori in specie per interessare tutte e tre le fasi del sistema.

Come caso più generale esamineremo un'apparecchiatura costituita da due contatori inseriti su due fasi con corrente in anticipo di 30° sulla tensione che chiameremo con A_2 e A_1 e un contatore inserito sulla terza fase con la corrente in ritardo di 30° sulla tensione che chiameremo con B.

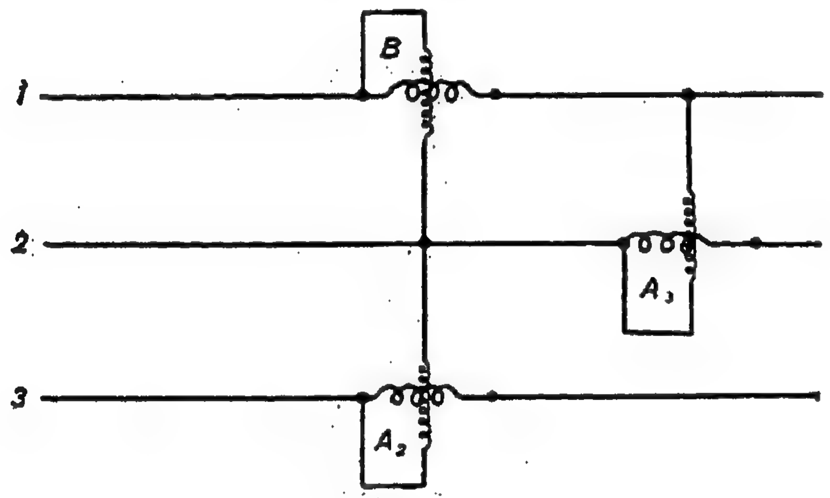


Fig. 1.

L'inserzione risulta come allo schema della fig. 1 ed i vettori delle tensioni stellate (E) e delle concatenate (V) come alla fig. 2.

Caso 1°. Carico inserito fra le fasi 1 e 3:

A_1 non segna;

A_2 ha la bobina ampermetrica percorsa da corrente, a prescindere dallo sfasamento proprio del carico, in fase con V_{3-1} e la bobina voltmetrica percorsa da corrente in fase con V_{3-2};

V_{3-1} è in anticipo di 60° su V_{3-2} avremo quindi:

$$A_2 = V\,I \cos(60 - \varphi) = V\,I\left[\frac{1}{2}\cos\varphi - \frac{\sqrt{3}}{2}\operatorname{sen}\varphi\right]$$

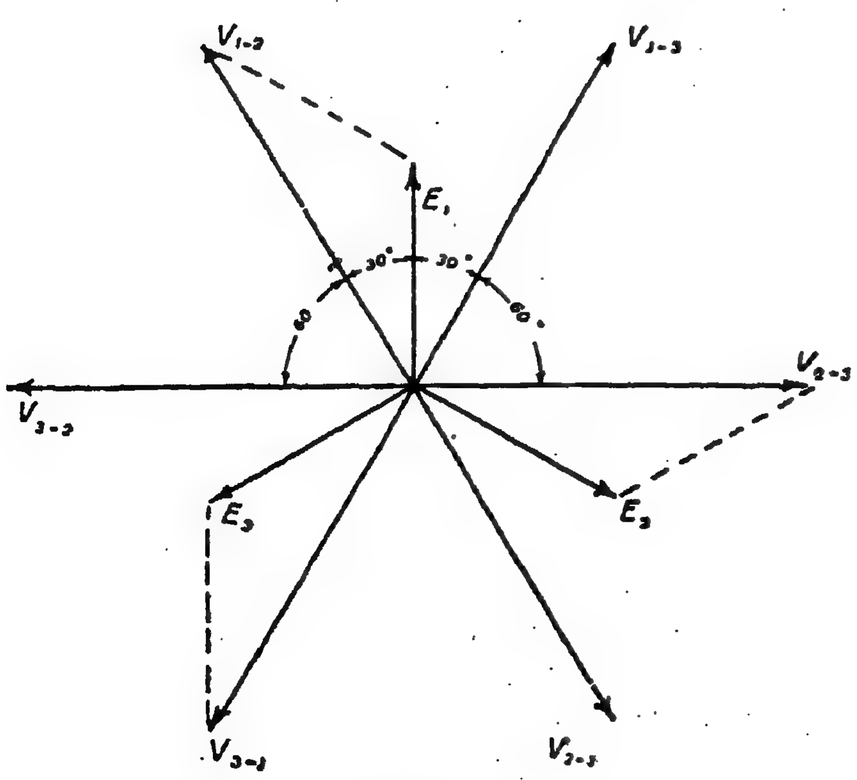


Fig. 2.

B ha la bobina ampermetrica percorsa da corrente in fase con V_{1-3} e la voltmetrica da corrente in fase con V_{1-2};

V_{1-3} è in ritardo di 60° su V_{1-2} avremo quindi:

$$B + V\,I\cos(60 + \varphi) = V\,I\left[\frac{1}{2}\cos\varphi - \frac{\sqrt{3}}{2}\operatorname{sen}\varphi\right]$$

Sommando A_2 e B abbiamo:

$$A_2 + B = V\,I\left[\frac{1}{2}\cos\varphi + \frac{\sqrt{3}}{2}\operatorname{sen}\varphi + \frac{1}{2}\cos\varphi = \frac{\sqrt{3}}{2}\operatorname{sen}\varphi\right] = V\,I\cos\varphi$$

$A_2 + B$ da dunque, come per carico trifase, l'energia effettiva mente prelevata.

Dividendo ora B per A_2 abbiamo:

$$\frac{B}{A_2} = \frac{\frac{1}{2}\cos\varphi - \frac{\sqrt{3}}{2}\operatorname{sen}\varphi}{\frac{1}{2}\cos\varphi + \frac{\sqrt{3}}{2}\operatorname{sen}\varphi} \text{ da cui } \operatorname{tang}\varphi = \frac{1}{\sqrt{3}}\,\frac{A_2 - B}{A_2 + B}$$

Con formula analoga a quella nota per carico trifase è quindi possibile dedurre anche per carico monofase il fattore di potenza dalle indicazioni dei due contatori A_2 e B.

Caso 2°. Carico inserito fra le fasi 1 e 2:

A_2 non segna;

B ha la bobina ampermetrica percorsa da corrente in fase con V_{1-2} e la voltmetrica da corrente in fase con V_{1-2} quindi $B = V\,I\cos\varphi$;

A_1 ha la bobina ampermetrica percorsa da corrente in fase con V_{2-1} quindi $A_1 = V\,I\cos\varphi$.

Ambedue i contatori danno indicazioni eguali all'energia effettivamente prelevata.

Caso 3°. Carico inserito fra le fasi 2 e 3:

B non segna;

A_2 ha la bobina ampermetrica percorsa da corrente in fase con V_{3-2} e la bobina voltmetrica da corrente in fase con V_{3-2} quindi $A_2 = V\,I\cos\varphi$;

A_1 ha la bobina ampermetrica percorsa da corrente in fase con V_{2-3} e la voltmetrica da corrente in fase con V_{2-1};

V_{2-3} è in anticipo di 60° su V_{2-1} avremo quindi:

$$A_1 = V\,I\,(60 - \varphi) \times V\,I\left[\frac{1}{2}\cos\varphi + \frac{\sqrt{3}}{2}\operatorname{sen}\varphi\right]$$

A_2 segna quindi l'energia effettivamente prelevata; dalle indicazioni dei due contatori è anche in questo caso possibile dedurre il fattore di potenza del prelievo avendosi:

$$\operatorname{tang}\varphi = \frac{1}{\sqrt{3}}\left[\frac{2A_1}{A_2} - 1\right]$$

Quando la distribuzione venga effettuata con neutro e questo sia accessibile per l'utente, potranno ancora verificarsi i seguenti casi:

Caso 4°. Carico inserito fra fase 1 e neutro:

Il solo contatore B segna, esso ha la bobina ampermetrica percorsa da corrente in fase con E_1 e la voltmetrica da corrente in fase con V_{1-3};

E_1 è in ritardo di 30° su V_{1-3}, avremo quindi:

$$B = V\,I\cos(30 + \varphi) = V\,I\left[\frac{\sqrt{3}}{2}\cos\varphi - \frac{1}{2}\operatorname{sen}\varphi\right]$$

L'energia effettivamente prelevata è:

$$W = E_1 I \cos \varphi = \frac{V}{\sqrt{3}} I \cos \varphi$$

dalle due espressioni ricaviamo: $W = B \dfrac{1}{\dfrac{3}{2} - \dfrac{\sqrt{3}}{2} \operatorname{tang} \varphi}$

Notiamo che per $\varphi = 60°$ il contatore B rimane fermo ossia per carichi affetti da fattore di potenza eguale a 0,5 l'energia è prelevata senza che i contatori diano alcuna indicazione.

Caso 5°. Carico inserito fra fase 2 e neutro:

Il solo contatore A_2 segna ha la bobina ampermetrica percorsa da corrente in fase con E_2 e la voltmetrica da corrente in fase con V_{2-1} E_2 anticipa di 30° su V_{2-1}, avremo quindi:

$$A = V I \cos (30 - \varphi) = V I \left[\frac{\sqrt{3}}{2} \cos \varphi + \frac{1}{2} \operatorname{sen} \varphi\right]$$

Indicando come sopra con W l'energia reale avremo:

$$W = A \frac{1}{\dfrac{3}{2} + \dfrac{\sqrt{3}}{2} \operatorname{tang} \varphi}$$

Caso 6°. Carico inserito fra fase 3 e neutro:

Il contatore A_3 segna come A_2 nel caso 5°.

L. P.

TRASMISSIONE ELETTRICA A DISTANZA DI COMANDI SEGNALAZIONI ED INDICAZIONI DI APPARECCHI DI MISURA

La tendenza ad accentrare in un unico posto centrale dirigente tutto l'esercizio di vaste reti elettriche ha reso sempre più necessaria l'adozione di mezzi sicuri e precisi atti ad assicurare la trasmissione a distanza di segnalazioni che riportino in modo continuo tutte le variazioni che avvengono, in seguito a manovre o provocate da incidenti, nello stato dei collegamenti delle diverse parti degli impianti e le indicazioni dei più importanti apparecchi di misura.

Numerosi e brillantissimi sono i sistemi a tale uopo escogitati, cionondimeno lo scrivente ritiene utile descriverne uno che permette, a differenza di altri, di utilizzare come linee di collegamento condutture elettriche qualsiasi esistenti per altri usi fra i due punti fra i quali deve avvenire la trasmissione.

Tanto l'apparecchio trasmittente che il ricevente sono accoppiati alla linea di collegamento a mezzo di capacità allo scopo di permettere l'uso contemporaneo, senza reciproci disturbi, della linea prescelta sia per l'uso normale a cui essa era destinata che per la trasmissione delle segnalazioni; le caratteristiche di detti condensatori vanno quindi evidentemente determinate caso per caso.

Il concetto essenziale di questo sistema si basa sull'invio periodico dal posto trasmittente al ricevente di impulsi di energia a media od alta frequenza (secondo la distanza alla quale deve avvenire la trasmissione) e la distinzione dei comandi si realizza interrompendo o no tale invio di impulsi (per le trasmissioni a media frequenza) oppure modulando o no l'onda portante (per le trasmissioni a radio frequenza).

Nel posto trasmittente una serie di contatti C traducono con la loro posizione di aperto o chiuso due possibili condizioni di una parte qualunque dell'impianto nel quale è installato l'apparecchio trasmittente stesso: così ad esempio se un interruttore è aperto o chiuso, se il livello di un bacino raggiunge o no una certa quota, ecc.

Ad ogni contatto C corrisponde, nell'apparecchio ricevente, un relais che aziona un commutatore C' il quale, a seconda che il relais riceve o no energia dall'apparecchio trasmittente, assume l'una o l'altra delle sue due posizioni e la mantiene fino a che non avvenga una variazione nell'invio dell'energia stessa; collegando tale commutatore con appositi circuiti si può realizzare la rappresentazione dello stato del contatto C e quindi dell'apparecchio ad esso corrispondente in maniera continua.

Mediante due commutatori rotanti sincroni installati nei due posti trasmittente e ricevente si realizza la trasmissione multipla su un'unica linea, e mediante la rappresentazione su un quadro luminoso dello schema dell'impianto dal quale si vogliono ricevere le segnalazioni, si riportano in modo continuo e perfettamente automatico su detto quadro luminoso tutte le variazioni che avvengono nello stato dei collegamenti dell'impianto interessato. In maniera analoga avviene la trasmissione delle indicazioni di un apparecchio di misura, come vedremo in seguito.

Installando una trasmissione in senso inverso si può realizzare il comando a distanza dal posto dirigente dei singoli apparecchi dell'impianto, avendo la possibilità di confrontare immediatamente l'esecuzione delle manovre comandate sul quadro luminoso suddetto.

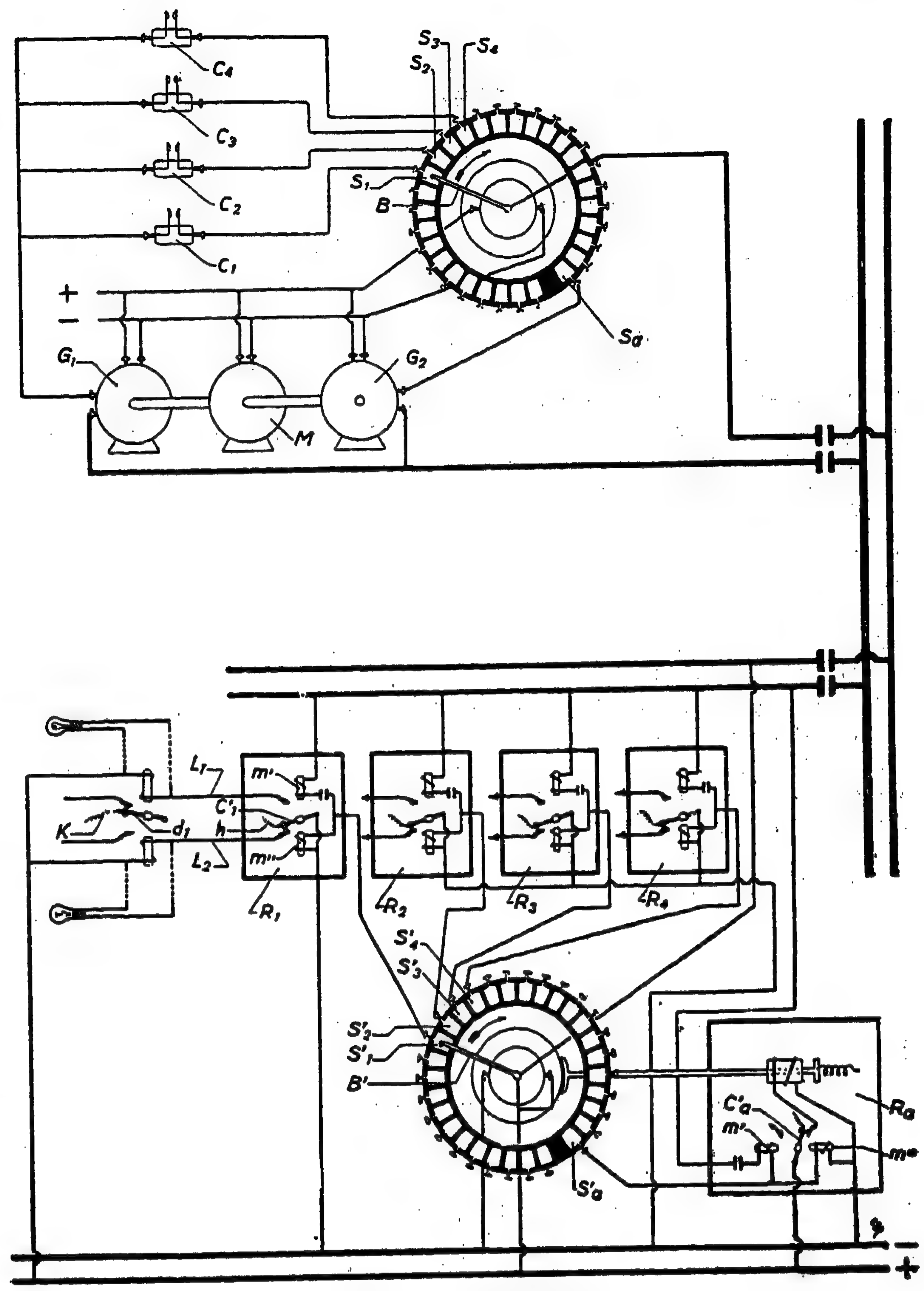


Fig. 1. - Schema I.

Lo schema del dispositivo e dei relativi collegamenti risulta abbastanza chiaro dagli schemi I e II.

Nello schema I è rappresentato il dispositivo per trasmissioni a media distanza eseguite con correnti a media frequenza fornite dai due generatori G_1 e G_2 coassiali con un motore a corrente continua e velocità costante M che li tiene entrambi continuamente in moto.

L'insieme funziona in modo che se ad esempio il contatto C_1 è chiuso, quando l'indice rotante B è a contatto con il settore relativo s_1, il generatore G_1 lancia corrente sulla linea con una frequenza che è determinata dalle caratteristiche del generatore e dalla velocità del motore M.

Contemporaneamente nell'apparecchio ricevente l'indice B' del commutatore rotante si trova in contatto col settore s'_1 e quindi collega alla linea il relais R_1. In detto relais i due elettromagneti m' ed m'' vengono ad essere messi entrambi sotto tensione: il primo sotto la tensione alternata della linea ed il secondo sotto la tensione continua di una locale batteria di accumulatori. Il circuito dell'elettromagnete m' ha caratteristiche tali da offrire la minima impedenza alla frequenza del generatore G_1; inoltre le caratteristiche dei due elettromagneti e le tensioni del generatore G_1 e della batteria di accumulatori sono determinate in modo che prevalga l'azione dell'elettromagnete m' e il commutatore C'_1 chiuda il circuito L_1. Se invece il contatto C_1 è aperto, quando l'indice B fa contatto con il settore s_1, interrompe il circuito del generatore G_1 e quindi sulla linea non viene lanciata corrente; nella stazione ricevente allora, dei due elettromagneti del relais R_1 viene messo sotto tensione soltanto m'' e quindi il commutatore C'_1 chiude il circuito L_2. I due circuiti L_1 e L_2, alimentati anch'essi dalla batteria locale, variano secondo lo scopo della trasmissione:

così nel caso di trasmissione di segnalazioni ognuno di essi accende una lampada che dalla sua colorazione o dalla sua posizione nel quadro luminoso già citato indica se il contatto C_1 è aperto o chiuso (in questo caso la molla *h* del commutatore C'_1 è compressa in modo da fargli mantenere l'ultima posizione acquistata); nel caso di tramissione di comandi i due circuiti L_1 ed L_2 hanno in serie i due elettromagneti di un

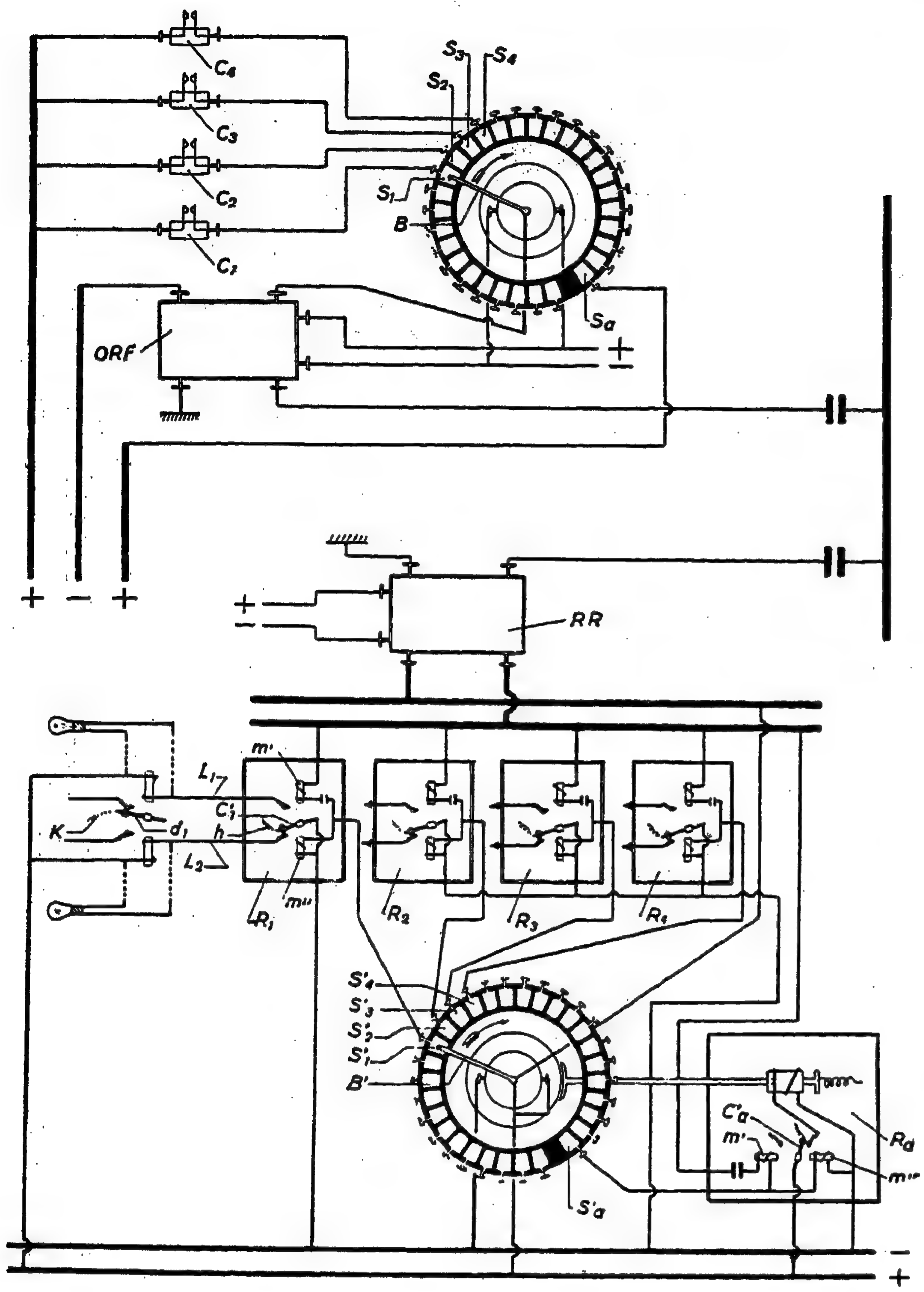


Fig. 2. - Schema II.

relais che aziona un commutatore di dimensioni sufficienti per lanciare corrente in un senso o in senso opposto su un servomotore oppure su due servomotori distinti che funzionano in senso contrario (in questo caso la molla *h* è tesa in modo da riportare il commutatore C'_1 sempre nella posizione di zero e la molla *k* è tesa o compressa secondo il tipo di servomotore che si deve fare agire).

Nel caso della trasmissione delle indicazioni di apparecchi di misura sono utilizzati soltanto i circuiti analoghi ad L_1 ed i commutatori C' funzionano come interruttori; i contatti C della stazione trasmittente sono disposti in corrispondenza della scala dell'apparecchio, le cui indicazioni debbonsi trasmettere in maniera tale che l'indice nella sua escursione ne chiuda uno alla volta; nell'apparecchio ricevente agli interruttori C' corrisponde una serie di lampade elettriche ognuna delle quali accendendosi illumina un numero di una scala in corrispondenza della posizione dell'indice dell'apparecchio di misura della stazione trasmittente.

Con tale sistema la corrente di trasmissione è quantitativamente indipendente dalle indicazioni dell'apparecchio di misura trasmittente e le indicazioni dell'apparecchio ricevente non sono ad essa proporzionali, per cui quest'ultimo non ha bisogno di alcuna taratura e non ha nessuno organo di funzionamento delicato; quindi la trasmissione si può realizzare con la massima sicurezza di corrispondenza e a grandi distanze.

Il problema della sincronizzazione del movimento dei due indici rotanti dei due commutatori è realizzato affidando tale movimento a motori a corrente continua la cui eccitazione è comandata da elettrodiapson, e inoltre, per assicurare la esatta corrispondenza reciproca della posizione degli indici rotanti, tanto negli avviamenti quanto durante l'esercizio, viene inviata periodicamente una serie di impulsi a mezzo del generatore G_2 attraverso il contatto s_2 della trasmittente ad una frequenza diversa da quella usata per la trasmissione delle segnalazioni e nell'apparecchio ricevente un apposito relais R_a simile agli altri ma sintonizzato con quest'ultima frequenza e collegato al contatto s'_a corrispondente di s_a aziona un freno agente sul movimento dell'indice rotante B'. Detto relais è disposto in modo da far aprire il freno e farlo quindi rimanere aperto tutte le volte che i due commutatori rotanti collegano alla linea contemporaneamente i due contatti corrispondenti s_a ed s_a', ossia quando il movimento dei due commutatori è perfettamente sincronizzato; il relais R_a fa invece chiudere il freno e lo mantiene chiuso tutte le volte che l'indice rotante B' passa sul contatto s'_a mentre l'indice B si trova in corrispondenza di un altro qualunque contatto.

Il movimento del commutatore rotante della stazione ricevente è regolato con una velocità leggermente superiore a quella del commutatore della stazione trasmittente, in modo che se è necessario l'intervento del freno questo è assicurato ad ogni giro e in modo da compensare gli inevitabili ritardi dovuti all'azione del freno nel movimento dell'indice B'. Dimensionando convenientemente gli intervalli isolanti fra i diversi contatti e specialmente dopo il contatto s_a, si possono compensare gli eventuali scarti di velocità nell'intervallo di un giro.

Nel caso di tramissione a grande distanza (vedi schema II) le segnalazioni vengono trasmesse a radio frequenza a onde convogliate su linee di trasmissione elettriche ad alta tensione o su comuni linee telefoniche. In questo ultimo caso un commutatore automatico inserisce la linea sul telefono o sull'apparecchio in descrizione.

Nell'apparecchio trasmittente invece dei generatori sincroni vi è un oscillatore *ORF* a lampade termoioniche con uno stadio per la modulazione. Il cerchio a settori isolati *s* differisce dal precedente in quanto i singoli settori sono costituiti da una serie di lamelle conduttrici e isolanti. Le lamelle conduttrici sono tra loro collegate in parallelo e disposte in modo che l'indice rotante ne tocchi una alla volta in modo da avere una serie determinata di interruzioni del circuito connesso. L'oscillatore trasmette sulla linea continuamente un'onda stabilita. I contatti *c* sono qui in serie con un circuito alimentato a corrente continua e collegate alla griglia della lampada modulatrice dell'apparecchio. La velocità dell'indice B e il numero delle lamelle conduttrici per ogni settore *s* sono stabiliti in modo da dare una modulazione di frequenza e intensità costante. Il contatto ausiliario s_a della stazione trasmittente è in serie anch'esso con un circuito a corrente continua ma a tensione doppia di quella applicata ai contatti *s*.

Nella stazione ricevente vi è un comune apparecchio radio ricevente *R R* sintonizzato sull'onda della trasmittente e capace di amplificare in bassa frequenza la modulazione. I relais R sono simili a quelli già descritti e con caratteristiche tali da offrire la minima impedenza alla corrente dell'amplificatore. Il relais R_a addetto alla sincronizzazione è tarato per una corrente doppia di quella con la quale funzionano i relais R di ricezione in modo che il suo funzionamento di apertura del freno avviene soltanto quando i due indici rotanti B e B' si muovono in condizioni perfettamente corrispondenti. Il resto dell'insieme è identico a quello già descritto.

R. Di G.

RASSEGNA TECNICA

ESPERIENZE SUL MOTO DELL'ACQUA NEI CONDOTTI AD ASSE CURVILINEO

Der Bauingenieur, 1930, n.° 5. – Dott. Ing. H. NIPPERT.

Come è noto, ogni cambiamento di direzione nel moto di una corrente liquida implica delle perdite di carico localizzate di entità non sempre trascurabile. La determinazione preventiva di tali perdite è però estremamente incerta se non impossibile, in quanto la teoria generale del movimento dei liquidi viscosi non ne consente tuttora una valutazione nemmeno sommaria e i dati riportati nella maggior parte dei manuali di idraulica sono incompleti e spesso poco attendibili.

Il problema ha formato l'oggetto di diverse indagini sperimentali; ma i risultati quantitativi sinora ottenuti non sono sempre concordi fra loro ed anche quelli più attendibili hanno un campo di validità o molto ristretto o insufficientemente definito. La migliore soluzione dei problemi pratici inerenti al moto dell'acqua nei condotti curvilinei va indubbiamente ricercata di volta in volta in base ad esperienze appositamente istituite; sembra tuttavia interessante riportare i principali risultati di una lunga serie di esperienze, di recente eseguite dal dott. ing. Nippert su modelli di condotti curvilinei di varia forma, perchè da essi si possono trarre alcuni utili criteri di orientamento circa la forma e la curvatura più opportune da assegnare ai tronchi curvilinei di raccordo dei canali o delle condotte presentanti sensibili cambiamenti di direzione.

Le esperienze del Nippert si riferiscono per la maggior parte, a gomiti con aperture angolari di 90° e di 180°; i modelli usati erano di ghisa, con sezioni normali circolari o rettangolari ed erano formati da pezzi intercambiabili di diversa curvatura che permettevano di combinare gomiti di varie forme e di analizzare facilmente l'influenza dei raggi di curvatura interno ed esterno, nonchè del rapporto fra la sezione d'entrata e quella d'uscita. Il maggior numero delle ricerche eseguite si riferisce però al caso di condotti curvilinei a sezione costante.

Un semplice dispositivo sperimentale permetteva di misurare i tempi occorrenti per il passaggio di una data quantità d'acqua attraverso i singoli gomiti presi in esame, sotto determinate condizioni di carico esattamente controllabili. Sulla scorta di queste misure era poi facile risalire ai coefficienti di resistenza attinenti ai diversi tipi di gomiti considerati.

Contemporaneamente alla misura dei tempi suddetti venivano anche rilevate la distribuzione delle pressioni lungo le pareti dei tronchi curvilinei e quella delle velocità nelle sezioni terminali dei medesimi. I principali risultati delle varie esperienze eseguite dall'A. si possono riassumere nelle osservazioni seguenti:

– Lungo un condotto curvilineo di raccordo la distribuzione delle velocità nelle sezioni trasversali subisce una notevole alterazione rispetto a quella che si verifica ordinariamente nei condotti ad asse rettilineo. Nella sezione terminale del raccordo, la velocità dell'acqua assume il suo valore massimo in corrispondenza della parete esterna e quello minimo lungo la parete interna del condotto. Per effetto della curvatura dei filetti liquidi e della ineguale distribuzione delle pressioni nelle singole sezioni trasversali della corrente hanno luogo inoltre dei movimenti secondari di rotazione (con assi paralleli a quello longitudinale del condotto) i quali si sovrappongono al movimento principale di trasporto della massa d'acqua fluente impartendo ai filetti liquidi un moto risultante pressochè elicoidale, col senso di rotazione dalle zone di maggior pressione a quelle di minor pressione (vedi fig. 1). Tali perturbamenti si fanno risentire in generale fino a sensibile distanza dalla sezione terminale del raccordo curvilineo e il moto della corrente ridiventa regolare dopo un percorso (rettilineo) più o meno lungo a seconda della minore o maggiore scabrezza delle parti del condotto.

Malgrado i perturbamenti ora menzionati la distribuzione delle pressioni lungo le pareti del condotto curvilineo è concorde con quella teorica corrispondente alle condizioni di un liquido perfetto (fig. 2).

La massima depressione che si può verificare in una condotta chiusa, in corrispondenza di un gomito a forte curvatura, può raggiungere anche valori tanto elevati (avvicinandosi la pressione del liquido al valore della densità del vapor d'acqua) da dare luogo a nocivi fenomeni di cavitazione.

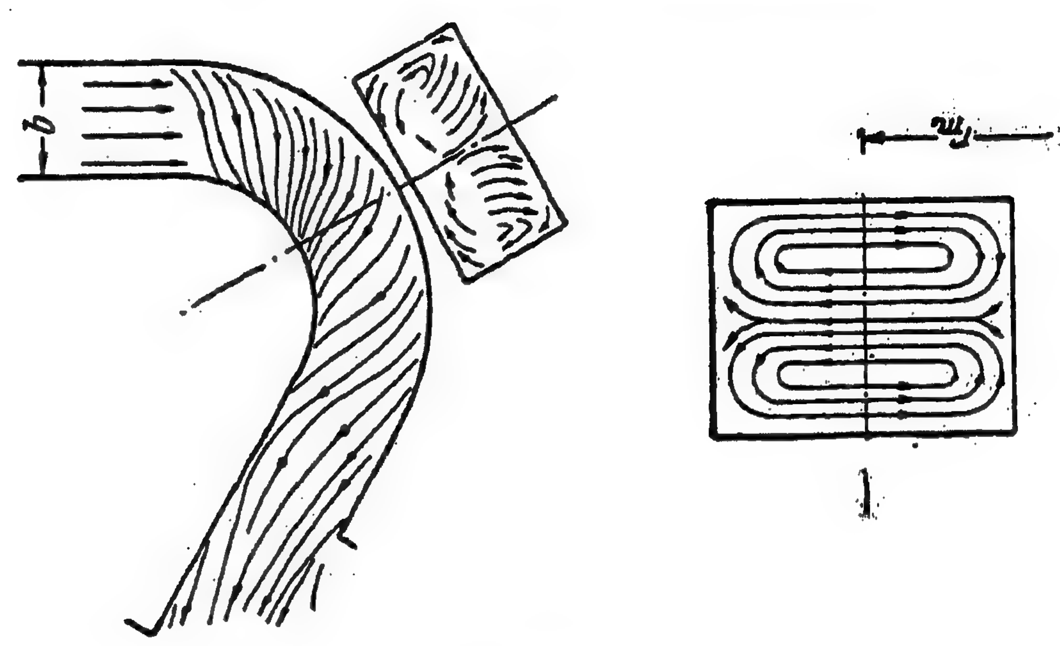


Fig. 1.

In un canale a pelo libero, invece, nel caso di un forte cambiamento di direzione e di una corrente alquanto veloce si può verificare nella parte interna della curva una tale depressione del livello dell'acqua (il quale resta sopraelevato nella parte esterna della curva stessa) da scoprire ivi il fondo del canale.

Nelle zone corrispondenti ai tratti *A B* e *C D* della fig. 2, si verifica ordinariamente un sensibile distacco della vena dalle pareti del condotto, con formazione di moti vorticosi secondari (vedi in proposito anche le figure 3 *a*, *b*, *c*, *d*). L'estensione di queste zone e l'entità dei moti vorticosi corrispondenti variano essenzialmente coi valori dei raggi di curvatura interno ed esterno del tronco di raccordo, col rapporto di questi stessi valori e con la velocità media (di trasporto) dell'acqua.

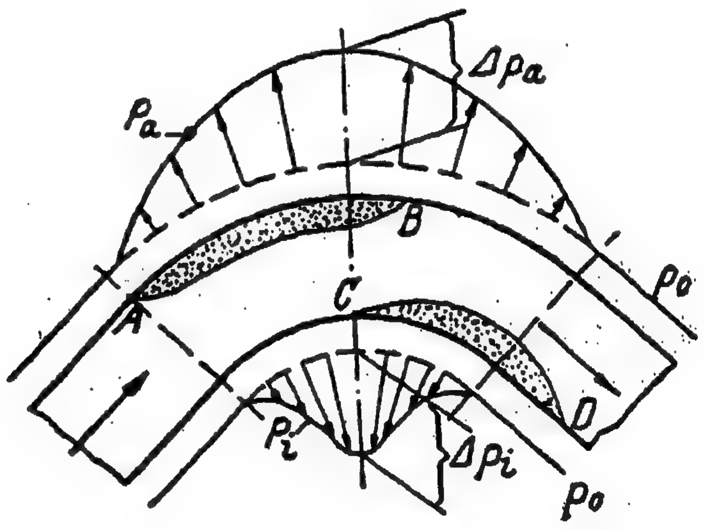


Fig. 2.

Le perdite di carico relative ad un cambiamento di direzione si possono considerare come l'effetto risultante di un complesso di perturbazioni dovute alla viscosità del fluido in movimento, alla rugosità del condotto, al distacco della vena dalle pareti del condotto stesso e ai movimenti secondari di rotazione sopra accennati.

Ciascuna di queste cause perturbatrici può esercitare un'influenza diversa a seconda della forma del tronco curvilineo che si considera e delle caratteristiche di movimento del liquido.

Nel caso di curve con piccoli raggi di curvatura la perdita di carico è principalmente dovuta al distacco della vena fluente dalle pareti del condotto (zone *A B*, *C D* della fig. 2); coll'aumentare del raggio di curvatura tale distacco diventa sempre meno sensibile e cominciano a prevalere le perdite per attrito.

Quando $\frac{r_m}{b} > 3{,}5$ (r_m = raggio medio del raccordo, b = larghezza del condotto) si può ritenere che le perdite di carico siano esclusivamente dovute alla rugosità delle pareti. I movimenti secondari di rotazione già menzionati sembra

invece che non abbiano, in generale, alcun peso sensibile sopra le perdite complessive di carico relative ai cambiamenti di direzione. Per via sperimentale si è trovato che le perdite di carico in oggetto possono essere in generale quantitativamente riferite ai seguenti elementi caratteristici:

I° rapporto fra il raggio della curva e la larghezza (o rispettivamente il diametro) del condotto: $\frac{r_m}{b}$, $\frac{r_m}{d}$;

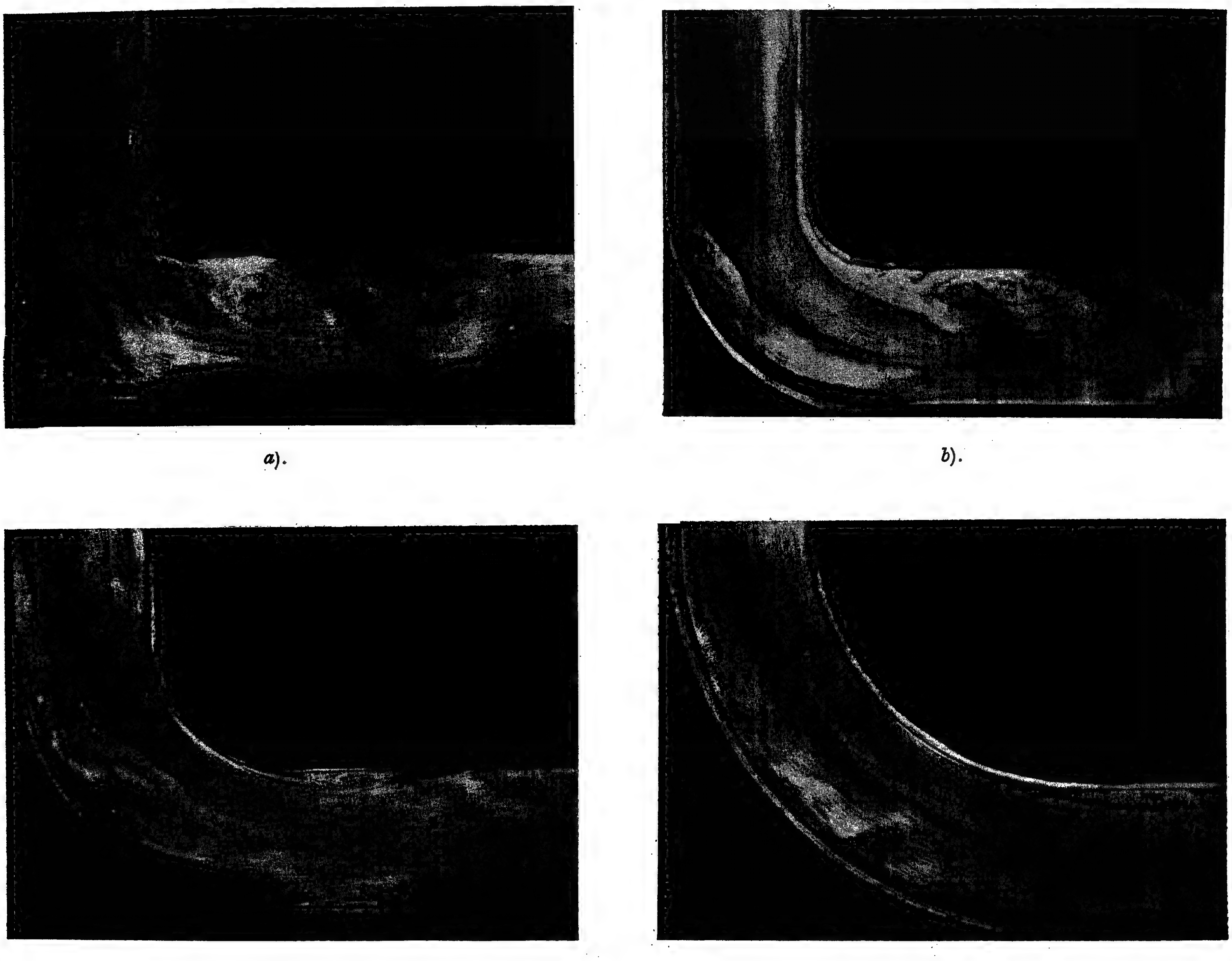
II° variazione della sezione trasversale del condotto nel senso del movimento;

III° coefficiente di forma del condotto (o rapporto fra le dimensioni principali della sezione trasversale) $\frac{h}{d}$.

vatura esterno esercita un'influenza affatto trascurabile sul coefficiente di perdita, a meno che la sezione di sommità del raccordo curvilineo venga ad essere ristretta. In tal caso le perdite salgono rapidamente. La combinazione dei due raggi di curvatura esterno ed interno richiede particolare attenzione.

Un cambiamento graduale di sezione del condotto, nel senso del movimento, implica una diminuzione del coefficiente di perdita nel caso di un restringimento e un rapido aumento dello stesso coefficiente se si tratta invece di un allargamento graduale dal principio verso la fine del tronco di raccordo.

Per ciò che concerne l'influenza del rapporto $\frac{h}{b}$ (fra le dimensioni principali della sezione del condotto) è risultato, dalle



a). *b*). *c*). *d*).

Fig. 3.

esperienze dell'A., che il minimo valore del coefficiente di perdita, a parità di tutte le altre condizioni, si verifica per $\frac{h}{b} = \sim 2.0$.

Circa la dipendenza fra i coefficienti di perdita e la velocità del liquido si è trovata una legge esponenziale con esponente variabile da caso a caso; però nei limiti delle esperienze eseguite dall'A. è stata ancora soddisfatta con sufficiente approssimazione, la legge di variazione delle resistenze col quadrato della velocità.

Allo scopo di meglio illustrare il processo di deflusso lungo un tronco di condotto curvilineo e di mettere bene in rilievo i fenomeni secondari che accompagnano tale processo sono state eseguite per alcuni condotti a pelo libero, diverse fotografie del tipo di quelle riportate nelle figure 3 *a*), *b*), *c*), *d*) (entrata del liquido a sinistra in alto, uscita in basso a destra). Queste fo-

L'influenza dei raggi di curvatura (interno ed esterno) sull'entità dei coefficienti di perdita (riferiti all'energia cinetica della corrente al termine del tronco di raccordo) si esplica nel modo seguente:

a) *raggio di curvatura interno* (r_i): a piccoli valori di $\frac{r_i}{b}$ corrispondono alti coefficienti di perdita; questi però diminuiscono rapidamente di valore, con l'aumentare del rapporto suddetto sino ad $\frac{r_i}{b} = \sim 4.0$; da tale valore in poi, l'aumento del raggio di curvatura ha ripercussioni sempre meno sensibili sul valore del coefficiente di perdita;

b) *raggio di curvatura esterno* (r_e): sintanto che il rapporto $\frac{r_e}{b}$ presenta valori limitati, una variazione del raggio di cur-

tografie si riferiscono rispettivamente al caso di un gomito a spigolo vivo $\left(\frac{r_i}{b} = \frac{r_e}{b} = o\right)$ e a tre casi di raccordi «normali» ad arco di cerchio con sezioni costanti.

In esse sono chiaramente visibili le zone di distacco della vena dalle pareti del canale e le perturbazioni (moti vorticosi) conseguenti al distacco stesso. Come si vede, tali perturbazioni sono tanto più sensibili quanto minore è il raggio di curvatura del tronco di raccordo.

Uno dei risultati più importanti delle esperienze eseguite dall'A. consiste nella conferma di questo fatto: che le forme «normali» (a sezione costante) comunemente adottate per i tronchi di condotti curvilinei non sono affatto razionali; per eliminare o ridurre in misura sensibile le principali cause perturbatrici dianzi accennate è necessario combinare la curvatura esterna con quella interna, in modo che la sezione di chiave della curva risulti più larga di quella iniziale e terminale. Così facendo le perdite di carico possono venire ridotte anche del 35% circa rispetto a quelle che competerebbero a parità di condizioni, ad un raccordo circolare «normale».

L'A. in base ai risultati delle sue esperienze, ha cercato di determinare la larghezza più conveniente che si deve assegnare alla sezione di chiave di un gomito con apertura di 90°, in funzione del raggio interno di curvatura (r_i) e delle dimensioni principali della sezione iniziale (h e b_e).

Per valori di $\frac{r_i}{b_e}$ compresi fra o e 4.0 l'A. ha trovato che il rapporto $\frac{b_k}{b_e}$ fra la larghezza più conveniente della sezione di chiave e quella della sezione iniziale è una funzione pressochè lineare del rapporto $\frac{r_i}{b_e}$ e soddisfa con sufficiente approssimazione ad un'equazione del tipo:

$$\frac{b_k}{b_e} = C \cdot \frac{r_i}{b_e}$$

ove C è un coefficiente che dipende dal rapporto $\frac{h}{b_e}$.

Nel prospetto seguente riportiamo, per il caso di un gomito di 90°, alcuni valori trovati dall'A. per $\frac{b_k}{b_e}$ in funzione di $\frac{h}{b_e}$ e di $\frac{r_i}{b_e}$.

$\frac{r_i}{b_e}$	Valori di $\frac{b_k}{b_e}$ per			
	$\frac{h}{b_e}=2.4$	$\frac{h}{b_e}=4$	$\frac{h}{b_e}=7.5$	$\frac{h}{b}=0.416$
1,0	1,12	1,1	1,06	1,085
2,0	1,246	1,196	1,108	1,173
3,0	—	1,292	1,161	1,269
4,0	—	1,392	1,216	1,359

L'A. ha pure indagato come variano, con i diversi elementi sopra accennati ed in relazione alla distribuzione teorica delle pressioni lungo le pareti dei tronchi di condotti curvilinei, i coefficienti di perdita (o di resistenza) riferiti al carico cinetico della corrente nella sezione terminale. Però tale ricerca non ha portato, purtroppo, a risultati quantitativi soddisfacenti e conclusivi.

Maggiori particolari sulle esperienze sommariamente descritte e sui risultati trovati dall'A., si trovano in una pubblicazione assai più estesa edita nel 1929 dal «VDI - Verlag» (Fascicolo n.° 320 dei «Forschungsarbeiten auf dem Gebiete des Ingenieurwesens») e intitolata: «Ueber den Strömungsverlust in gekrümmten Kanälen» von Dott. Ing. H. Nippert.

Questa memoria è corredata anche di una bibliografia assai estesa ed utile; e ad essa rimandiamo i lettori per i quali i nostri brevi cenni non fossero sufficienti.

A. T.

CONFRONTO FRA VARI METODI DI MISURA DI PORTATA D'ACQUA ALL'IMPIANTO DI WALCHENSEE (b

V. D. I, aprile 1930. – Ing. O. KIRSCHMER.

La misura delle grandi portate risulta assai difficile per la impossibilità di accumulare l'acqua in vasche di sufficiente e determinata capacità. D'altra parte necessita di stabilire il grado di approssimazione dei suoi metodi di misura specie se si devono precisare i valori del rendimento solitamente assai elevati del macchinario idraulico moderno. Trattandosi appunto di dover determinare le percentuali di rendimento per una fornitura di turbine Pelton destinate ad una Ditta inglese che aveva messo in concorrenza case costruttrici europee e americane, si fecero dei diligenti controlli coi vari sistemi di misura delle portate su una delle tubazioni dell'impianto di Walchensee. Si cercò di stabilire la relazione che passa fra i risultati ottenuti col mulinello (di uso corrente in Europa) e quelli ottenuti col tubo Pitot, col metodo Gibson e col processo così detto chimico (molto usato in America).

La tubazione su cui furono fatte le prove aveva un diametro interno variabile da 2250 a 1850 mm, uno spessore pure variabile da 10 a 27 mm, una lunghezza di 430 m, un dislivello di 185 m e una portata massima di 9.47 m³/sec. Essa era destinata all'alimentazione di due Pelton di 18.000 HP ciascuna, delle quali però una sola venne tenuta in esercizio durante le prove.

Come lavoro preliminare fu eseguita un'esatta livellazione della condotta forzata ed una accurata verifica dei diametri e delle lunghezze dei singoli tubi. Per le misure col metodo chimico furono introdotte 4 coppie di elettrodi esploratori (fig. 1) e l'immissione della soluzione di cloruro di sodio fu fatta vicino alla vasca di carico a mezzo del dispositivo segnato nelle fig. 2 e fig. 3. L'apparecchio che serve ad immettere la soluzione salina deve essere tale da poter garantire che detta soluzione si irradii pressochè in tutta la sezione del tubo e che essa sia immessa con una pressione di poco superiore a quella occorrente per vincere quella idrostatica accresciuta dall'attrito delle valvole e degli uggelli. Anche gli elettrodi, formati da due piastrine di rame, devono essere collocati in posizione opportuna nella sezione del tubo in modo da essere investiti da quella ondata di soluzione che abbia circa la velocità media dell'acqua corrispondente alla sezione presa in esame. Gli elettrodi sono alimentati con corrente continua a 110 V e la intensità viene messa in evidenza con un apparecchio registratore. Detto V il volume di acqua esistente tra la sezione di immissione della soluzione salina e l'elettrodo preso in considerazione, t il tempo impiegato dalla ondata di soluzione a percorrere il tratto fra il punto di immissione e l'elettrodo che ne segnala

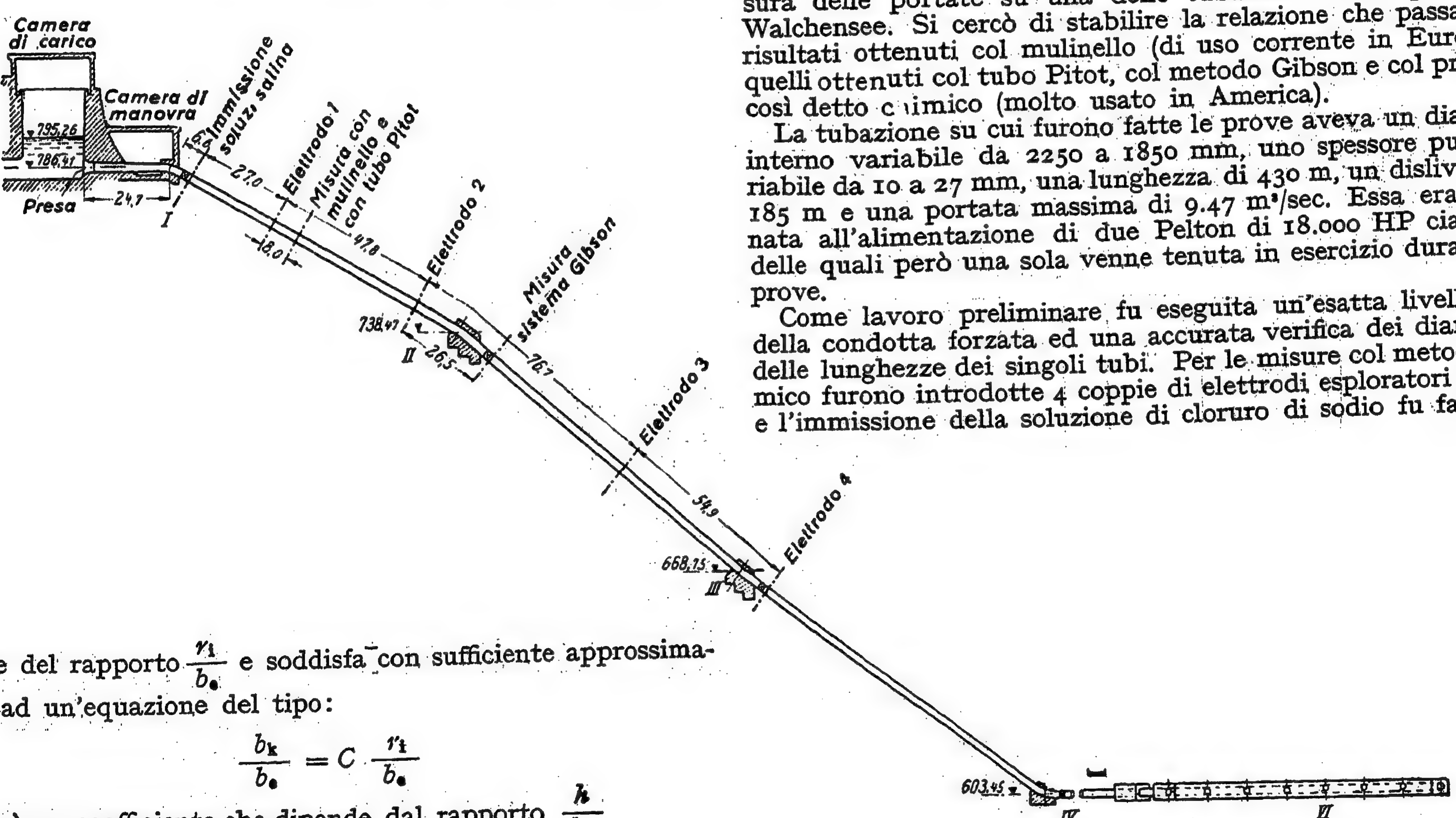


Fig. 1.

il passaggio con un improvviso aumento di corrente, la portata del tubo sarà data da

$$Q = \frac{V}{t}.$$

Le misure coi mulinelli e coi tubi di Pitot furono invece eseguite su una sezione situata in un tratto rettilineo della condotta e precisamente lungo due diametri tra loro perpendicolari ed inclinati rispettivamente di 45° sull'orizzonte.

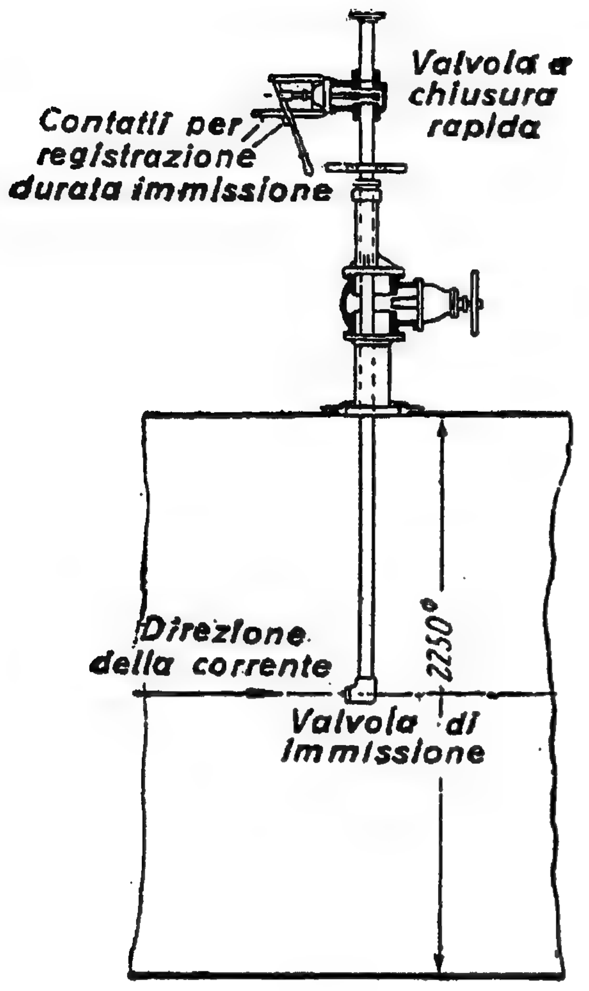


Fig. 2.

Il metodo Gibson, fondato sulla misura della soprapressione causata dal colpo di ariete, fu sperimentato a mezzo di un manometro registratore al di sotto del 2° ancoraggio. Le misure con questo sistema furono però assai ostacolate.

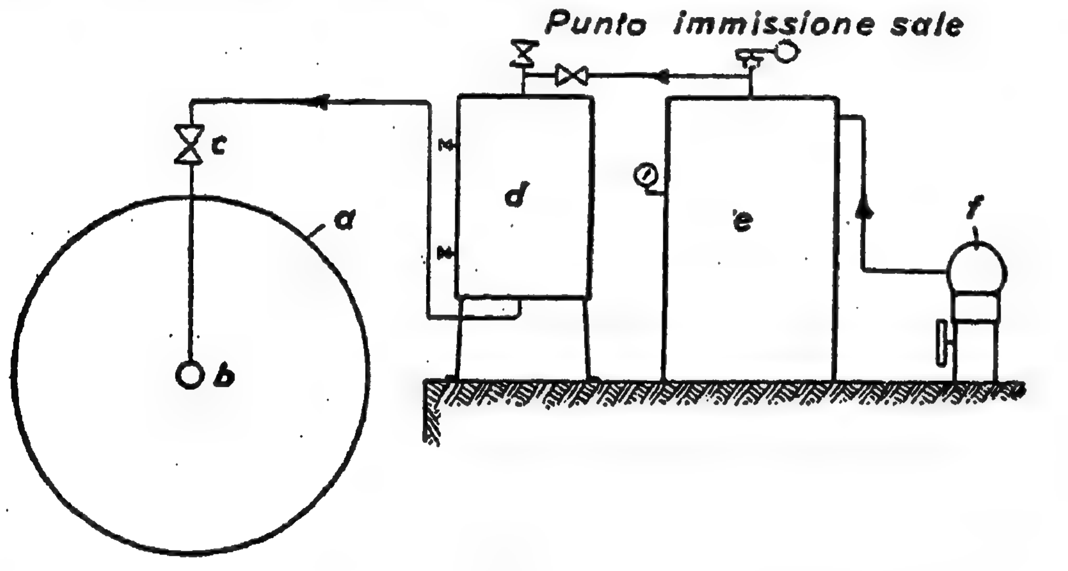


Fig. 3.

a) condotta forzata.
b) valvola di immissione.
c) valvola a chiusura rapida.
d) serbatoio (175 l: 15 atm. di pressione massima).
e) serbatoio d'aria compressa.
f) compressore.

Come risultato si constatò che il metodo chimico potè essere considerato attendibile solo per 4 letture eseguite cogli elettrodi 3 e 4. La fig. 4 dà le variazioni dei risultati ottenuti con questo sistema. Come valore definitivo fu accettata la media tra le letture ricavate coll'elettrodo N.° 3 e quelli coll'elettrodo N.° 4.

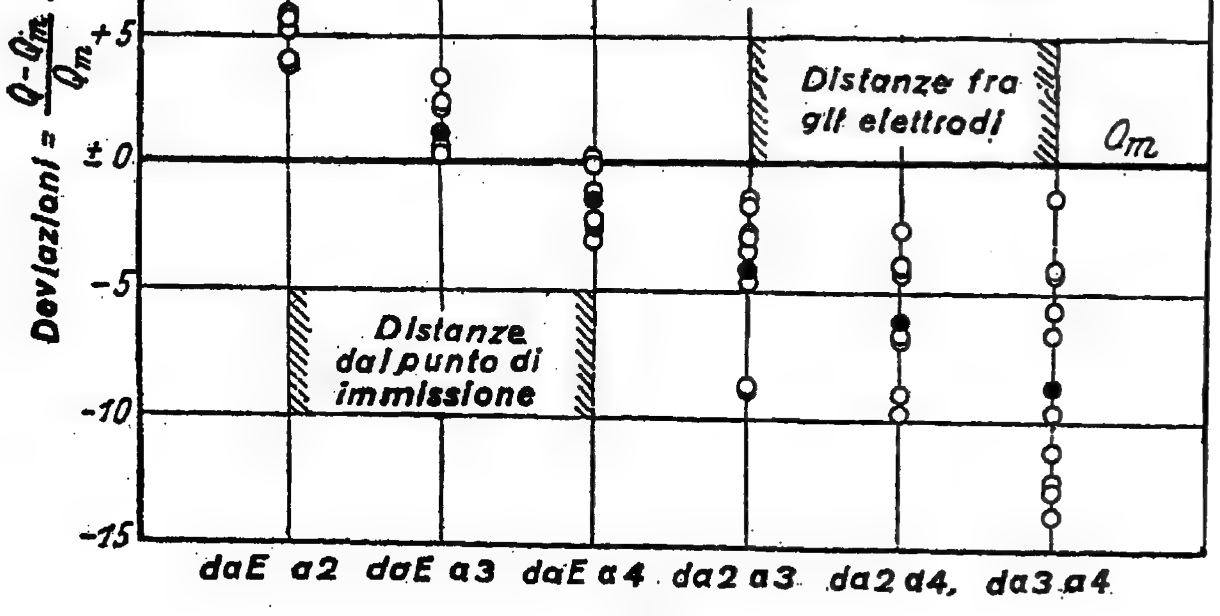


Fig. 4.

L'esperienza dimostrò ad ogni modo che per avere un miglior risultato necessitavano degli elettrodi che abbracciassero tutto il diametro del tubo. Con quelli impiegati si ebbero degli scarti fra letture successive compresi fra il 0,2% e il 2,4%.

Le misure coi molinelli diedero risultati favorevoli con scarti del ± 0,25 % tra letture successive. Lo stesso dicasi di quelle eseguite coi tubi Pitot. Tuttavia queste ultime per le piccole portate sono difficili da osservare e poco attendibili. La fig. 5 dà una idea del divario fra i risultati ottenuti secondo i vari procedimenti.

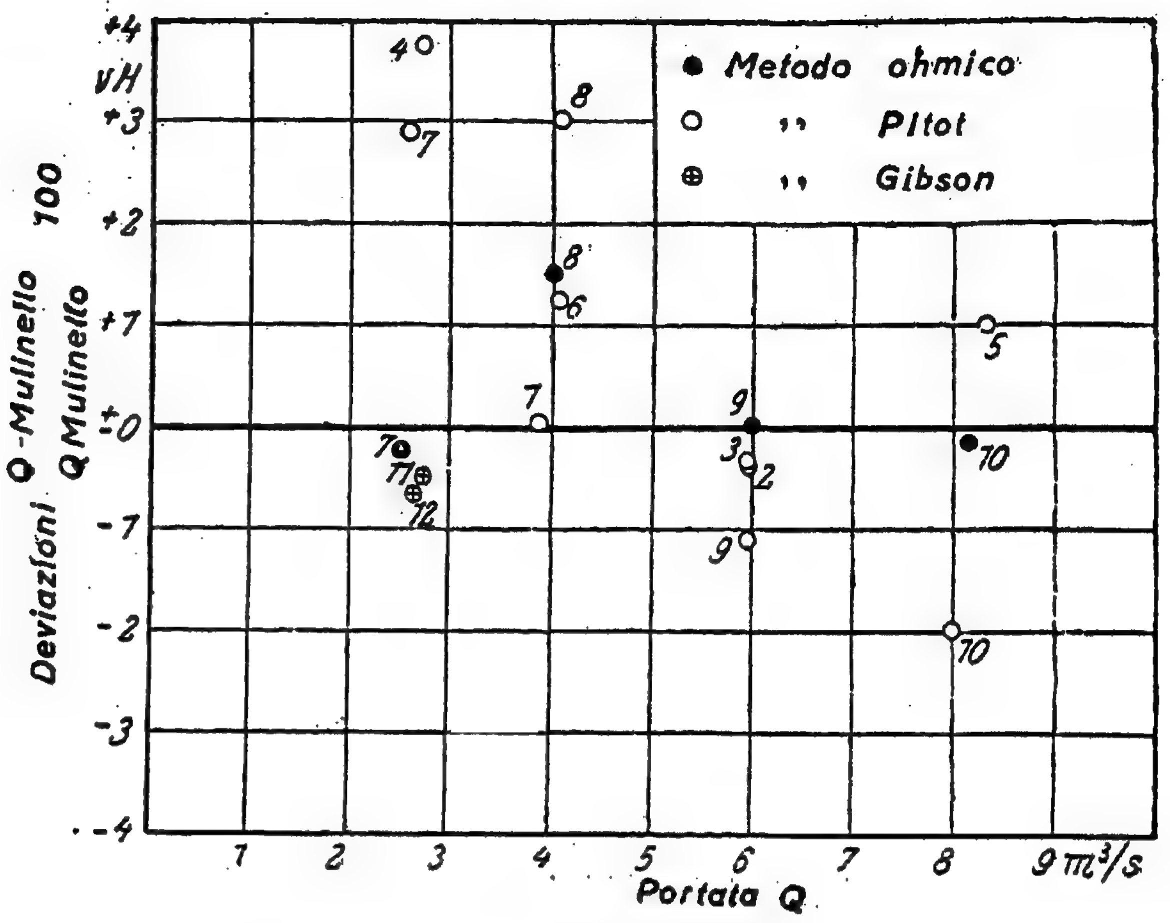


Fig. 5.

Come conclusione si può ammettere che le misure col sistema chimico hanno l'inconveniente di richiedere una istallazione ingombrante ed una misurazione esatta del volume della tubazione in esame. In compenso sono però di rapida esecuzione. Il processo Pitot è facile ma impreciso per le basse portate; quello Gibson ha l'inconveniente di richiedere pure la conoscenza esatta del volume della tubazione ed inoltre necessita la registrazione precisa di forti aumenti di pressione, cosa questa non facile e non scevra di pericoli.

Il sistema coi mulinelli, per quanto laborioso, è forse il più attendibile. Ha l'inconveniente di non poter esplorare le variazioni di velocità nella immediata vicinanza delle pareti ove è massima la variazione della velocità stessa. Qui però una buona estrapolazione col sistema Prandtl può egregiamente integrare la parte di osservazione mancante.

Dal complesso di queste misure comparative si vede che lo scarto dei risultati ottenuti è ancora eccessivo rispetto alle garanzie di rendimento che si danno per il macchinario. Pertanto si impone di precisare volta per volta quale è il sistema di misura di portata a cui si intende alludere per stabilire i dati di funzionamento. Ad ogni modo sarà molto interessante il paragone fra i risultati suddetti e quelli effettivi che si otterranno in un prossimo avvenire nel citato impianto di Walchensee quando sarà ultimata la vasca di 1500 m³ espressamente costruita per tali ricerche di carattere comparativo.

G. R. M.

INSTALLAZIONI ECONOMICHE PER IL PROSCIUGAMENTO DI TERRENI ARGINATI

Revue technique Sulzer, N. 1, 1930.

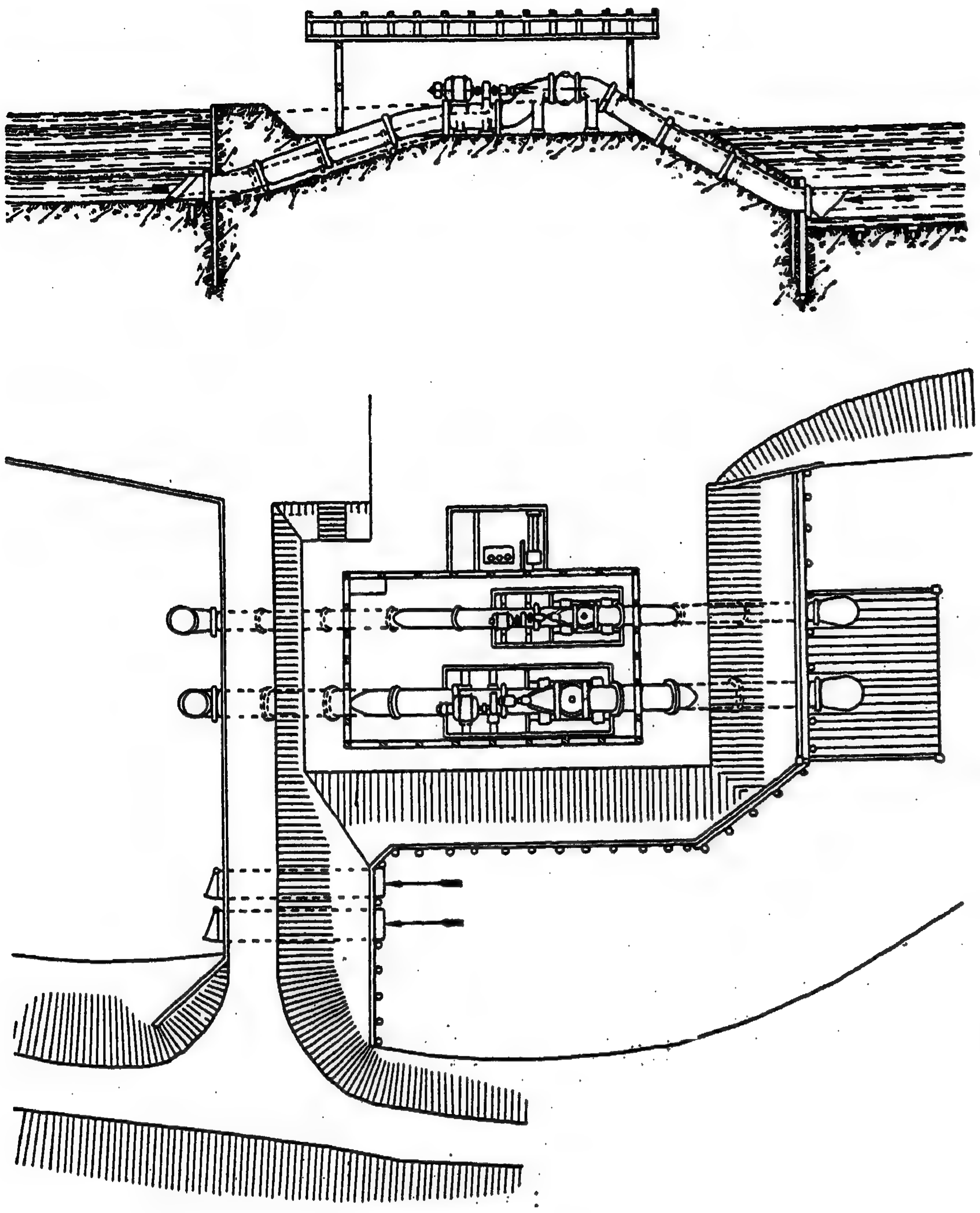
L'installazione illustrata nelle figure 1 e 2 della presente nota è stata appositamente studiata e costruita dalla ditta Sulzer per alcune piccole stazioni idrovore di soccorso adibite al prosciugamento di vaste zone depresse contigue ad un mare o ad un fiume e da questo separate mediante bassi argini di protezione.

Essa però è suscettibile anche di altre applicazioni, sia a scopo irriguo, che industriale, ecc. E pertanto riteniamo utile riferirne le principali caratteristiche.

La pompa, allogata in corrispondenza del vertice del sifone, è del tipo ad elica — ad asse orizzontale — per grandi portate (da 450 a 2000 l/sec. circa) e piccole prevalenze, raramente superiori ai 2 m.

Allo scopo di realizzare una costruzione semplice, solida e facilmente trasportabile ed economica si è conglobato il corpo della pompa con un tronco di tubazione che costituisce la parte superiore del sifone e sul quale viene installato anche il motore elettrico. Tutto questo complesso è fissato mediante bulloni ad un basamento metallico costituito da una intelaiatura di profilati, chiusa, nella parte inferiore, da una lamiera.

La fig. 1 rappresenta una installazione di questo tipo eseguita sulla costa del Mar Baltico. Si tratta di due pompe elicoidali di diversa potenza che possono funzionare separatamente od in parallelo. La più grande delle due è prevista per una portata di 80 mc. al minuto; la più piccola per 40 mc./minuto; la prevalenza (manometrica normale) è di m. 1,5.



a)

b)

Fig. 1.

Le due pompe assorbono rispettivamente 37,5 e 19 HP. Se la prevalenza è minore di m. 1,5, la portata complessiva delle due pompe può arrivare a 150 m³ per minuto. La fig. 2 rappresenta uno dei due gruppi ora descritti, in scala alquanto maggiore.

L'acqua entra dalla sezione *A* ed esce da quella *B*. La pompa viene mossa da un motore elettrico per il tramite di un riduttore a ingranaggi, racchiuso nella scatola *C* a tenuta perfetta e

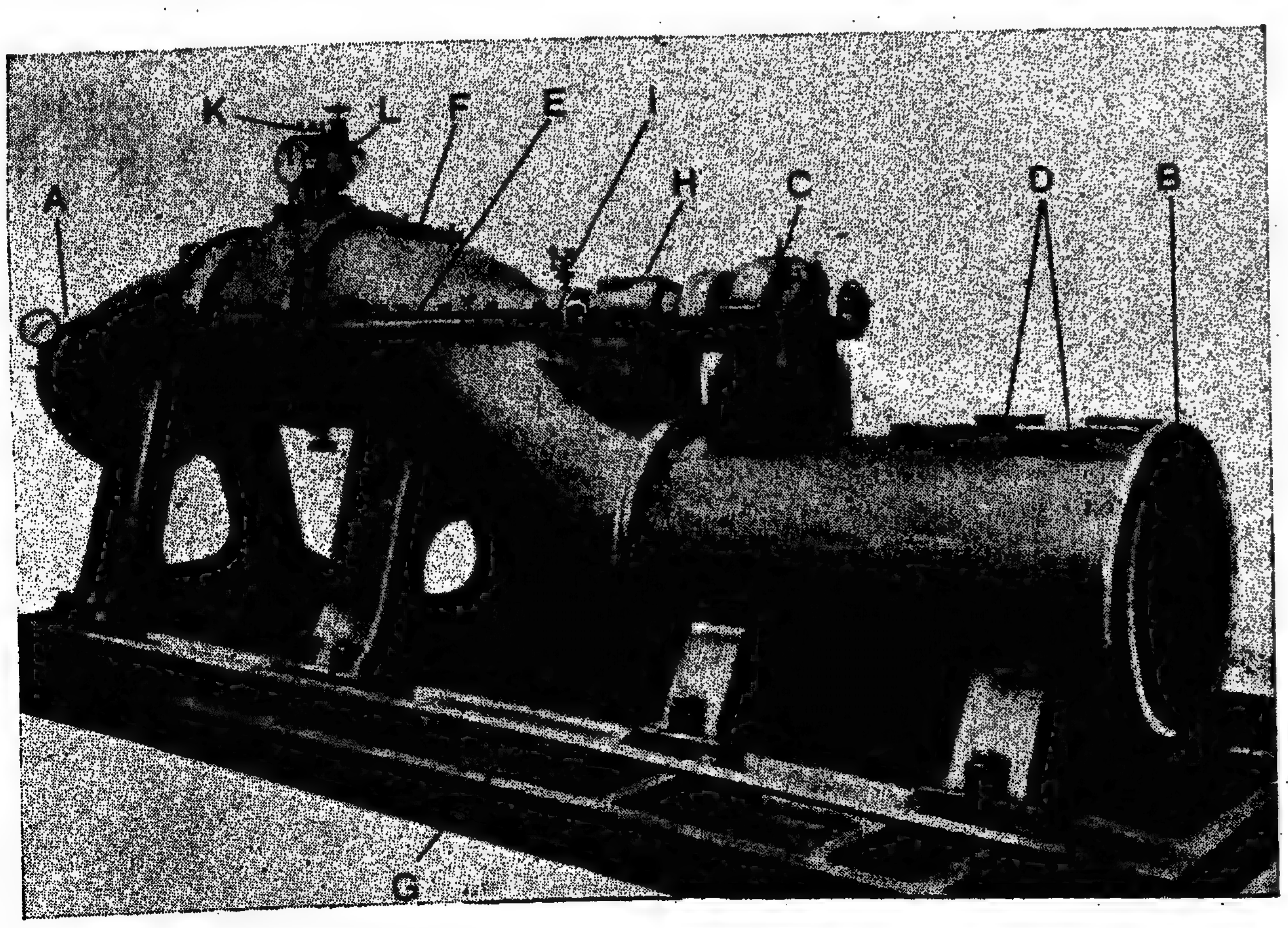


Fig. 2.

A = Sezione d'entrata.
B = Sezione d'uscita.
C = Riduttore ad ingranaggi.
D = Aggetti per la posa del motore.
E = Piano mediano orizzontale.
F = Foro di ispezione con coperchio.
G = Basamento.
H = Albero esterno.
I = Premistoppa e ingrassatore.
K = Campana per la raccolta dell'aria
L = Valvola d'aria.

piena d'olio. Il motore elettrico viene impostato sugli aggetti *D* del tubo di scarico.

Il basamento metallico dianzi accennato ha dimensioni tali che la pressione unitaria trasmessa al suolo non supera 0,1 kg/cm². Ciò consente di appoggiare la costruzione in parola anche su terreni sabbiosi o poco consistenti senza che si abbiano a temere cedimenti.

La camera della pompa è divisa in due metà secondo il piano orizzontale, mediano *E*; degli appositi fori di ispezione (*F*) permettono la pulizia degli organi interni.

La condotta nella quale è inserita la pompa è di forma semplice e razionale: priva di brusche deviazioni, di valvole e di saracinesche offre una resistenza minima al moto dell'acqua.

L'albero della pompa poggia sopra due sopporti dei quali uno interno ed uno esterno (*H*). La spinta assiale dovuta alle palette della pompa (ad elica), viene sopportata da un cuscinetto a sfere.

L'albero viene lubrificato anche in corrispondenza del premistoppa (*I*) mediante un ingrassatore a pressione Stauffer. Questo genere di lubrificazione contribuisce anche a migliorare la tenuta del premistoppa, specialmente agli effetti dell'aria, che tenderebbe a penetrare nell'interno della pompa per la depressione ivi regnante. Si deve infatti notare che, in condizioni ordinarie di funzionamento, attesa la disposizione a sifone della condotta, si verifica una depressione sia all'ingresso che all'uscita della pompa.

Al vertice della condotta (in corrispondenza della camera della pompa) si trovano uno speciale dispositivo di evacuazione e una valvola d'entrata dell'aria.

Quando si deve avviare la pompa, si provvede anzitutto a formare il vuoto nella condotta, aspirando l'aria mediante il dispositivo di evacuazione dianzi accennato il quale è costituito da una pompa pneumatica rotativa, azionata da un motorino elettrico di 1 HP circa e collegata alla valvola (*L*) mediante apposita tubazione.

Dopo che si è fermata la pompa si fa rietrare l'aria nella tubazione mediante un rubinetto, onde evitare che la tubazione funzioni da sifone, facendo rifluire l'acqua dal livello più alto a quello inferiore.

Durante il funzionamento della pompa, infine, l'aria eventualmente trascinata dalla corrente d'acqua in moto può accumularsi nella campana di sommità (*k*) munita di un indicatore di livello ed evacuabile mediante la pompa pneumatica dianzi menzionata, anche durante l'esercizio.

Le pompe di questo tipo sinora costruite (in serie) dalla Sulzer sono di due dimensioni: da 600 e da 850 mm di diametro per tubazioni, rispettivamente, da 650 e 900 mm e per portate da 450 a 1600 l/sec. con prevalenze manometriche ordinarie di 2,15 a 1,10 m. Nonostante la loro semplicità di costruzione queste pompe hanno mostrato in pratica un rendimento normale del 70 % circa. Le pompe di diametro minore sono previste per 375 giri al minuto e quelle più grandi per 255 giri.

A. T.

SFRUTTAMENTO DELL'ACQUA FLUENTE DAL LAGO HENGSTEY

V. D. I., 7 giugno 1930. – O. Spetzler.

Il lago di Hengstey è il primo degli otto laghetti destinati alla regolazione del fiume Ruhr. Detto fiume ha un dislivello di m 14,5 tra la confluenza del Lenne e la città Wetter, distanti tra loro circa 10 km. Questo salto fu spezzettato in uno di 4,5 m, uno di 3 e uno di 7 m e ciò allo scopo di poter rispettare delle derivazioni preesistenti. Con tali complicazioni però gli impianti idroelettrici corrispettivi, risultarono economicamente possibili soltanto utilizzando al massimo l'energia disponibile e destinando quella superflua ad un impianto di pompaggio che alimenta un serbatoio ad una quota di 160 m più elevata di quella del lago di Hengstey, realizzando così una riserva per le punte, che fornisce dai 120 a 150 milioni di kWh annui.

La centrale di Hengstey contiene 3 gruppi da circa 1400 kVA, 125 giri. Due sono azionati da turbine ad elica con pale mobili per poter funzionare anche con portate ridotte (portata massima 30 m³/sec) e uno con turbina pure del tipo ad elica, ma a pale fisse e atto a funzionare con buon rendimento solo a pieno carico. Gli alternatori sono del tipo a ombrello. La regolazione delle turbine, nonchè il comando della paratoia di presa del tipo a tamburo, avvengono a mezzo di olio in pressione. Qualora una turbina dovesse raggiungere una velocità pericolosa, allora automaticamente anche la paratoia di presa viene abbassata. La fig. 1 mostra una sezione trasversale attraverso l'edificio.

Interessante è l'impianto di Stiftsmühle, immediatamente a valle di quello descritto, dove si trattava di utilizzare un salto di m 3 circa già costruito in precedenza con uno sbarramento fisso. Siccome il macchinario, costituito di tre gruppi generatori (545 HP con un salto di m 1,6 e una portata di 31,5 m³/sec

a mezzo di una trasmissione a ruote dentate che aumenta il numero dei giri a 750 al primo.

Un altra notevole economia raggiunta in questa centrale è dovuta al fatto che il suo comando è eseguito a circa km. 1.5 di distanza dallo stesso personale dell'impianto di Hengstey.

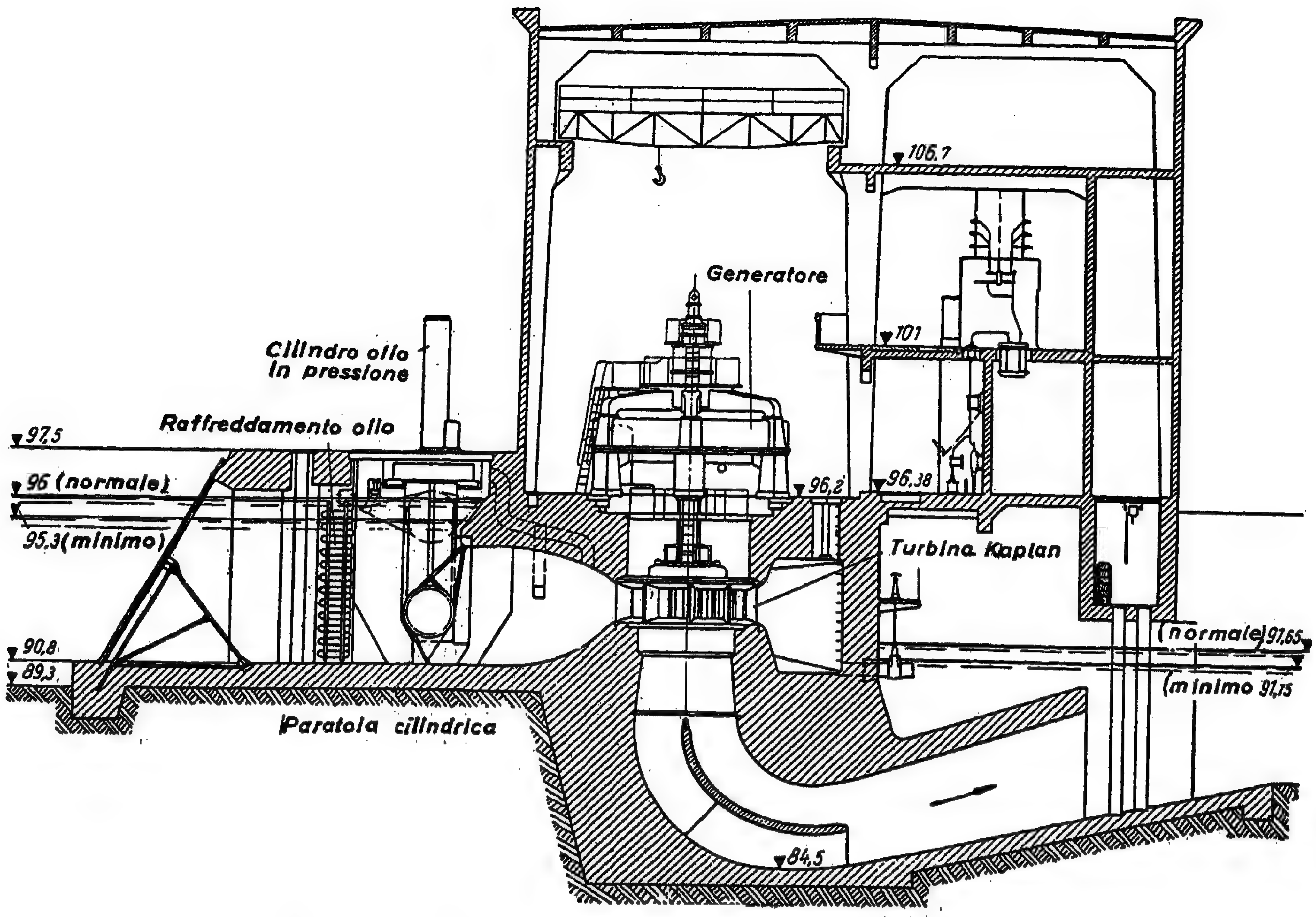


Fig. 1. - Sezione trasversale della centrale di Hengstey.

e 1240 HP con m 3,3 di salto e m³/sec 33,20 di portata) è assai ingombrante, si è risolto il problema di costruire una centrale di dimensioni modeste, facendo correre la gru all'aperto al di sopra del tetto e praticando in quest'ultimo delle botole in corrispondenza dei pezzi da sollevare (fig. 2).

La messa in moto della centrale di Stiftsmühle avviene pertanto nel modo seguente: dalla centrale di Hengstey si comincia a far funzionare a mezzo di un comando a distanza la valvola che lascia libero passaggio all'olio in pressione che serve alla frenatura delle macchine, liberando in tal modo

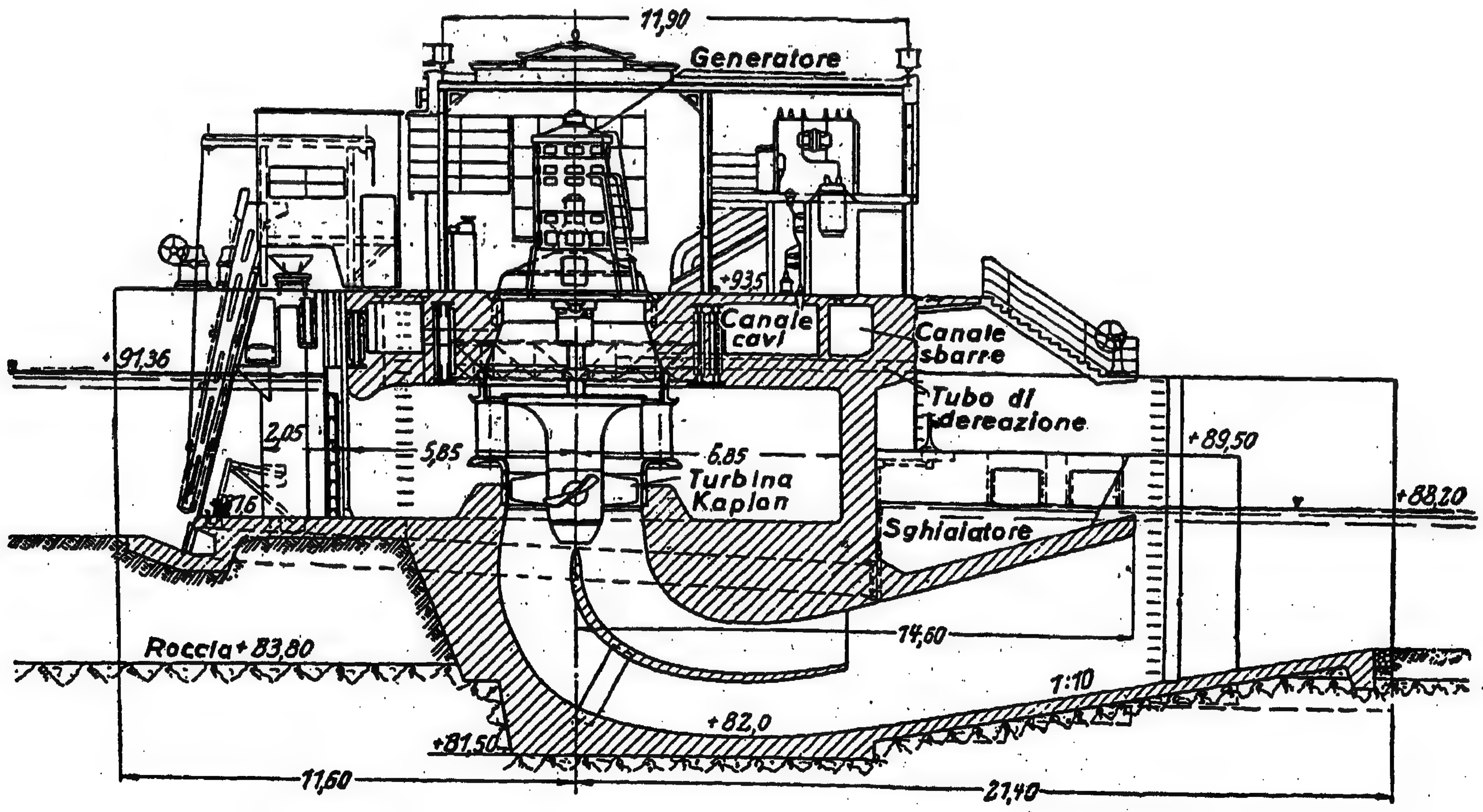


Fig. 2. - Sezione trasversale della centrale di Stiftsmühle.

Sempre per ridurre le spese al minimo, si sono munite le tre turbine Kaplan (del tipo a pale girevoli) di uno speciale regolatore di sicurezza che ha permesso l'abolizione delle paratoie rapide di presa. Detto regolatore agisce in caso di pericolo, direttamente sulle pale dell'elica facendo in modo di arrestare la turbina che tendesse a superare il numero previsto di giri. Naturalmente in caso di una ispezione, la presa viene tamponata con dei tetti metallici calati a mezzo della gru. Anche il generatore elettrico non è coassiale colla turbina ma bensì azionato

queste ultime (la pressione è mantenuta da un cassone idropneumatico). Indi, col distributore della turbina ancora chiuso, si manda corrente all'alternatore facendolo avviare come un motore asincrono fino a raggiungere una velocità sufficiente per creare la pressione d'olio necessaria per il regolatore. A questo punto, sempre a mezzo di un comando a distanza, si girano le pale della turbina portandole dalla posizione di frenatura a quella di lavoro e così il gruppo è pronto per il parallelo ed il carico.

Per la messa fuori servizio dell'impianto si comincia a togliere il carico, indi si chiudono le alette del distributore, si fanno successivamente spostare le pale della turbina fino a metterle in posizione di frenatura. Per ultimo si fa intervenire

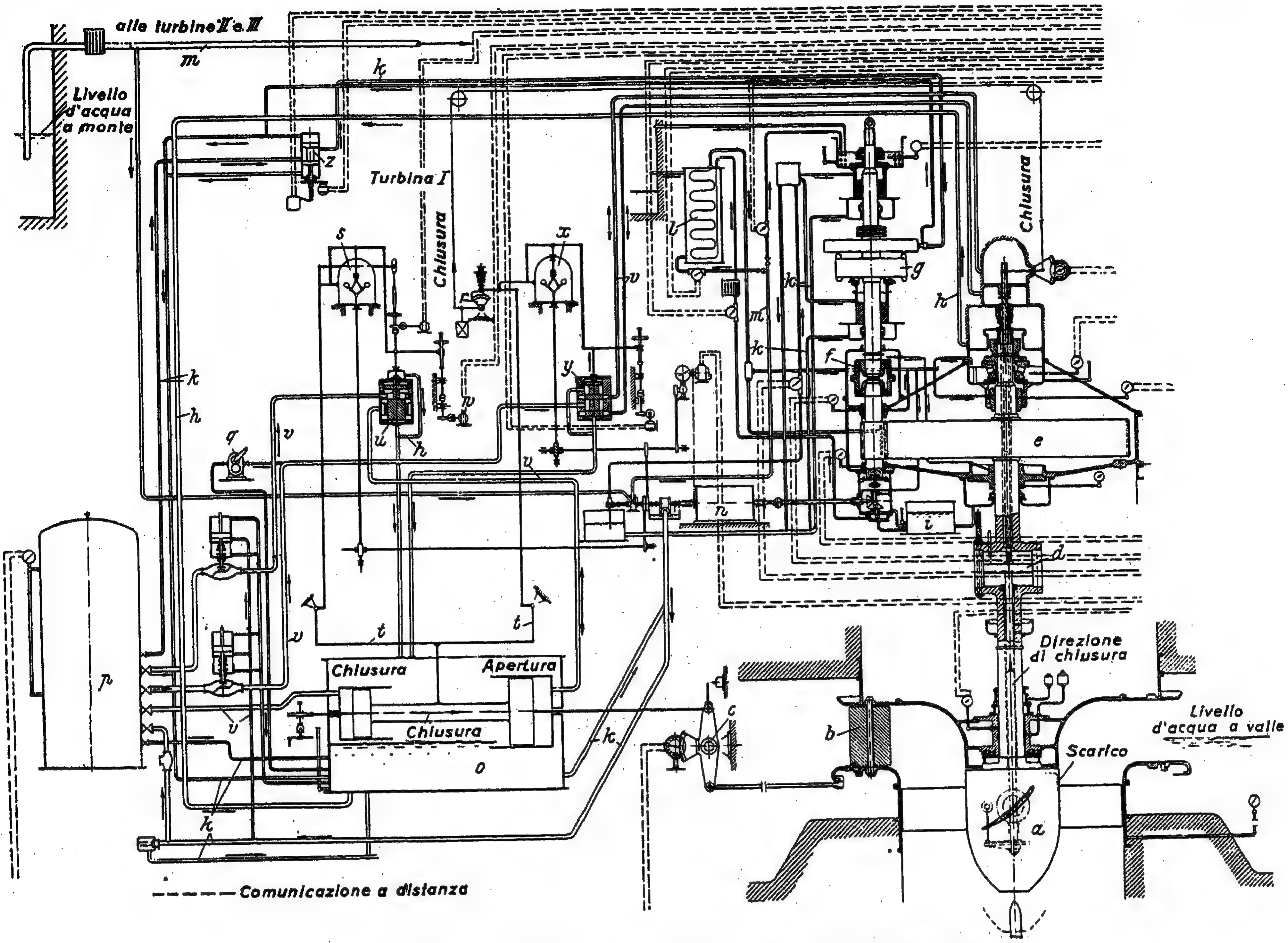


Fig. 3. - Schema dei comandi di un gruppo nella centrale Stiftsmühle.

la frenatura ad olio in pressione e successivamente si fa avvenire la chiusura della valvola di comunicazione del cassone idropneumatico per conservare in esso inalterata la pressione d'olio necessaria al successivo avviamento.

La fig. 3 dà una idea dello schema generale dei comandi a distanza di questa centrale.

G. R. M.

---

e)

L'IMPIANTO A VAPORE DI MERCURIO E' ANCHE INDUSTRIALMENTE UN VERO SUCCESSO

Electrical World, 5 luglio 1930. – T. H. SOREN.

L'esperienza industriale fatta con il processo di generazione di energia con vapore di mercurio, ideato dal Dr. W. L. R. Emmet, della General Electric Co., nella centrale di South Meadow della Hartford Electric Co., prova in modo definitivo che tale metodo risponde perfettamente alle previsioni sia nella teoria che nella pratica.

L'energia viene in questo impianto prodotta industrialmente con un consumo di 315 g di carbone bituminoso per kWh effettivo, ciò che corrisponde a circa 2500 calorie e quindi ad un rendimento termico globale del 34,5 % (vedi diagrammi fig. 1); cosicchè le economie di combustibile realizzate in tre anni e mezzo, per un impianto di 10.000 kW, compensano il costo dell'impianto stesso.

L'impianto originale sperimentale fu eseguito nella centrale di Dutch Point nel 1923. Esso comprendeva un turbogeneratore a mercurio di 1800 kW ed inoltre si aveva, dal condensatore del mercurio, una produzione oraria di 18.000 kg di vapore d'acqua alla pressione di 14 kg/cm² a 290° di temperatura.

A Dutch Point vennero impiegate successivamente due caldaie sperimentali. Con la prima si potè dimostrare la possibilità pratica di realizzare il ciclo a vapore di mercurio e che l'economia prevista era ottenibile. Siccome però questa prima caldaia non era industrialmente adatta, dopo parecchi mesi che essa funzionò, si potè progettare il secondo tipo di caldaia.

Questa era a tubi discendenti ed ha funzionato con successo per parecchi anni. Da questa seconda caldaia sperimentale si è passati ad una nuova caldaia di tipo e dimensioni industriali, ma simile in tutte le parti essenziali. Il nuovo impianto venne installato nel 1928 nella centrale di South Meadow e consiste in una caldaia a mercurio, turbina ed apparecchiatura accessoria che fornisce 10.000 kW di energia elettrica ai morsetti della centrale e fornisce pure 59.000 kg di vapore d'acqua all'ora alla pressione di 19,3 kg/cm a 370°, per mezzo del condensatore del vapore di mercurio che scarica dalla turbina.

In questa prima caldaia di South Meadow la costruzione difettosa originò un guasto ad un tubo. Siccome per ottenere un funzionamento sicuro occorreva una costruzione molto accurata così occorsero parecchi mesi per costruire nuovi tubi di tipo più robusto e più adatti per il funzionamento pratico della caldaia. La caldaia munita di nuovi tubi viene ora azionata al suo pieno carico ed il funzionamento è molto semplice e di grande elasticità.

L'impianto si trova in regolare funzionamento dal 4 febbraio 1930 ed è stato impiegato in modo simile del comune impianto a vapore d'acqua. Il carico è ridotto di notte a 1000 kW ed il funzionamento viene sospeso dal mezzogiorno del sabato sino al lunedì mattina, essendo in detto periodo disponibile energia idroelettrica. In tali condizioni l'impianto ha dato sinora una produzione totale di 40.000.000 kWh effettivi, con un consumo di carbone in ragione di 315 g per kWh. Tale produzione comprende l'energia elettrica fornita direttamente dalla turbina a mercurio e quella ricavata dall'impiego di vapore d'acqua nelle ordinarie turbine a vapore nella stessa centrale.

L'esperienza di South Meadow indica che l'attuale consumo di carbone per kWh potrà venire ancora ridotto con l'ulteriore sviluppo dell'impianto e che con lo stesso costo di installazione potrà essere ottenuta una potenza considerevolmente più grande. In complesso si prevede che il costo iniziale con questo

sistema non sarà materialmente superiore a quello di una usuale centrale termica di potenza equivalente, calcolando anche il vapor d'acqua che l'impianto a mercurio produce.

L'impianto sperimentale di Dutch Point fu costruito e fatto funzionare ritenendo che non vi dovesse essere nessun pericolo di avvelenamento mercuriale per il personale. Non essendo il sistema di saldatura arrivato alla perfezione odierna si verificò qualche fuga. In principio non si prese nessuna speciale precauzione durante la costruzione e revisione dell'impianto. Parecchi operai perciò subirono le conseguenze del mercurio introdotto nell'organismo. Si rimisero in brevissimo tempo facendo un po' di esercizio all'aria aperta. Nel caso più grave la persona guarì completamente in quattro giorni e rimase altri otto in osservazione; non vi fu mai nessun caso di avvelenamento cronico.

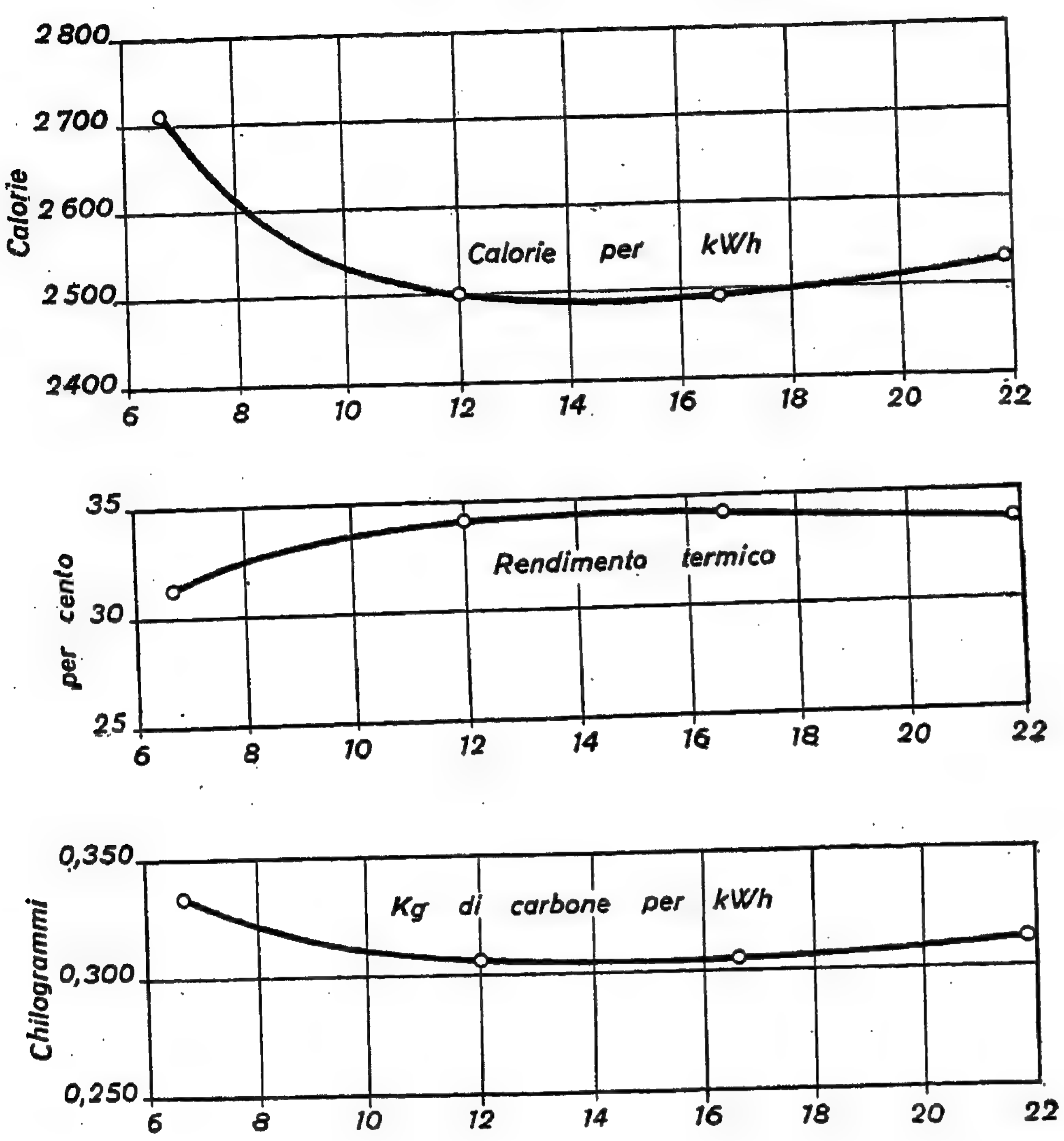


Fig. 1.

Venne riesaminata l'intera situazione e vennero adottate precauzioni semplicissime per proteggere gli operai e, negli ultimi sei anni, non si è mai più avuto alcun caso di avvelenamento mercuriale.

La testa della seconda caldaia di Dutch Point, non avendo sufficiente robustezza, si spaccò. In questo impianto essendo elevata la temperatura del camino una quantità considerevole di mercurio fu trascinata dal camino stesso e si diffuse nel cortile dell'edificio. Il personale che era sul luogo, non ebbe a soffrirne alcun inconveniente e la spaccatura, che era considerevole, pareva avvenuta per pressione idrostatica. Gli uomini che erano davanti la caldaia non se ne accorsero se non quando notarono la diminuzione del livello del mercurio nella caldaia. In seguito al basso calore specifico del mercurio non vi furono altre rotture oppure azioni violente e nessun danno riportò l'apparecchiatura.

Durante il funzionamento a Dutch Point si ebbero perdite di mercurio per due ragioni: prima per trascuratezza e mancanza di esperienza e poi per il guasto sopracitato alla testa della caldaia. La quantità di mercurio impiegato in questo impianto fu di 20 T e la perdita complessiva fu di meno di 2 T per l'intero periodo di funzionamento e ricostruzione; la perdita principale fu dovuta alla rottura della testa.

L'impianto industriale di South Meadow si è avvantaggiato dell'esperienza fatta a Dutch Point ed è esclusa ogni possibilità che gli operai vengano a contatto col mercurio sotto nessuna forma. In caso di riparazioni o manutenzioni interne vengono prese delle precauzioni che hanno eliminato completamente ogni pericolo per il personale.

A South Meadow uno dei tubi della caldaia si ruppe per difetto di costruzione ed un quantitativo notevole di mercurio si sprigionò nel forno: l'alimentazione con carbone polverizzato venne immediatamente sospesa. Poichè il mercurio a pressione atmosferica condensa a circa 355° una gran quantità del mercurio sfuggito fu raccolta nel camino e nel cenerario. La temperatura alla base del camino è di 150° cosicchè quasi tutto il mercurio condensò prima di arrivare alla cima del camino stesso e nel cortile e negli edifici della centrale non si riscontrarono tracce apprezzabili di mercurio. Oltre a questa, nessuna altra perdita di mercurio si verificò nel presente impianto.

Il turbogeneratore a mercurio è separato completamente dalle altre parti dell'impianto in esercizio e dalla camera della caldaia. Un operaio ed un aiutante, per ogni turno di servizio, hanno l'incarico della sorveglianza in questo locale. La regolazione del carico avviene mediante variazione della pressione nella caldaia a mercurio ed è eseguita dal personale della sala della caldaia.

Nello sviluppo industriale di tale nuovo sistema si sono incontrate e vinte parecchie difficoltà, trattandosi di una applicazione del tutto nuova. L'impiego del mercurio non ha dato di per sè stesso nessuna difficoltà, essendo perfettamente inalterabile e non si è verificata nessuna ossidazione o consimile durante il funzionamento. Le difficoltà risiedettero invece nel maneggio meccanico del mercurio stesso. In seguito al suo peso ed al suo costo ci si è preoccupati che il tipo d'impianto fosse tale da ridurne al minimo il quantitativo occorrente. La caldaia, i tubi, i corpi di valvola, il condensatore, i coperchi della turbina ecc. furono eseguiti tutti in acciaio a basso tenore di carbonio.

f. f.

ANELLI DI GUARDIA CON VALVOLE PER ISOLATORI A CATENA

(f

Journal A.I.E.E., maggio 1930, pag. 393. – H. A. Frey e E. M. Skipper.

Nel primo dispositivo studiato l'anello di guardia era isolato dalla linea per mezzo di due isolatori sospesi, che erano shuntati da una valvola ad alto potenziale a tetracloruro di carbonio. Nel caso di una scarica lungo la catena l'arco si formava fra l'anello di guardia ed i sovrastanti scaricatori a corna e la corrente di scarica passava attraverso la valvola. Il funzionamento della valvola spegneva l'arco distaccando l'anello di guardia dalla linea. Questo avveniva così rapidamente che non si verificava alcuna interruzione nella trasmissione.

Il sistema però, richiedendo due isolatori per ogni anello di guardia, non era molto economico e fu perciò studiata una nuova disposizione. L'anello di guardia fu messo nella sua posizione normale in fondo alla catena e all'estremo superiore furono applicate le valvole del tipo ad espulsione, al posto dei corni dello scaricatore. In questo modo si poterono mettere due valvole per ogni catena. Le prove hanno dimostrato che, salvo casi assai rari, l'arco colpisce una sola valvola e la seconda rimane perciò di riserva.

In base a simile disposizione si sono eseguite molte prove di corto circuito, usando varie combinazioni di anelli di guardia e di valvole; contemporaneamente si sono fatte altre prove con scariche ad impulso per determinare la posizione più conveniente dell'anello e delle valvole, in modo da assicurare che l'arco si formi fra l'anello e l'estremo della valvola. Si è trovato che quando la distanza esplosiva fra l'estremo della valvola e l'anello di guardia non eccede l'80 % della lunghezza dell'arco lungo la catena sprovvista di anello, lo spegnimento dell'arco è soddisfacente.

Nelle prove di corto circuito l'arco veniva provocato mettendo un filo fusibile fra l'anello e l'estremo della valvola. Sopra 21 prove due soli archi non furono interrotti e in entrambi i casi la corrente disponibile era molto piccola. Il tempo richiesto dalla valvola per funzionare e interrompere l'arco diviene tanto maggiore quanto minore è la corrente di corto circuito. Un'intensità di 200 A. sembra la minima per il buon funzionamento dell'anello di guardia munito di valvola; non si è potuto invece stabilire il limite superiore dell'intensità per tale buon funzionamento: con correnti di 5.120 A. si sono ancora avuti ottimi risultati.

Sulla linea di un'altra Società la corrente di corto circuito era di circa 250 A. e la tensione di 66 kV. Si usò il dispositivo con 4 valvole per ogni anello di guardia: furono adescati 7 archi, interrotti tutti senza che funzionassero i relais di linea. In uno di questi corti circuiti si fusero 2 valvole perchè il vento portò l'arco dall'estremo della valvola sulla quale questo si era adescato alla valvola vicina; si è cercato invano di ripetere tale fenomeno adescando appositamente l'arco sulla valvola sopra vento.

La tendenza moderna è di abbondare nell'isolamento della linea per ridurre al minimo le interruzioni dovute a scariche lungo le catene: con ciò si ha un migliore servizio nella linea di trasmissione, ma quando la zona temporalesca è vicina ad un'estremità della linea si ha una maggior sollecitazione sopra l'apparecchiatura della sottostazione. Siccome è difficile e co-

stoso aumentare l'isolamento dell'apparecchiatura della sottostazione sino al livello dell'aumentato isolamento di linea si usa, nelle immediate vicinanze della sottostazione, diminuire l'isolamento della linea in modo da bilanciare quello della sottostazione stessa. Vi sarà un numero maggiore di archi lungo le catene nella parte adiacente all'estremo della linea e quindi un maggior numero di interruzioni; l'uso di un anello di guardia normale nelle catene corte evita il danneggiamento degli isolatori ma non impedisce la messa fuori servizio quando avvenga una scarica.

Se l'anello munito di valvola è applicato alla parte terminale della linea e la distanza esplosiva fra l'estremo della valvola e l'anello è regolata in modo da avere il desiderato voltaggio di scarica, l'eventuale sovratensione sulla linea verrà smaltita senza che si interrompa il servizio perchè la corrente a terra passa, ed è poi interrotta, dalla valvola senza dover attraversare i relais di corrente della linea. La valvola sull'anello di guardia, diversamente dagli scaricatori, funziona solo con le sopraelevazioni che sono capaci di far scattare l'arco. Per questo speciale uso si è ideato un anello di guardia con quattro valvole in modo che ciascun apparecchio può interrompere quattro archi prima di richiedere un cambiamento delle valvole.

Questi dispositivi a distanza esplosiva ridotta devono essere messi nei 400 metri circa dal termine della linea. Benchè in genere un solo dispositivo sopra ogni filo di linea si sia dimostrato sufficiente è meglio, per maggiore sicurezza, averne diversi; l'ultimo deve essere collocato il più vicino possibile all'apparecchiatura da proteggersi, altrimenti è assai probabile che per le onde riflesse avvenga un arco o una perforazione degli apparecchi senza che il dispositivo lungo la linea sia chiamato a funzionare.

Nella tabella seguente sono indicate le distanze esplosive adatte, fra valvole ed anello, in modo da proteggere l'equipaggiamento normale delle moderne sottostazioni, eseguite con isolamenti maggiori che nel passato; perciò qualche volta occorrerà adottare anche distanze minori.

Distanze esplosive in base alla tensione normale dell'apparecchiatura delle sottostazioni.

Tensione di linea kV	Distanza anello-valvola mm.	Arco con corrente di impulso kV	Arco con corrente 60 periodi kV
33	254	310	103
66	533	605	206
88	787	900	290
110	940	1060	345
132	1041	1170	380

La valvola ad espulsione da ambo le parti presenta caratteristiche speciali. Il fusibile è messo nella parte superiore di un tubetto di fibra impermeabile, nella parte inferiore trovasi un'appendice di rame che percorre tutto il tubo ed è tenuta ferma da una molla che la comprime alla sua estremità inferiore. Il tubo è incapsulato ai due estremi. la capsula inferiore è messa a frizione e quella superiore è saldata. Quando il fusibile fonde la molla di compressione scatta; questo scatto e la pressione dei gas che si formano nel tubo cacciano via la capsula e fanno sfogare il tubo stesso estinguendo l'arco.

Occorre pertanto far sì che la pressione dell'arco cresca rapidamente in modo da ottenere una rapida interruzione. Con correnti piccole salta via solo il tappo inferiore e la molla aiuta nell'interrompere prontamente l'arco perchè caccia fuori del tubo l'appendice di rame appena fonde il fusibile. Il limite massimo di corrente ammissibile può essere quello per il quale il tubo scoppia a causa della eccessiva pressione. Quando la pressione è forte partono ambedue i tappi ed il tubo sfoga dalle due parti. L'azione dalle due parti è desiderabile perchè riduce la corrente di reazione non equilibrata la quale, in caso di forti intensità, potrebbe investire altrimenti gli isolatori con un violento contraccolpo.

Prove furono anche eseguite per stabilire il punto nel quale comincerebbe l'effetto corona sull'appendice di rame nel tubo della valvola. È stato trovato che, con un dispositivo a due valvole per 110 kV montato sopra una catena di 11 elementi, la corona appariva a 82 kV quando la valvola era parallela al conduttore e a 89 kV quando era ad angolo retto.

Diamo qui alcuni risultati dell'esercizio con anelli di guardia muniti di valvole messi in opera in questi ultimi tre anni. In nessuno degli impianti elencati erano adoperati scaricatori per fulmini o sovratensioni. Un solo caso di scarica ad arco con danni alla sottostazione si è verificato negli impianti della Pennsylvania Water & Power Co. dopo che erano stati messi in opera gli anelli di guardia con valvole. Due fiammate avvennero contemporaneamente ai due estremi della linea, probabilmente dovute alla eccessiva sovratensione; fu allora ridotto l'intervallo fra anello e valvole ma avvennero ancora due fiammate e ciò in un periodo di temporali eccezionali, nel quale molte valvole furono fuse su questa linea. È certo perciò che se non vi fossero stati gli anelli di guardia con le valvole, ben maggiore sarebbe stato il numero delle fiammate nelle sottostazioni.

L'impianto della Memphis Power and Light è del tipo a 4 valvole e la lunghezza delle linee è di 22 e 42 Km. Vi sono stati due casi di funzionamento del dispositivo, ma anche i relais di linea hanno funzionato. Nel primo caso si fusero tutte le valvole vicine ad una sottostazione, 12 valvole di una terna ad un'altra sottostazione e una valvola per ogni filo delle due terne alla terza; tutto ciò apparentemente per la stessa scarica verificatasi sulla linea. In ambedue i casi la scarica deve essere stata molto grave per avere fuso tante valvole e il funzionamento dei relais dimostra che sono avvenuti anche degli archi sopra altre catene di isolatori lungo la linea, che non erano muniti del dispositivo di protezione anello-valvole.

Nell'impianto della Minnesota Power Co. a Nashwauk vi è stata una sola fusione di valvola e contemporaneo funzionamento dei relais, la cui causa non è stata ben stabilita.

In conclusione, sopra un totale di 28 prove eseguite in laboratorio e sulla linea, solo in due casi la corrente non fu interrotta, ed essa era di intensità minore di 200 A.

I risultati di esercizio mostrano poi che su 113 casi di funzionamento dei dispositivi in opera vi è stato solo un caso di mancata interruzione e quattro casi di arco nelle sottostazioni. Si sono anche verificati quattro casi in cui la linea è stata messa contemporaneamente fuori esercizio: in due la ragione risiedeva nella formazione di archi sopra catene non protette e negli altri due può essere che il dispositivo-anello valvole sia stato insufficiente.

f. f.

L'IMPIEGO DEL RADIO NEGLI SPINTEROMETRI E NEGLI APPARECCHI DI PROTEZIONE CONTRO LE SOVRATENSIONI (g

R. G .E., 1° marzo 1930. – R. Van Cauvenberghe e G. Marchal.

Gli AA. si sono proposti di studiare come la presenza di radio all'interno di un elettrodo degli spinterometri a sfere agisca sulla regolarità del loro funzionamento.

Secondo la teoria di Townsend, applicando una tensione elettrica ad uno spinterometro, gli ioni ed elettroni presenti fra le sfere vengono trascinati dal campo e, se questo è abbastanza intenso, raggiungono una velocità tale che le particelle elettrizzate urtando le particelle neutre le dividono in nuovi ioni ed elettroni. Questi vengono a lor volta trascinati dal campo, ionizzando nuove particelle neutre e così via finchè il flusso di elettroni raggiunge tali proporzioni che si produce la scarica elettrica.

Se dunque non preesistono fra le sfere alcune particelle elettrizzate, la scarica non si produce; se poi queste particelle sono in numero insufficiente, bisognerà provocare una sovratensione agli elettrodi, in modo che gli elettroni presenti acquistino la velocità necessaria.

Per eliminare questi inconvenienti è necessario ionizzare preventivamente lo spinterometro, ciò che si può ottenere con raggi ultravioletti o con sali di radio. Il modo migliore è quello di introdurre il radio all'interno di una delle sfere o calotte (fig. 1), perchè allora l'ionizzazione avviene proprio nel punto

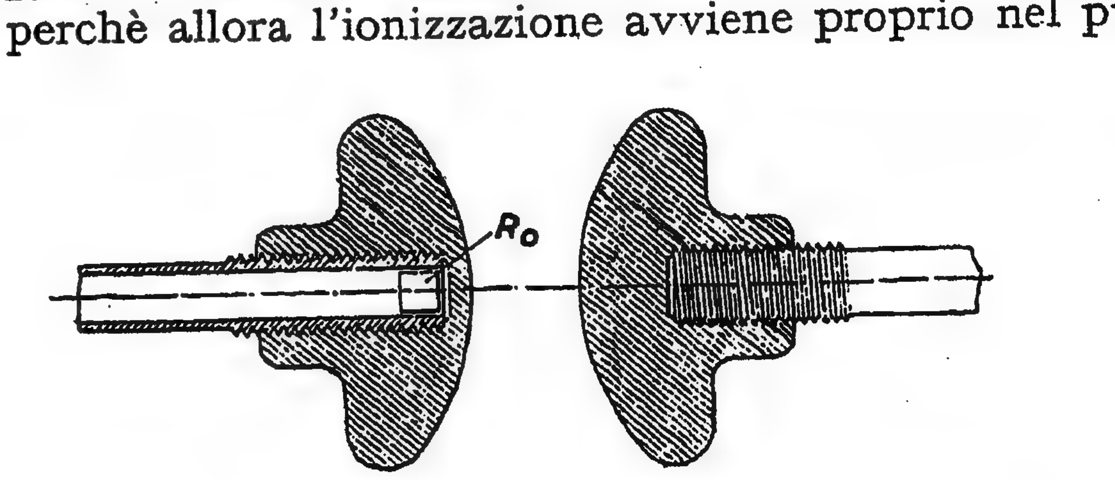


Fig. 1. - Spinterometro a calotte sferiche.

dove si forma la scintilla e l'azione ionizzante, data la vicinanza del radio al campo, è ben più forte che se lo si fosse posto all'esterno a qualche distanza.

Gli AA. hanno fatto parecchie esperienze con uno spinterometro a calotte sferiche da 25 mm di raggio, in una delle quali

era contenuto mezzo milligrammo di radio elementare, utilizzando lo schema della fig. 2. Bisogna operare in una camera oscura ed evitare i movimenti d'aria.

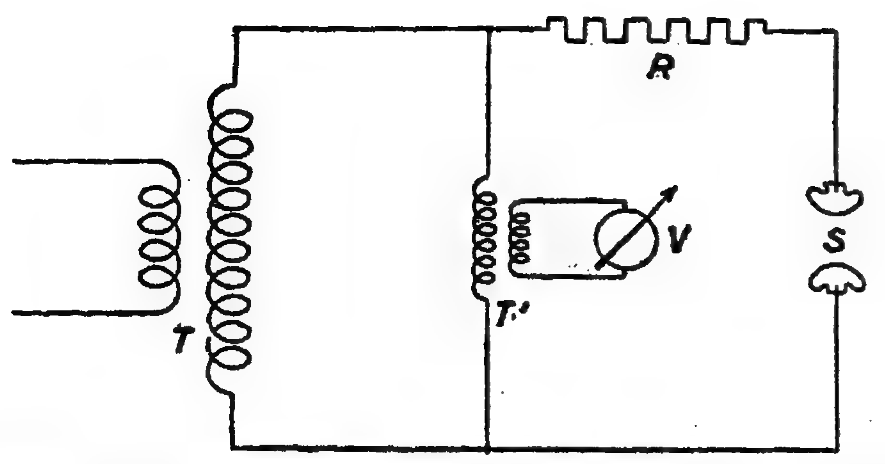


Fig. 2. - Schema di dispositivo di taratura dello spinterometro a frequenza industriale.

Si è rilevato anzitutto che ventilando energicamente le sfere dopo ogni scarica, la tensione di scarica aumenta di circa l'1 %; se invece non si applica ventilazione e si producono scariche ogni 15 ÷ 30 secondi, la tensione può ridursi del 2% circa, in seguito al riscaldamento delle calotte sferiche e dell'intervallo d'aria. Nelle prove accennate più avanti si è lasciato un intervallo di due minuti fra scintille successive, senza ventilare, con che si ottengono risultati molto regolari; la distanza fra le sfere è stata mantenuta a 3 mm e le tensioni di scarica son state riportate a 20° C e a 760 mm di pressione atmosferica.

Sono state fatte esperienze di confronto senza mezzo ionizzatore, con raggi ultravioletti e con radio, rispettivamente in quantità di 0,5 e di 10 milligrammi.

Col primo sistema si fecero 12 letture al voltmetro: la media delle letture corrisponde a 144,7 divisioni del voltmetro; lo scarto massimo nelle letture è di 22,7 divisioni ossia del 15,5 %. Indicando con n il numero di osservazioni e con S la somma degli scarti in valore assoluto, la precisione della misura è data dalla: $k = \frac{n}{S\sqrt{\pi}}$ e l'errore possibile è $\frac{1}{k}$; nel caso attuale, essendo $S = 99.7$, l'errore possibile è di 14.7 divisioni, ossia del 10.1 %.

Ionizzando l'intervallo d'aria coi raggi ultravioletti emessi da una lampada ad arco nudo posta a 24 cm. dallo spinterometro si è avuta invece su dieci letture una media del voltmetro di 130.75 divisioni ossia del 9.61 % inferiore a quella senza ionizzatore.

Si è ottenuto $S = 3.9$ divisioni; l'errore possibile $\frac{1}{k}$ si riduce a 0.968 divisioni, pari al 0.75 %.

Con l'ionizzazione fatta per mezzo del radio (quantità 0.5 milligrammi), la media delle 10 letture è stata di 128.38 divisioni, ossia l'1.8 % inferiore a quella con lampada ad arco. S è pari a 1.6; quindi l'errore accidentale è di 0.28 divisioni o del 0.2 %. Vi è però come si è detto una differenza sistematica dell'1.8 % fra le misure con lampada ad arco e con radio; vien dunque fatto di chiedersi se il radio non ionizza troppo forte lo spinterometro, abbassando quindi la tensione di scarica sotto i limiti che rappresentano le condizioni ideali. Per togliere questo dubbio, gli AA. han fatto altre prove aumentando la quantità di radio a 10 mg e han rilevato che l'errore possibile è quasi identico a quello ottenuto con 0.5 mg. di radio. La lettura media è 127.6, ossia di poco inferiore a quella precedente.

Si può dunque concludere che per mezzo di una capsula con 0.5 mg di radio si ionizza lo spinterometro abbastanza per ottenere risultati regolari; la precisione di questo sistema non è di molto superiore a quella che si ottiene con l'arco nudo, ma il mezzo è più comodo e pratico.

Gli AA. han poi studiato la regolarità e la rapidità di funzionamento dello spinterometro con tensioni transitorie, con la disposizione indicata in fig. 3. Se si considera un'onda che si

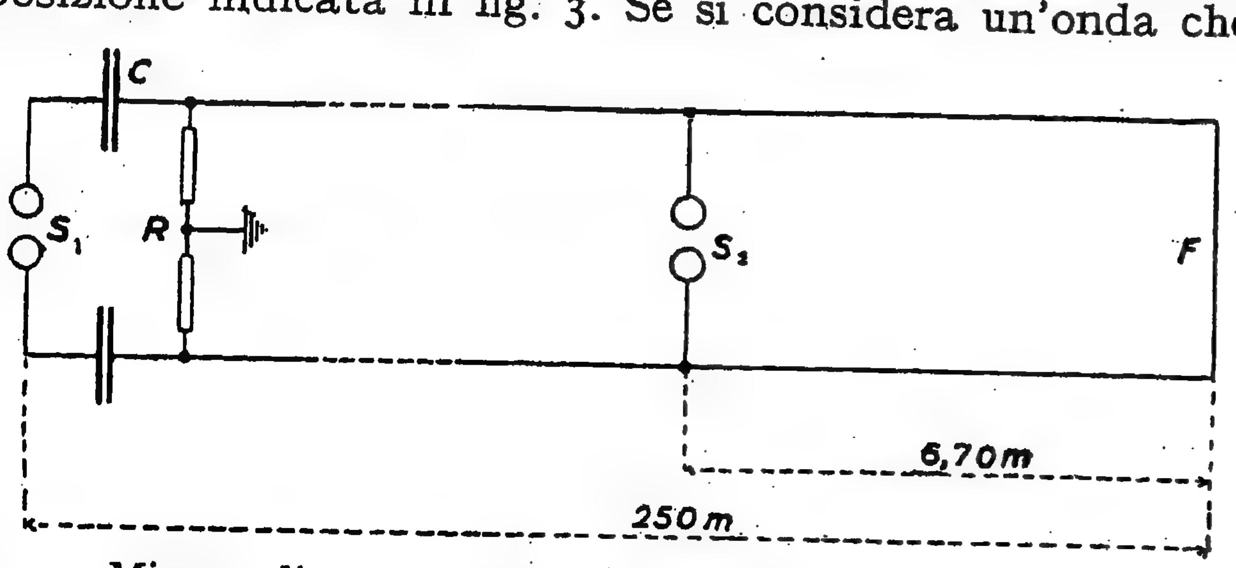


Fig. 3. - Misura di una tensione transitoria. Lo spinterometro è a m 6.70 dell'estremità di una linea in corto circuito.

sposta lungo la linea, questa passa davanti allo spinterometro S_2, raggiunge l'estremità F della linea, dove la tensione va a zero e il fenomeno di scarica ritorna in linea sotto forma di un'onda riflessa.

Se l'onda primitiva è rettangolare, la tensione in S_2 raggiunge tosto il valore massimo mantenendovisi mentre l'onda percorre due volte la distanza S_2-F (m 6.70×2 = m 13.40); se invece l'onda è triangolare, la tensione in S_2 cresce da zero a E_2 che è il valore che si rileva in fig. 4 per la distanza di m 13.40 dall'estremo A. La tensione in S_2 si mantiene poi costante pel rimanente tratto di fronte d'onda, dopo di che scende progressivamente a zero. Con altre forme d'onda, la legge della tensione in S_2 è diversa, ma sta sempre che la tensione massima allo spinterometro è la differenza delle ordinate che si posson rilevare sul fronte d'onda a m 13.40 di distanza.

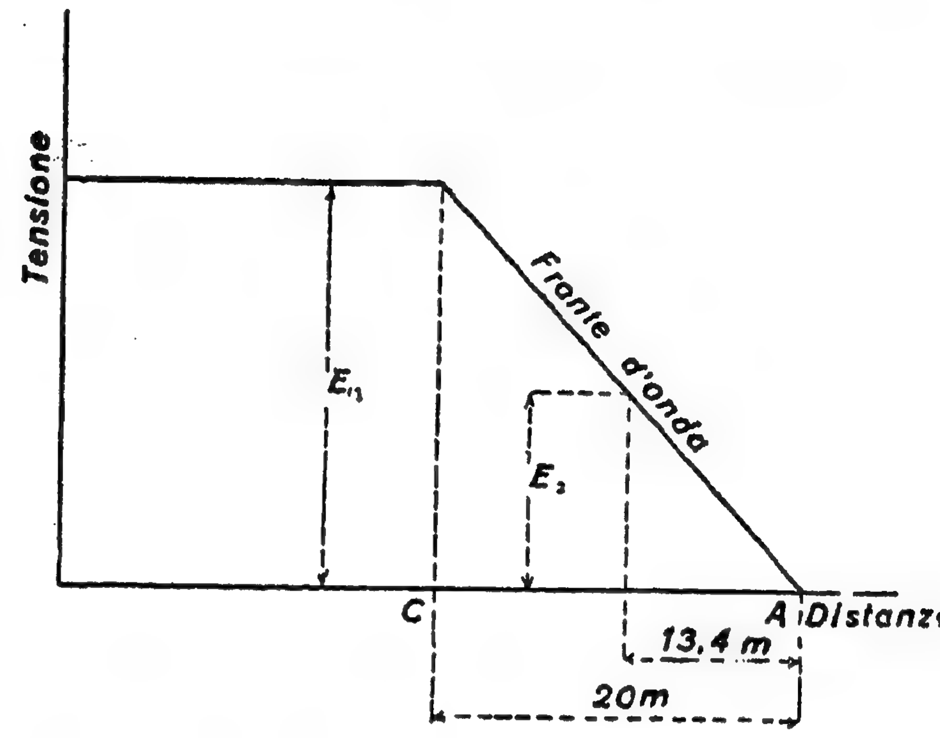


Fig. 4. - Onda a fronte triangolare.

Le prove son state fatte rilevando le scariche su S_2, regolato a 3 mm, per distanze esplosive crescenti sullo spinterometro S_1, cominciando da 4.5 mm. I risultati delle prove sono riportati in fig. 5, che rappresenta, in funzione della distanza esplosiva di S_1, il numero di scariche che si ottengono sullo spinterometro S_2 per 20 scariche su S_1, o in altre parole la regolarità di funzionamento dello spinterometro con tensioni transitorie.

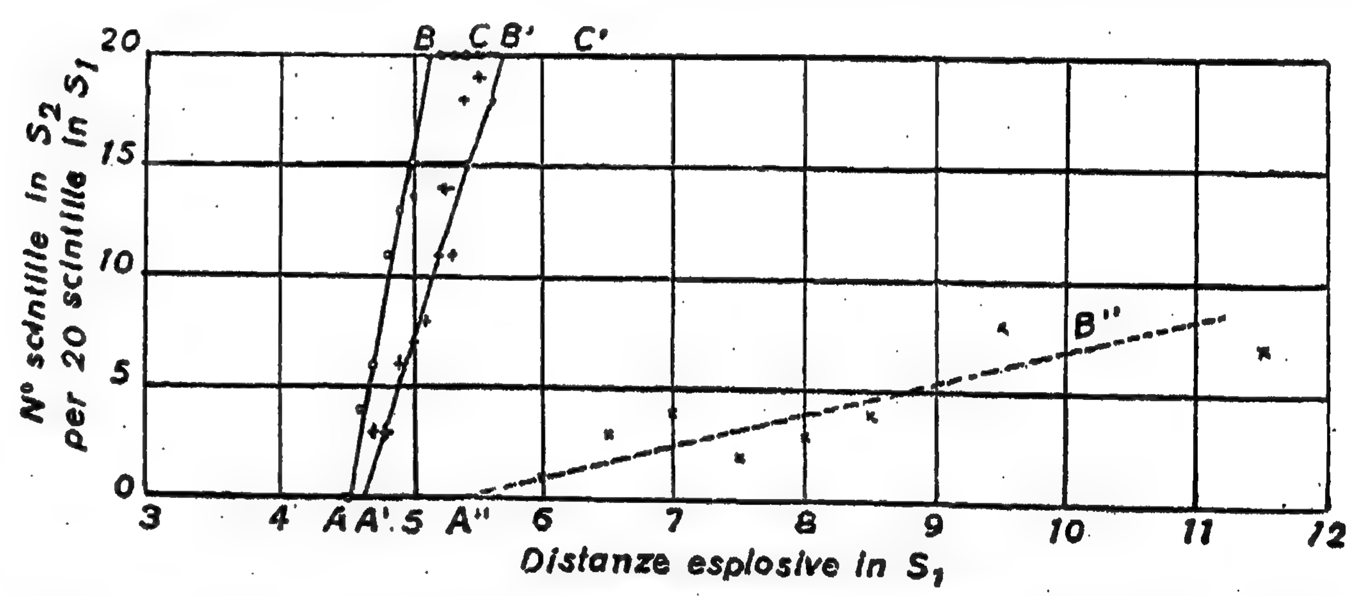


Fig. 5. - Regolarità di funzionamento dello spinterometro sottoposto a una tensione transitoria.

La linea A B C si è ottenuta con spinterometro ionizzato per mezzo di 1 mg di radio: come si vede il funzionamento è perfettamente regolare (20 scariche su S_2 per 20 su S_1) per distanze esplosive in S_1 pari o maggiori di 5.1 mm; qualcosa di analogo si ha con la lampada ad arco nudo (linea A' B' C'); la linea A'' B'' si riferisce invece al caso di spinterometro non ionizzato.

Nella supposizione di onde rettangolari (ipotesi più sfavorevole) si vede, riferendo le distanze esplosive alla distanza regolata di 3 mm. e passando da tali distanze alle tensioni, che nel primo caso la scarica regolare si ha per una sovratensione del 57 % (distanza esplosiva 5.1 mm.); nel secondo, per una sovratensione del 71 % (distanza 5.7 mm) e nel terzo con una sovratensione del 235% si ha ancora il 50 % di irregolarità, ossia ogni 20 scariche su S_1 se ne producono solo 10 circa in S_2.

Gli AA. hanno fatto esperienze di ionizzazione anche con apparecchi di protezione contro le sovratensioni, con risultati a quanto pare soddisfacenti.

m. a.

REALE SVILUPPO ELETTRO-AGRICOLO (h

Electrical Review, 14 e 21 febbraio 1930, pagg. 286 e 331.

La Shropshire, Worcestershire and Staffordshire Electric Power Company distribuisce energia in una zona della superficie di circa 6500 km² situata a sud ed a est del centro industriale

di Birmingham. La zona non è molto densamente popolata, ma comprende una città di 80.000 abitanti, Smetwick, ed una mezza dozzina di altre città fra 25.000 e 50.000 abitanti. In alcune parti però e specialmente in quelle ultimamente elettrificate, la popolazione è molto sparsa ed è stata in questi ultimi cinque anni massima cura della società quella di elettrificare piccole città, villaggi, casolari e case sparse (v. fig. 1).

La Società negli anni decorsi ha acquistato quattro aziende che esercitavano nel suo territorio. Per ognuna di esse ha dovuto procedere subito ad una quasi completa ricostruzione degli impianti: ha applicato subito le sue facilitazioni di pagamento rateale per gli impianti interni mentre le cucine, i riscaldatori, gli scaldabagni e simili apparecchi domestici, come pure motori e trasformatori, erano ceduti a semplice nolo.

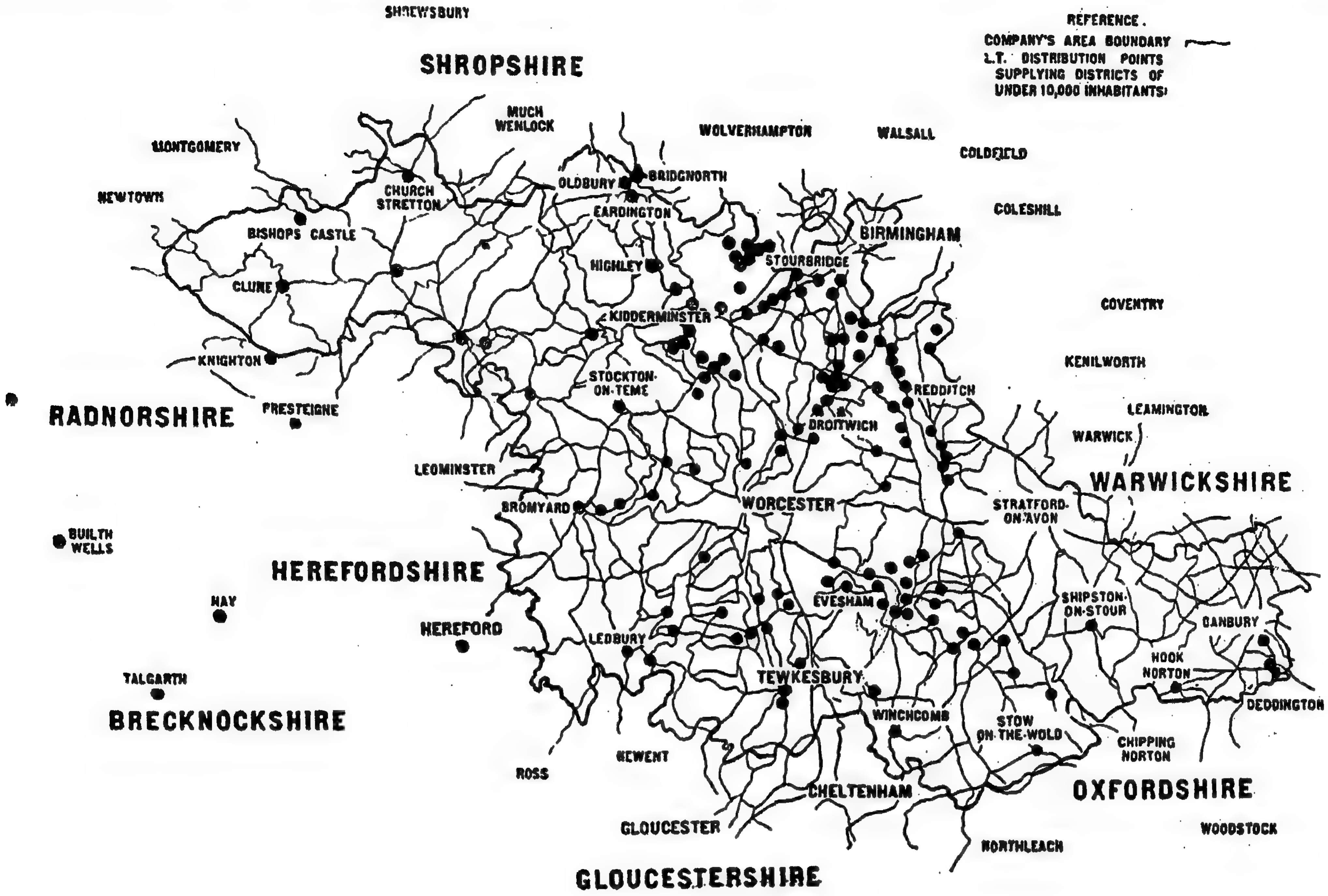


Fig. 1.

La fonte principale dell'energia è la centrale termica di Stourport, già descritta nell'*Electrical Review* del 10 e 17 giugno 1927, solo che vi è stato aggiunto un turboalternatore di 25.000 kW, 3000 giri, 50 periodi, ed una batteria di caldaie capace di produrre 45.000 kg di vapore all'ora. La vecchia centrale di Smetwick con circa 30.000 kW e quella, minore, di Redditch, sono pure funzionanti. La produzione annua di queste tre centrali è di circa 150.000.000 kWh e la richiesta massima del sistema si approssima a 50.000 kW.

La trasmissione dell'energia viene fatta a 66, 33 e 11 kV, quasi completamente con linee aeree della lunghezza totale di 650 km. La trasmissione ai varii centri è doppia, ordinariamente con tracciati diversi, salvo il caso nel quale la riserva possa essere costituita dall'allacciamento con altre aziende limitrofe, come la Birmingham Corporation, la Gloucester Power Co. e la Wessex Electricity Co., e sono in corso trattative con altre due Società.

Tutta la rete è controllata da un posto centrale situato nella sottostazione di Halesowen per mezzo di una apposita vasta sala di manovra, largamente equipaggiata ed isolata, specialmente per quanto riguarda il suono ed i rumori, dagli altri locali del fabbricato.

Data l'estensione delle condutture aeree è stato installato un anemometro sulla sommità dell'edificio della direzione generale, posto sulla collina di Mucklows, presso Halesowen. Durante gli ultimi temporali è stata registrata una velocità del vento sino a 109 km all'ora. La consuetudine della Società è di tenere le linee libere dai rami per 27 m da ogni parte ed anche di più dal lato di sud-ovest donde vengono i venti più persistenti; nondimeno due o tre interruzioni furono causate dai rami spezzati proiettati sui fili. Come protezione contro i fulmini sono adoperati pochi scaricatori a velo di ossido e ci si fida più che altro ai tratti di cavo che sono in serie con le linee.

La lunghezza notevole delle linee ha richiesto la stipulazione di 2300 permessi di elettrodotto, mentre le sedi delle centrali, sottostazioni e cabine hanno portato all'acquisto di 220 proprietà fondiarie, curate da uno speciale ufficio.

I permessi di elettrodotto constano di due parti, la prima che riguarda il proprietario del terreno, variando il canone solo secondo il tipo di palificazione, l'altra con l'affittuario o coltivatore, nella quale il canone varia anche secondo la qualità del terreno attraversato. La Società non ha incontrato grandi difficoltà ad avere tali permessi benchè nella regione siano frequenti fabbricati caratteristici del tempo dei Tudor e non vi sono stati seri lamenti per la deturpazione che le linee potevano portare al paesaggio.

I prezzi dell'energia che erano, per luce da L. 3,80 a L. 4,60 al kWh e da L. 1,10 in su per forza motrice e riscaldamento, furono ribassati da L. 2,60 a L. 3 per luce, a L. 0,57 per riscaldamento e cucina e da L. 0,75 a L. 0,57 per energia industriale a seconda del consumo. Inoltre per le abitazioni, i negozi e le fabbriche fu adottata la doppia tariffa. In tre degli impianti assorbiti e trasformati si sono avuti aumenti nel consumo annuo in kWh del 300 %, 70 % e 105 %, mentre il numero degli utenti è cresciuto rispettivamente del 150 %, 25 % e 66 % nel periodo di circa due anni. Il quarto impianto è stato acquistato da poco, ma dà già anch'esso buoni sintomi di sviluppo.

La Società non usa le condizioni normali per gli attacchi, ma considera come gratuiti 27 m di linea aerea o 9 m di cavo sotterraneo, sia su suolo pubblico che privato.

La tensione media scelta per la distribuzione agricola è di 11 kV, ottenuta dalle linee principali per mezzo di sottostazioni nelle quali tanto i trasformatori che l'apparecchiatura si trovano all'aperto. In alcuni casi si è adottato la tensione di 3300 V, con conduttori in rame di 16 mm allo scopo di potere mettere sulla stessa palificazione l'alta e la bassa tensione; il costo di essa è di L. 24.000/km.

Una deroga alla pratica normale è l'uso, sulle linee ad 11 kV, di filo di acciaio « Crapo », che aveva dato ottimo risultato come filo di ancoraggio essendo di durata assai maggiore dell'ordinario filo di acciaio zincato. I conduttori sono del diametro da 2,8 a 4,4 mm ed i pali lunghi m 8,50 sono distanziati m 63 uno dall'altro ed il costo di tali linee è di circa L. 25.500 per km, compreso tracciamento e permessi di passaggio.

La lunghezza totale delle linee in zone agricole è oggi di 560 km, prevalentemente a 11 kV, di cui 100 km furono costruiti nel 1928, 130 km nel 1929 e si prevede la costruzione di altri 190 km e 215 km nell'anno in corso e nell'anno prossimo.

Le derivazioni dalle linee ad alta tensione sono fatte normalmente mediante un cavo che scende lungo il palo e va, attraverso a' separatori bipolari, alle valvole, al trasformatore che è trifase se di potenza superiore ai 20 kVA ed è posto sopra una lastra di cemento insieme all'intelaiatura in legno che porta l'apparecchiatura a 400 V; il tutto è circondato da una chiusura a palizzata in legno od in ferro (fig. 2).

In caso che la derivazione sia di meno di 20 kVA vengono adoperati trasformatori monofasi del tipo da palo. Dato l'estendersi del sistema le valvole possono essere chiamate a dover interrompere 100.000 kVA e perciò si stanno sostituendo le valvole a tetracloruro di carbonio con quelle del tipo immerso in olio.

Nel caso che il secondario sia sotterraneo, come nelle città, allora una cabina in muratura racchiude l'apparecchiatura ed i trasformatori, i quali ultimi, per uniformità, sono sempre del tipo per esterno.



Fig. 2.

Nell'ottobre scorso, che fu un mese tipico, furono fatti 773 allacciamenti sotterranei e 132 aerei, per i quali occorsero 720 metri di conduttura sotterranea e 2800 m di conduttura aerea per le prese propriamente dette e 14.400 m di conduttura sotterranea e m 1700 di aerea come estensione delle reti di distribuzione. Il filo normale di allacciamento ha la sezione di 14 mm^2 e quando venga collegata una cucina elettrica vengono derivate due fasi ed il neutro. Le linee di distribuzione sono fatte con conduttori delle sezioni 65, 100 e 130 mm^2.

Nella zona industriale della Società si trovano le industrie più diverse come miniere di carbone, acciaierie con trafilatura, pressatura e stampaggio, meccanica generale e manifatture di tappeti, prodotti chimici, ami da pesca ed aghi. Nelle parti a popolazione più scarsa l'azienda poggia più che altro sul consumo domestico specialmente per cucina e riscaldamento, ma vi sono anche numerosi utenti di forza motrice, che contribuiscono notevolmente al buon successo economico. Fra essi visono sollevamenti d'acqua (da 2 a 725 HP), pompe per fognature, mulini da grano, fabbriche di frutta in conserva (utenza estiva) ed altre piccole industrie da villaggio che sono state stimolate dalla disponibilità dell'energia elettrica.

L'agricoltore chiede subito l'illuminazione elettrica, ma questa, specie se si usa una adatta propaganda, è presto seguita dalle altre applicazioni. Viene poi la cucina elettrica; così nel distretto di Eversham, dove il suolo è intensamente coltivato ad ortaggi, l'agricoltore lavora alacremente con tutta la famiglia sui suoi quattro ettari di terreno dall'alba al tramonto. Il terreno è spesso collocato ad una certa distanza dal villaggio o casolare e le ore di luce sono troppo preziose per sprecarle per preparare il cibo e nel mangiare. Prima che vi fosse l'elettricità la massaia doveva alzarsi assai avanti il giorno per accendere il fuoco e preparare la colazione per la famiglia che essa raggiugeva poi nei campi. La facilità con cui si può far bollire l'acqua e cucinare con l'elettricità vale per questa gente sia come risparmio di danaro che come comodità. L'agricoltore si accorge sempre più di questi vantaggi vedendo come il tempo di sua moglie abbia un valore in denaro; essa è anche libera dal dovere attendere alle lampade a petrolio ed al focolare. Anche il riscaldamento saltuario con elettricità viene sempre più apprezzato.

Una indagine accurata in un villaggio del Worcestershire ha dato i seguenti risultati: la popolazione è di 1040 abitanti e gli utenti sono 202, e cioè 6 botteghe, 187 abitazioni private, 2 uffici, 1 chiesa, 5 osterie ed un cinematografo che dà due spettacoli serali per settimana. Il totale degli allacciamenti ammontava a 395 kW e cioè 64,3 kW per luce, 2,5 kW per forza motrice, 14,8 kW per riscaldamento e 313,4 kW per cucine; in complesso cioè 379 W per abitante. Si è installato un trasformatore di 100 kVA e la massima punta istantanea è stata di 72 kW. Nei diversi trimestri del 1927 furono venduti kWh 16.514 kWh 12.167, kWh 15.193, kWh 17.280 e cioè un totale di kWh 61.154. Nel 1928 gli utenti aumentavano da 202 a 216 e l'energia venduta saliva a 71.099 kWh.

Il consumo domestico è perciò di grande importanza per la Società. È interessante il caso della vecchia cittadina di Pershore che pure avendo circa 4000 abitanti non aveva servizio pubblico nè di acqua nè di fognatura. Ora invece mediante elettropompe automatiche si provvede a ciò; e 36 « cottages » intorno alla città hanno la luce e la cucina elettrica.

In tutta la rete vi sono 150 derivazioni dall'alta tensione per servire nuclei di meno di 10.000 abitanti, tre quarti dei quali sono villaggi e casolari con meno di 1000 abitanti.

La Società sta sperimentando un sistema elettrico di essiccamento del luppolo che costituisce il 40 % della produzione totale del paese. La Società ha anche acquistato un erpice elettrico e sta facendo esperimenti di riscaldamento del terreno all'aria aperta con conduttori posti a 22 cm di profondità ed a 60 cm l'uno dall'altro orizzontalmente. Con questo si è ottenuto che ravanelli, lattughe, piselli e fagioli guadagnassero 15 giorni nel loro sviluppo; cosa importante per il mercato.

Un altro campo curato dalla Società è quello del riscaldamento dell'acqua per uso domestico mediante un canone trimestrale *a forfait*; l'energia deve essere però prelevata nelle ore non di punta.

La Società si è accordata con una fattoria per fare in essa le varie esperienze, i cui risultati sono a disposizione di tutti gli agricoltori della regione.

La Società si preoccupa principalmente di fare un buon servizio e di mantenere le migliori relazioni con i suoi utenti. Essa poi considera tutto il pubblico come formato da possibili nuovi utenti e perciò cerca di tenere in modo decoroso le cabine e di far si che le linee aeree di distribuzione siano il meno possibile appariscenti. La centrale di Stourport è aperta alle visite del pubblico e specialmente il pomeriggio del mercoledì e del giovedì molti vanno a vedere come è prodotta l'elettricità che essi usano od intendono di usare. Buone relazioni sono pure tenute con la stampa locale e si usa la pubblicità di essa per la propaganda.

Il lavoro di sviluppo è condotto da quattro uffici. L'ufficio di pubblicità, che sta all'avanguardia, ha fra l'altro il compito di ottenere nuovi utenti nella parte elettrificata della zona procurando loro terreni a buon mercato con buone comunicazioni stradali, ferroviarie e di vie d'acqua. Esso ha anche la responsabilità della compilazione e distribuzione della letteratura di propaganda che consiste in opuscoli di aspetto attraente e contenenti notizie in termini semplici ed alla portata di tutti evitando tecnicismi o meglio traducendo'i nel loro significato economico.

L'attività maggiore di questo ufficio consiste nell'organizzazione di mostre od esposizioni. Esse vengono tenute in ogni parte della zona e durano almeno tre giorni. Si prende in affitto una sala o, in estate, qualche volta si alza una vasta tenda nella campagna. Una squadra di sette persone monta conduce e smonta la mostra. L'anno scorso furono tenute 35 di tali mostre. Oltre all'esposizione dei varii apparecchi elettrici viene data la dimostrazione pratica della cucine, stiratura, lavatura, ecc. con l'elettricità, e ciò attira sempre una folla attenta di spettatori. Benchè parecchi acquisti diretti vengano fatti ai banchi e vengano richieste offerte che conducano a compere, le mostre non sono considerate come mezzo di vendita, ma eminentemente come propaganda. Delle dimostrazioni sono anche fatte in villaggi prima dell'inaugurazione dell'impianto elettrico, servendosi di un motore ad olio pesante di 15 kW. Oltre alla Società anche parecchi fabbricanti espongono contemporaneamente i loro prodotti, come pure gli installatori locali.

L'ufficio vendite ha il suo principale campo nelle vendite fatte al banco dei 14 negozi di mostra permanente posti sulle arterie principali delle 14 città della zona. Le vetrine sono illuminate in modo vistoso, ma semplice, in maniera uniforme ma che viene spesso cambiata, e gli installatori che raccomandano l'acquisto di materiali hanno lo sconto usuale.

Il capo dell'ufficio commerciale deve provvedere alla compilazione delle tariffe ed a condurre le trattative per le forniture importanti di energia. Queste di solito vengono fatte per brevi periodi, salvo che il cliente desideri altrimenti, e contengono clausole differenziali per l'oscillazione del prezzo del carbone e delle mercedi.

Il collegamento con l'utente è affidato a 14 rappresentanti distrettuali che dipendono direttamente dalla direzione centrale. Le loro mansioni sono per due terzi commerciali, e cioè di attendere ai rapporti con gli utenti, ed il resto consiste nella posa e manutenzione degli allacciamenti e nella manutenzione delle

reti secondarie. In ogni distretto l'organico è di circa 20 persone, uomini e donne, e consiste in impiegati, una signora per la propaganda pratica, montatori e manovali, letturisti, contabili, produttori e montatori per impianti interni. Questi ultimi sono istruiti in modo che possano aiutare in molti casi l'utente e sappiano rispondere a tono a domande non sempre sensate. Tale organizzazione provvede in ogni momento a quei piccoli disturbi, come la bruciatura di valvole, che devono essere considerati parte di prezzo nella comodità e convenienza dell'impianto elettrico.

Indirettamente connesso agli utenti è l'ufficio ricerche e contatori. Esso si occupa degli esperimenti per le nuove applicazioni dell'elettricità, come essiccazione del luppolo, coltivazione e riscaldamento del terreno e simili. Il laboratorio di prova dei contatori ha la capacità di 20.000 verifiche all'anno. Il numero dei contatori sulla rete è di 32.000 di cui 4500 a moneta; il massimo periodo fra due verifiche è di 4 anni. Ad ogni contatore è applicata una etichetta di diverso colore a seconda dell'anno della verifica, cosicchè il letturista possa a colpo d'occhio vedere quali siano da verificare. Lo stesso ufficio provvede alla sorveglianza e manutenzione degli apparecchi dati a nolo.

Gli impianti interni vengono fatti a pagamento in 12 rate trimestrali eguali di 9 lire per elemento per illuminazione e di 13 a 15 lire per riscaldamento. Si accorda anche, dopo il pagamento del primo dodicesimo, di pagare il resto mediante un sovraprezzo di L. 0,90 per kWh di luce e L. 0,11 per riscaldamento sull'energia segnata dal contatore. Tale sovraprezzo è calcolato sinchè il costo dell'impianto venga coperto. Per le cucine l'installazione interna viene fatta gratuitamente.

I noli per gli apparecchi sono i seguenti: cucine, a seconda della grandezza, L. 23 a 46 per trimestre (con impegno annuo); stufe L. 23 per anno oppure L. 11 a L. 14 per trimestre; lavatrici L. 18 per trimestre. I ferri da stiro e le pentole elettriche non sono dati a nolo perchè non è infrequente il caso che vengano messi a scaldare sul fuoco! Per ogni cucina piazzata una signora specialista (e ve ne sono 14 nella zona) va a fare una dimostrazione pratica di una cottura di un pasto di un dato costo e rileva e fa rilevare il consumo di energia elettrica. La tariffa per le abitazioni di campagna è mista e cioè consta di una quota fissa di L. 11,50 per ogni trimestre estivo e di L. 16 per ogni trimestre invernale e per ogni camera abitata, comprese le camere da letto, e di un canone relativo al consumo, calcolato a L. 0,47 per kWh (che nelle città è ridotto a L. 0,38 per kWh). Si accorda lo sconto del 2,5% per pronta cassa. Tale prezzo è di vera concorrenza perchè il gas-luce in alcuni posti costa sino a L. 1,00 al m³ ed in altri posti non esiste, cosicchè il petrolio rimane l'unico pericoloso rivale dell'elettricità.

Il costo di una cabina per dare energia ad una fattoria essendo di circa L. 9200, il coltivatore deve pagare un canone annuo di L. 4600 ma ha diritto con ciò al consumo gratuito sino a 2000 kWh; per consumi ulteriori paga L. 0,57 per kWh.

Le linee di allacciamento speciali vengono pagate dall'interessato, ma la Società si obbliga di rimborsarne il costo, meno il naturale deperimento, quando venga su di essa allacciato un altro utente. In tal modo il primo utente diventa un propagandista.

La Società ha promosso una associazione fra gli installatori autorizzati che sono oltre 70 e cooperano con la Società stessa L'associazione fa delle sedute mensili nelle quali si tratta del lavoro nei varii distretti. Alle sedute partecipano i rappresentanti della Società ed anche dei principali fornitori di materiale, che deve essere tutto nazionale. L'utilità di simile organizzazione si manifesta quando si estende l'elettrificazione ad una nuova zona. Gli installatori di quella zona sono informati della nuova estensione, subito si mettono a propagandare in tutte le abitazioni del luogo e sono autorizzati ad offrire le condizioni di pagamento rateale della Società, eseguendo essi stessi gli impianti a prezzo di tariffa per conto della Società medesima. Si è così realizzata anche una buona uniformità nel materiale e nella posa in opera.

I varii uffici dei varii rami hanno piena libertà di iniziativa e solo per questioni che riguardano due o più rami interviene la direzione generale. Questa, che controlla 1200 impiegati ed operai, ha la sua sede sopra la collina di Mucklow, a 200 m sul mare, in un fabbricato appositamente adattato, circondato da un giardino ben tenuto. Vi è una mensa dove provvedono 70 a 80 desinari per il personale con cucina elettrica. Il trasloco degli uffici in una residenza così salubre ha avuto ottima influenza sul personale.

Vi sono tre fondi di previdenza per il personale e un fondo pensioni per la vecchiaia. Il conto di ogni dipendente, uomo o donna, è accreditato ogni settimana a carico della Società, a seconda dell'anzianità di servizio. Cosicchè se un uomo ha contribuito per 20 anni, a partire dall'età di 21 anni con L. 4,60 per settimana, il suo credito alla fine di tale periodo è di L. 72.000. Non gli viene però fatto alcun pagamento prima che si ritiri dal servizio. In caso di morte il pagamento va agli eredi diretti.

Il fondo di previdenza (che raggiunge un milione di lire) è costituito da depositi volontari del personale che possono essere ritirati con breve preavviso. Vi è anche un fondo di beneficenza sovvenzionato dalla Società e dal quale ogni operaio può contribuire con L.0,90 settimanali; esso serve per l'assistenza medica e dentaria e per l'eventuale ricovero in convalescenziario.

Gl'impiegati hanno un fondo proprio, investito in titoli obbligazionari ed accreditato ad interesse composto. Ogni eventuale svalutazione dei titoli è sostenuta dalla Società; nel mentre la sovravalutazione è a beneficio del personale, dedotte le eventuali precedenti perdite per svalutazione. Nel caso di morte viene data, da uno speciale fondo pensioni per le vedove, una pensione di L. 4800 annue ad ogni vedova.

f. f.

CIO' CHE SI FA NELLA SVIZZERA PER MIGLIORARE GLI IMPIANTI ELETTRICI INTERNI (i

Bulletin A.S.E. n. 7, aprile 1930 – Segreteria generale A.S.E e U. C. S.

In questa nota si dà una idea degli sforzi della A.S.E. e della U. C. S. per migliorare gli impianti elettrici interni e si accenna in particolare alla «marca di qualità», che distingue il materiale costruito secondo le norme. Siccome il pubblico giudica spesso i vantaggi dell'elettricità in base al funzionamento dell'impianto domestico, così è nell'interesse delle Società e degli installatori di curare che gli impianti interni siano costruiti bene e con materiale che ha la marca di qualità. Per questo l'Associazione Svizzera degli elettricisti (A.S.E.) e l'Unione delle centrali Svizzere (U.C.S.) hanno lavorato per diversi anni per:

1°) elaborare e pubblicare norme per il materiale per impianti interni e dare la marca di qualità al materiale che risponde alle condizioni stabilite dalle norme, e

2°) stabilire delle norme relative alla costruzione, all'esercizio ed alla manutenzione degli impianti elettrici interni.

Questo lavoro è riuscito utile per gli utenti, per le Società distributrici, per i costruttori di materiale elettrico, per gli installatori e ha giovato anche alle Società d'assicurazione contro gli infortuni e l'incendio. Le prime norme relative a impianti elettrici, che comprendevano anche gli impianti interni, vennero pubblicate nel 1896; le norme per gli impianti interni vennero pubblicate per la prima volta nel 1900 e furono modificate nel 1908 e nel 1927.

Le prime norme sul materiale datano invece dal 1910 per i fusibili e dal 1911 per i conduttori; più tardi vennero elaborate norme per le tensioni e le prove d'isolamento, in vigore dal 1923. Istituita nello stesso anno la Commissione delle norme, nella forma che ha ancora, vennero stabiliti de' principî generali per le norme e per la marca di qualità (1925). Vennero così studiate e pubblicate successivamente, le norme per i trasformatori di potenza non superiore a 500 VA (1926), per conduttori isolati (1926), per interruttori (1928), per prese di corrente (1928), per interruttori esposti al calore (1929), per prese di corrente per apparecchi termici (1929) e per valvole (1930). Sono ora in elaborazione le norme per le scatole di derivazione.

Le norme dànno descrizioni nettamente definite e riferite alle sollecitazioni maggiori che si possono avere nella pratica. Si è evitato di assegnare dimensioni e qualità del materiale, per non inceppare il progresso della tecnica, lasciando in questo campo ogni libertà al costruttore. Resta però la normalizzazione di alcune dimensioni in quegli apparecchi, come prese di corrente, valvole, portalampade, ecc. per rendere possibile l'uso di materiale fabbricato da ditte diverse e lo scambio di alcune parti di detto materiale. Se è necessario, si fanno fissare alcune dimensioni dalla Unione Svizzera di normalizzazione (S. N. V.).

Il lavoro della Commissione norme si svolge nel modo seguente.

Il Segretario generale dell'A.S.E. e della U.C.S. raccoglie e coordina tutto ciò che è risultato dell'esperienza, attraverso l'Istituto di controllo (I. C.) e i lavori analoghi eseguiti all'estero, tenendo presente soprattutto che: *a*) la protezione sia la più efficace contro i pericoli e i danni eventuali; *b*) la costruzione sia molto robusta in modo che possa resistere per un certo tempo all'uso trascurato che se ne fa nelle case specialmente; *c*) siano osservate le norme per gli impianti interni.

Il lavoro del Segretario viene in seguito esaminato dal presidente della Commissione delle norme e dagli ingegneri capi dell'I. C.; l'Istituto di controllo procede quindi alla prova di materiale prelevato sul mercato, per verificare se sono soddisfatte le condizioni stabilite dalle norme, esamina se è necessario che allo scopo proposto siano soddisfatte certe condizioni, stabilisce cioè se il materiale che è in commercio deve essere o no migliorato. Le proposte dell'I. C. vengono quindi sottoposte alla Commissione, la quale consulta gli specialisti, i fabbricanti,

gli installatori, i capi-servizio delle centrali e un delegato della S. N.V. Messa a punto la proposta, si informano a mezzo del Bollettino A.S.E. tutti gli interessati; questi, dopo aver esaminato le norme proposte, possono presentare per iscritto ed entro un dato termine le loro osservazioni. Le osservazioni vengono esaminate dalla Commissione, presenti i collaboratori e, nei casi importanti, gli interessati principali, quindi le norme proposte passano alla Commissione amministrativa dell'A.S.E. e della U.C.S., che ha la competenza di approvare e di mettere provvisoriamente in vigore le norme. In seguito a ciò le norme vengono pubblicate sul Bulletin A.S.E. con la data della entrata in vigore; da questa data è concesso ancora un anno per la utilizzazione del materiale che era in precedenza ammesso, ma non risponde alle nuove norme. Dopo questo periodo tutto il materiale elettrico utilizzato negli impianti interni deve essere conforme alle prescrizioni stabilite ed avere la marca di qualità.

Le norme hanno vigore provvisorio fino a quando non sono approvate dall'assemblea generale dell'A.S.E.

Una casa costruttrice che vuol ottenere la marca di qualità deve concludere un contratto con l'Istituto di Controllo, nel quale si stabilisce tra l'altro che la concessione della marca suppone che il materiale in questione abbia superato sempre le prove stabilite dalle norme ed eseguite dall'I.C.; ciò perchè l'Istituto procede in seguito nel suo controllo, esaminando periodicamente il materiale, provvisto della marca e acquistato in commercio. Dopo ogni prova si comunica il risultato al costruttore, al quale si fanno pagare le spese della prova, con una fattura nel caso di prove d'ammissione, facendo provvedere il materiale o l'imballaggio di una marca di controllo, acquistata presso l'I.C. ad un prezzo che copre le spese della prova, per le prove periodiche. Questa marca applicata, a tutto il materiale elettrico per impianti interni, apparecchi e conduttori, fa aumentare il costo soltanto dell'1%.

Il contratto stabilisce che possono avere la marca di qualità per il loro materiale le ditte domiciliate legalmente nella Svizzera e quelle estere che soddisfano a detta condizione; stabilisce pure il diritto dell'I. C. di ritirare la marca di qualità ai fabbricanti per i quali si è trovato, nelle prove periodiche, che il materiale non rispondeva più alle norme. In caso d'infrazione al contratto l'I. C. prevede una via estragiudiziaria di arbitrato che può bastare alla risoluzione di ogni quistione. In ogni caso l'I. C. è in grado di evitare e proibire che si abbiano abusi della marca di qualità. Oltre allo studio che viene eseguito nella Svizzera, viene seguita ed esaminata l'attività di quelle nazioni, presso le quali la preparazione di norme o la modificazione di quelle esistenti è all'ordine del giorno. Questo collegamento è di grande profitto per tutti e facilita spesso il lavoro importante e di grande interesse che si fa per migliorare sempre di più le condizioni degli impianti elettrici interni.

f. j.

Pubblicazioni

DI TUTTE LE PUBBLICAZIONI INVIATE ALLA RIVISTA IN DOPPIO ESEMPLARE VERRÀ FATTO UN CENNO BIBLIOGRAFICO.

Forschung und Technik, edito da W. PETERSEN per incarico dell'A. E. G.. – Julius Springer, Berlin 1930.

Osserva il Petersen nella prefazione come pochi abbiano un'idea precisa della somma di esperienze e di ricerche che si svolgono nei laboratori di una moderna e potente organizzazione industriale, ricerche che non sempre hanno uno scopo immediato di applicazione pratica, ma spesso anzi vengon fatte nell'interesse ideale della scienza.

Vastissimo è poi il campo coperto in queste indagini: poichè i vari rami della scienza e della tecnica non sono mai completamente indipendenti, ma la conoscenza di uno di essi può facilitare lo studio approfondito di un altro. Un esempio di tale estensione di studi è offerto appunto dal volume edito dal Petersen che, si noti bene, raccoglie ed espone solo una parte delle esperienze eseguite in questi ultimi tempi dall'A. E. G.

In una serie di quaranta articoli vengono indagati i varî campi della fisica, (come la fisica atomica e degli elettroni, l'elettro-acustica, l'elettro-ottica) e dell'elettrotecnica (costruzione di macchine, linee di trasmissione, misure, ecc.); in parte da un punto di vista puramente teorico e in parte con speciale riguardo alle applicazioni. Il libro non segue nessun logico raggruppamento, nè ha uno svolgimento continuo: il solo filo ideale che riunisce gli articoli sta nel fatto che tutti tendono a dimostrare l'importanza raggiunta dagli studî sperimentali nella tecnica moderna. Se l'indagine scientifica non è il solo mezzo che oggi si presti all'uomo per approfondire le proprie conoscenze, è certo però che essa apre sempre nuovi orizzonti all'umano sapere e che non è più permesso pensare a un vero e fecondo progresso della tecnica senza l'appoggio dei risultati sperimentali ottenuti nei laboratori.

Dobbiamo quindi esser grati agli organismi industriali che, come in questo libro, portano a conoscenza del pubblico quanto è stato fatto a questo riguardo nel loro ambito.

KONRAD GRUHN: *Anfangsgründe der Wechselstromtechnik*. – Verlag von Th. Steinkopff, Dresda e Lipsia, 1930.

Scopo del libro è di stabilire le basi della tecnica delle correnti alternate nel modo più elementare possibile e cioè senza ricorrere alla matematica superiore; si intende però che non si può prescindere dalla conoscenza delle equazioni algebriche e dai fondamenti della trigonometria. Lo studio si limita inoltre strettamente al campo delle correnti alternate, e cioè si rivolge ai lettori che conoscono già l'elettrotecnica generale.

Dove alla esatta comprensione delle leggi o dei fenomeni non bastano queste conoscenze, l'A. o ricorre a semplificazioni che rendono possibili spiegazioni elementari o aiuta la mente del lettore per mezzo di analogie con altri fenomeni naturali noti; nè mai tralascia di aiutarsi con un largo uso della rappresentazione grafica.

Vengono così trattate principalmente le grandezze alternative, i circuiti con induttanza e capacità, le correnti alternative semplici e trifasi e la misura delle resistenze induttive, delle capacità, delle potenze. Forse tutta questa materia poteva essere con vantaggio ordinata e raggruppata diversamente; ad ogni modo il libretto, nei limiti di una trattazione puramente teorica ed elementare, può riuscire utile ai tecnici di media cultura.

ING. AGOSTINO DALLA VERDE: *Calcolazione elettrica delle grandi linee di trasmissione*. – Lezioni raccolte a cura dell'ing. G. Silva. – Libreria Editrice Politecnica, Milano 1930-VIII. Prezzo L. 25.

Il volume raccoglie le lezioni che l'A. ha dedicato al calcolo delle grandi linee di trasmissione durante il corso d'*Impianti elettrici* tenuto nell'anno 1929-30 alla *Scuola Speciale di perfezionamento per ingegneri elettricisti* istituita presso il nostro Politecnico.

Accenna giustamente il prof. Barbagelata nella prefazione, come la pubblicazione di corsi analoghi a quello dell'ing. Dalla Verde, abbia anzitutto lo scopo di diffondere nel gran pubblico i vantaggi non indifferenti che alla cultura tecnica sono chiamate a portare, integrando il compito dei Politecnici quali sono attualmente organizzati, le Scuole di specializzazione, fra le quali è appunto la Scuola sorta sotto gli auspici della Fondazione Politecnica presieduta dall'On. Motta.

Il libro dell'ing. Dalla Verde prova ancora una volta l'interesse pratico offerto da monografie del genere, le quali, appunto per il campo limitato che coprono, possono tener conto dei progressi più recenti nella tecnica speciale trattata. Se si ricorda poi come l'A. abbia una riconosciuta competenza in materia, essendosi personalmente occupato, nell'ambito dell'organismo industriale al quale appartiene, dello studio e della costruzione di alcune recenti grandi condutture, si comprende come l'attuale suo lavoro possa essere di reale aiuto per tutti i tecnici che si accingono al calcolo di una linea elettrica.

La chiara esposizione e la forma piana ed accurata bene si addicono al carattere didattico e pratico del libro. Anche la veste tipografica è pregevole.

Azienda Elettrica Comunale di Verona: *Sostituzione della tensione V 5600 alla tensione V 3200 sulla rete di distribuzione primaria della A. E. C. V. - Sistemazione del quadro a V* 25.000. – Officine Grafiche A. Mondadori, Verona.

L'incremento fortissimo verificatosi nelle utenze dell'Azienda Elettrica Comunale di Verona — nel solo territorio comunale l'energia venduta, che nel 1923 era di kWh 2.705.982 è salita a kWh 16.292.754 nel 1929 — ha reso necessaria una organica trasformazione degli impianti, diretta ad aumentarne la potenzialità.

Fra le modificazioni attuate, l'Azienda ha voluto opportunamente dare uno speciale rilievo a quella riguardante l'aumento della tensione d'esercizio della rete primaria, problema che si presenta a non poche Società distributrici in seguito allo sviluppo dell'utenza. Ha pertanto esposto in un breve opuscolo le considerazioni, di natura prevalentemente economica, che hanno portato alla scelta come nuova tensione concatenata di V 3200 $\sqrt{3} \cong$ V 5600, descrivendo l'organizzazione e lo sviluppo dei lavori e accennando anche alle spese sopportate e ai risparmi effettuati.

Da ultimo viene sommariamente tracciata la sistemazione del quadro a 25 kV, destinata a permettere la doppia e indipendente alimentazione primaria dalle Centrali di altri Enti, allo scopo di assicurare praticamente il servizio.

SEN. PROF. O. M. CORBINO, *Direttore* — ARTI GRAFICHE E. CALAMANDREI & C. – MILANO, Fotoincisioni della «ZINCOGRAFICA» – MILANO — ING. ETTORE CESÀRI, *Redattore-Capo Responsabile*

MILANO
Settembre 1930 - Anno VIII

Fascicolo IX
Volume VII

L'Energia Elettrica

UFFICIALE PER GLI ATTI DELL'UNIONE NAZIONALE FASCISTA INDUSTRIE ELETTRICHE (UNFIEL)
E DELLA FEDERAZIONE NAZIONALE FASCISTA DEI GRUPPI REGIONALI IMPRESE ELETTRICHE (FENAGRIEL)

Direttore: SENATORE PROF. O. M. CORBINO

SOMMARIO del N. 9 del 1930

(da pag. 757 a pag. 840)

Gli abbonati a L'ENERGIA ELETTRICA e i soci tecnologici dell'UNFIEL che vogliono ricevere L'ILLUMINAZIONE RAZIONALE, la nuova rivista mensile edita dall'ANSI, potranno farne richiesta per il nostro tramite, ed essa verrà loro spedita *gratuitamente*.

"L'ENERGIA ELETTRICA„

ANNO VIII

Direttore: Senatore Prof. ORSO M. CORBINO

Si pubblica ogni mese in fascicoli di circa 100 pag. con numerose illustrazioni

Un numero separato L. 15.— (Estero L. 20.—)

Per il 1930

il prezzo d'abbonamento de L'ENERGIA ELETTRICA è di:

L. 105 per il Regno - L. 210 per l'Estero

con diritto al BOLLETTINO ECONOMICO-STATISTICO che si pubblica ogni mese in 12-16 pagine e agli eventuali numeri supplementari che verranno pubblicati nell'anno.

Sono disponibili alcune poche raccolte complete delle annate precedenti de *L'Energia Elettrica*

1924	(3 fasc.)	L. 50.— nel Regno;	L. 80.— all'Estero
1925	(12 »)	Non si vende separatamente	
1926	(12 »)	L. 130.— »	L. 200.— »
1927	(12 »)	L. 120.— »	L. 200.— »
1928	(12 »)	L. 105.— »	L. 210.— »
1929	(12 »)	L. 130.— »	L. 260.— »

Ai 12 numeri dell'annata 1927 è aggiunto il *Numero speciale dedicato ad Alessandro Volta*, al quale hanno collaborato i principali scienziati italiani.

Ai 12 numeri dell'annata 1929 sono aggiunti il numero speciale *Sugli interruttori in olio* e quello sull'*Impiego dell'energia elettrica nelle bonificazioni meccaniche* compilato dal prof. ing. Francesco Marzolo, con 4 tavole e 100 illustrazioni.

Le 6 annate, vale a dire la raccolta completa della Rivista, compresa cioè l'annata 1925, che è valutata da sola L. 160 per il Regno e L. 260 per l'Estero, essendo esaurita, (63 fascicoli, il numero voltiano e i due numeri supplemento) **L. 600 nel Regno** e **L. 900 all'Estero.**

BOLLETTINO ECONOMICO-STATISTICO

L'abbonamento al solo Bollettino costa L. 15 all'anno per il Regno. — L. 20 per l'Estero.

Per abbonamenti, ordinazioni indirizzare all'Amministrazione de L'ENERGIA ELETTRICA
Foro Bonaparte, 31 – Milano (109)
(Conto corrente postale N. **3-14839** - Milano)

Recente pubblicazione:

ANNIBALE GILARDONI

Professore di materie giuridiche nel R. Politecnico di Milano

L'elettricità e il diritto

Saggio sulle norme giuridiche dell'elettricità

VOLUME DI 112 PAG. IN OTTAVO

Lire 7.—

Indirizzare ordinazioni a *L'Energia Elettrica* - 31, Foro Bonaparte - Milano
Conto corrente postale 3/14839 - Milano.

MILANO
Settembre 1930 - Anno VIII

Fascicolo IX
Volume VII

L'Energia Elettrica

UFFICIALE PER GLI ATTI DELL'UNIONE NAZIONALE FASCISTA INDUSTRIE ELETTRICHE (UNFIEL)
E DELLA FEDERAZIONE NAZIONALE FASCISTA GRUPPI REGIONALI IMPRESE ELETTRICHE (FENEGRIEL)
Direttore: SENATORE PROF. O. M. CORBINO

ING. GAETANO GANASSINI
PROFESSORE DEL R. POLITECNICO DI MILANO

Utilizzazioni idrauliche combinate per produzione di energia elettrica e per irrigazione (1)

LE IRRIGAZIONI IN ITALIA.

La valle del Po è stata precorritrice palestra di sistemazioni irrigue di grandi estensioni, già da parecchi secoli. Comunità, enti ecclesiastici, feudatarii e modesti agricoltori solcarono la vasta pianura con arterie irrigue che dalla minuscola bealera rudimentalmente scavata dallo stesso agricoltore, salirono anche all'altezza delle roggie, dei cavi e dei navigli. Qualche opificio di modeste proporzioni, mulini da grano, ferriere, segherie, si installarono sulle sponde dei canali laddove per esigenze di tracciato ed idrauliche, si dovettero concentrare dislivelli.

In epoca più recente col nome e sotto gli auspici del grande statista del Risorgimento, *Camillo Cavour*, si costruiva l'opera irrigua più poderosa di cui si vanti l'Italia, destinata a trasformare radicalmente una vasta plaga di terreno la quale oggi viene additata come esempio tipico del fastigio di produzione agricola al quale si può giungere quando si dispone con dovizia e disciplina di acque irrigue.

Anche dalla Dora Baltea, dalla Dora Riparia, dalla Sesia, dal Tanaro, dal Ticino, dal Brembo, dall'Adda, dal Chiese, dall'Oglio, dal Mella, dalla Trebbia, dall'Enza, dalla Secchia, dal Panaro, sono ancora in piena attività cospicue derivazioni costruite in epoca molto remota: alcune liti secolari circa la ripartizione delle acque tra i diversi condomini avvicendatisi nel cammino delle successioni, attestano ancora quanto grandi fossero sempre stati gli interessi che si collegavano alla razionale ed equa dispensa delle acque.

Vi è anche, più recente, la traccia della idea dei serbatoi applicati alle derivazioni irrigue: ed è sintomatico osservare come questa idea sia sorta diremo quasi per generazione spontanea in rapporto alle condizioni climatiche. Nelle solatie colline del Monferrato, dove mancano acque perenni, sono apparsi, al principio del secolo scorso, alcuni serbatoi, di cui alcuni di mole notevole come il Lago della Spina, creato con una diga in terra di 25 metri di altezza, sistemati sopra piccole vallette con dighe di diverso tipo, in terra, in muratura e miste. In Liguria i torrenti scoscesi sono stati, nei luoghi più acconci, sbarrati con briglie di muratura, in alcune delle quali si può scorgere già ben delineata l'idea rudimentale delle dighe ad archi multipli: da questi piccoli serbatoi partono canaletti minuscoli capaci di qualche litro al 1'' che arrivano, dopo lunghi percorsi impervii, a dare umidità a qualche fascia di terreno di riporto faticosamente creata con alti muri a secco a ridosso delle dirupate pendici, dove il sole mite della riviera e la tenace ed intelligente laboriosità del contadino ligure, consentono preziosi raccolti di primizie e vegetazione lussureggiante di fiori e di agrumeti.

Molto più scarsa è stata invece la utilizzazione delle acque irrigue nell'Italia centrale, meridionale ed insulare. La configurazione topografica e l'altitudine irregolari delle regioni, la scarsità delle comunicazioni, la stessa rapidità del ciclo di vegetazione dovuta al clima più caldo e le difficoltà costruttive delle opere di derivazione, hanno reso meno seducente il programma di captare le acque dei fiumi, così che si può dire che le irrigazioni antiche si limitavano ai terreni dominati dai canali dei mulini ed a quelli coltivati ad ortaglie nelle vicinanze dei centri abitati.

È difficile impostare cifre attendibili sulla estensione dei territori attualmente irrigati e più difficile ancora stabilire la estensione di quelli sui quali la irrigazione può rendersi possibile. Nella valle del Po la irrigazione, diremo così, estensiva, comincia circa alla quota 200: in qualche plaga vi sono altipiani che possono dominarsi da acque fluenti a quote superiori, ma si tratta di superficie comunque limitate: in media può ritenersi che la irrigazione disciplinata ed estesa comprende il territorio posto al di sotto della quota 200 sul livello del mare.

Per quanto riguarda il regime idraulico, vi è una netta, sostanziale differenza tra la valle del Po ed i territori posti al sud di essa. Nella valle del Po, sulla testata e sulla sponda sinistra, le acque scorrono copiose in tutto il periodo estivo perchè vi è l'alimentazione delle Alpi costituita prevalentemente da fusione di nevi e contributo di ghiacciai: così che vi è

(1) Memoria presentata alla II Conferenza mondiale dell'energia.

una fortunata coincidenza tra la disponibilità dei deflussi ed il fabbisogno irriguo. Nell'Italia centrale e meridionale e più ancora nell'Italia insulare, vi è invece nei deflussi il così detto regime pluviale: non vi è spostamento di fase sensibile tra la precipitazione meteorica ed il suo deflusso negli alvei dei fiumi: le pioggie, salvo qualche breve periodo invernale, scorrono e corrivano nell'atto stesso in cui cadono; il deflusso in media si deprime al massimo proprio quando più acuta sarebbe la esigenza della irrigazione.

Questa situazione naturale spiega molto logicamente il fatto che nella valle del Po siano sorte le iniziative irrigue, mentre esse sono quasi completamente mancate nel resto della Penisola e nelle Isole.

Vi è di più, mentre il clima temperato della valle del Po non consente che cicli di vegetazione piuttosto prolungati così che anche per un solo raccolto, salvo il grano, sono necessarie generose bagnature, nell'Italia centrale e meridionale invece l'estate precoce sotto il sole propizio, assicura i primi raccolti quando il terreno ancora impregnato della umidità delle pioggie equinoziali può dare con rapida maturazione grano, maggesi ed ortaggi.

In questi ultimi anni e specialmente sotto l'impulso gagliardo della fattiva amministrazione fascista, le irrigazioni si vanno perfezionando ed estendendo rapidamente. Alla captazione delle acque fluenti si è aggiunta la estrazione con mezzi meccanici delle acque di sottosuolo con risultati sorprendenti. In molte plaghe dell'Italia centrale la escavazione dei pozzi irrigui ha trasformato intere tenute che sono passate dal regime asciutto al più regolare e dovizioso regime irriguo con tutti i relativi vantaggi economici e sociali. Si è ancora diffusa la pratica dei piccoli serbatoi e si sono realizzate anche alcune opere grandiose per creazione di grandi laghi artificiali a scopo irriguo.

Le utilizzazioni idroelettriche.

Il grande problema moderno delle utilizzazioni idroelettriche ha avuto in Italia un campo di studi e di applicazioni quale forse non si è riscontrato in nessun'altra nazione del mondo.

Esso è stato affrontato dalla Economia del Paese con grande larghezza di vedute ed aiutato nel suo sviluppo da saggie e complete provvidenze legislative.

Il carbone bianco costituisce in Italia la più concreta e la più vasta consistenza patrimoniale dopo il territorio agricolo: il valore capitale delle forze idrauliche, ragguagliate in linea specifica a L. 1.00 per kWh annuo, arriva già oggi ad oltre 10 miliardi e raggiungerà forse un giorno i 40÷50 miliardi di lire.

La massima parte delle forze idrauliche viene fornita dai bacini alpini dove le condizioni idrauliche ed altimetriche sono molto favorevoli alla economica e redditizia creazione degli impianti. L'Appennino, più dimesso di altitudine, privo di ghiacciai, con un regime idraulico prevalentemente torrentizio, non ha fornito finora che il 10% circa della disponibilità totale.

Lo sviluppo degli impianti idroelettrici si è sempre realizzato col pieno consenso di tutte le attività del paese in una atmosfera di cordiale benevolenza, sia bancaria che industriale ed anche statale. Uffici governativi, tecnicamente ben agguerriti, sopperiscono con prontezza e competenza allo svolgimento delle procedure ed alla composizione equa delle divergenze di interessi: le Ferrovie hanno potuto attingere con privilegio di scelta l'energia elettrica necessaria alle elettrificazioni: le industrie elettro-chimiche hanno trovato i mezzi per affermarsi in tutti i campi, dalle multiformi trattazioni elettro-metallurgiche alla captazione dell'azoto atmosferico, per avviarsi al grande problema del carburante sintetico.

Si può in linea riassuntiva affermare che la elettrificazione delle attività produttrici del Paese è già in gran parte attuata e comunque posta sopra basi di avviamento che ne garantiscono a breve scadenza il completo compimento.

Collegamenti tecnici ed economici tra la irrigazione e la forza motrice.

L'accenno schematico fatto più sopra circa lo sviluppo della irrigazione e degli impianti idroelettrici, accenno che abbiamo cercato di rendere chiaro pure nella sua estrema concisione, dimostra che finora le due grandi branche della produzione dell'Italia, il carbone bianco affacciatosi nuovo e gagliardo alla ribalta economica e la agricoltura forte delle sue tradizioni e vivificata dai nuovi risvegli, se hanno potuto procedere senza interferenze, non hanno però avuto ancora basi comuni di sviluppo e tanto meno di mutue integrazioni.

Qualche Centrale idroelettrica di modesta potenza si è installata sopra canali irrigui, con regime totalmente subordinato alle consuetudini di manutenzione e di esercizio dei canali stessi. Gli impianti idroelettrici sono stati sempre creati con assoluto rispetto delle utenze irrigue: d'altra parte questo rispetto veniva sempre sancito con specifiche clausole dei disciplinari delle concessioni governative.

Nella valle del Po la coesistenza delle due utilizzazioni è stata facilitata dalla altimetria della regione: lo sfruttamento dell'energia idraulica cessa quasi dappertutto alla quota dove comincia la grande irrigazione. Vi era inoltre la circostanza favorevole della grande disponibilità di acqua nel periodo estivo, così che per le zone più alte il rispetto delle portate destinate alla irrigazione ha potuto attuarsi senza sacrifici. Anche le accumulazioni estive nei serbatoi di alta montagna hanno potuto ottenersi con temperamenti ragionevoli circa il regime di riempimento. Qui soccorrono alcune cifre statistiche globali: i serbatoi di alta montagna sugli affluenti alpini del Po, avranno, a progetti ultimati, una capacità complessiva di circa 450 milioni di m³: il bacino di montagna del Po nel versante alpino misura in cifre tonde una estensione di 30.000 km², sono quindi in tutto 15.000 m³ in media per km² di montagna che si sottraggono al deflusso estivo per creare la riserva invernale di energia: per i 120 giorni medi di deflusso utile alla irrigazione estiva saranno litri 1.45 di portata per km² da sottrarsi al deflusso stesso in un periodo in cui la portata media arriva a circa 50 litri per km². Vi è poi ancora una configurazione naturale che elimina per una gran parte dei serbatoi per forza motrice di alta montagna, anche la lieve interferenza accennata: dei 30.000 km² circa di bacino montano del Po, la metà fa capo a grandi laghi naturali dove già ora si compie una regolazione che compensa lo spostamento di fase dei deflussi dovuto ai serbatoi: questa regolazione sarà resa più completa con opportune sistemazioni.

La valle del Po è dotata di 5 grandi laghi naturali che si prestano nel modo migliore ad essere trasformati in serbatoi artificiali: già ora, come si è detto, essi compiono naturalmente una funzione di disciplina di deflussi sensibile e molto proficua. Sono in complesso circa 800 km² di specchio liquido alimentati da 15.000 km² di bacino, dai quali, con opportuna disciplina di ritenute e di svasi, conseguita attraverso sistemazioni e sbarramenti degli emissari, si può ottenere un impinguamento delle portate in determinati periodi a scopo combinato di irrigazione e di creazione di forza motrice.

La capacità dei serbatoi che si può creare è per i tre laghi, Verbano, Lario e Sebino, una frazione ridotta del deflusso totale (in media dal 5 al 10 %): risulta quindi possibile smistare anche nel tempo la funzione dei serbatoi. Durante l'estate, specialmente verso la fine, quando il deflusso termico è limitato al bacino coperto di ghiacciai, il serbatoio, funziona a servizio esclusivo della irrigazione: con le precipitazioni autunnali poi, le quali normalmente si ragguagliano al 20% circa dell'intero contributo annuo, il lago si può completamente rifornire in modo da sopperire acqua durante le magre invernali al servizio prevalente degli impianti idroelettrici: nei soli tre laghi Verbano, Lario e Sebino, con 1 metro di ritenuta utile, si possono immagazzinare circa 420 milioni di m³, i quali

richiedono sull'intero bacino una pioggia defluita di soli 35 mm. Con la irrigazione di 7000 m^3 per ettaro (14 bagnature di 50 mm con ruota di 7 giorni) si irrigano così 60.000 ettari di terreno, mentre in inverno, tenuto conto dei salti dominati dai laghi, si sopperisce energia di integrazione per un quantitativo di circa 70 milioni di kWh.

Attualmente un esempio completo della regolazione di un lago naturale a scopo misto di irrigazione e di forza motrice è in atto sul più piccolo dei 5 laghi, il lago d'Idro. Lo specchio medio del lago, per i 7 metri di escursione utile previsti, è di circa 10 km^2: il bacino imbrifero misura 625 km^2: i 70 milioni di m^3 di capacità richiedono un deflusso netto di 112 mm di pioggia e cioè, con 0.7 di coefficiente di deflusso, una precipitazione effettiva di 160 mm: qui la regolazione estiva è prevista per 30 m^3 di portata media mentre la invernale si ragguaglia a $(12 \div 14)$ m^3.

Vi è un impianto idroelettrico, collegato direttamente al lago, che ha 100 metri di salto, così che la energia di integrazione invernale ammonta a 14 milioni di kWh.

Se si valutano economicamente da una parte i vantaggi della irrigazione e dall'altra quelli della fornitura di forza motrice di integrazione, si può dedurre un criterio per la ripartizione degli oneri: se V_m è il valore capitale del kWh di integrazione e V l'aumento di valore dell'ettaro irrigato, il carico economico del serbatoio dovrebbe ripartirsi secondo la proporzione dei rispettivi valori totali. Nel caso del Lago d'Idro, stabilito a 7000 m^3 il fabbisogno di acqua per ettaro irrigato, risulta una superficie totale irrigabile di 11.500 ettari: così che il riparto degli oneri del serbatoio dovrebbe farsi in proporzione delle due cifre 14.000.000 V_m e 11.500 V_i: se, ad esempio, si pone $V_m =$ L. 0.80 e $V_i =$ L. 2000 il serbatoio dovrebbe stare a carico per il 33 % all'impianto idroelettrico e per il 67% agli agricoltori.

Da valutare però il fatto che mentre la disponibilità della capacità di serbatoio è assolutamente assicurata agli agricoltori, essa è aleatoria per l'impianto idroelettrico in quanto non in tutti gli anni in autunno si verificano 112 mm di pioggia media defluita, perchè nel bacino alto, se la stagione è appena precocemente rigida, le piogge autunnali spesso avvengono già sotto forma di neve defluendo solo in minima parte.

L'opera, sotto gli auspici di alte personalità dell'Agricoltura e dell'Industria idroelettrica, è stata eseguita con accordi ispirati alla migliore reciproca correntezza: la parte irrigua è già in esercizio da quattro anni con grande vantaggio dell'agricoltura e l'impianto idroelettrico sarà compiuto fra breve.

Opere analoghe sono in corso di esecuzione per gli altri 4 laghi sempre con pieno accordo tra le esigenze irrigue e quelle per creazione di forza motrice e saranno questi i più significativi esempi della utilizzazione combinata delle prerogative naturali della valle del Po per irrigazione e per produzione di forza motrice.

Si tratta però sempre di opere di interesse prevalentemente irriguo: la forza motrice producibile dalla sistemazione ha una entità trascurabile: basti dire, ad esempio, che il solo lago di Ledro, piccolo laghetto alpino che ha 2 km^2 di area e circa 100 km^2 di bacino imbrifero, può fornire con lo svaso di 40 milioni di m^3 un quantitativo di energia di integrazione di poco inferiore alla intera disponibilità che sarà creata dalla completa sistemazione dei 5 grandi laghi naturali.

In complesso quindi per le acque delle Alpi le utilizzazioni irrigue e quelle per forza motrice hanno economie distinte e contatti tecnici di facile sistemazione.

Vi sono poi alcuni esempi di impianti e di progetti dove la utilizzazione irrigua avendo bisogno della forza motrice ha cercato di conglobare in più stretto connubio la doppia funzione dell'acqua. I fiumi in pianura scorrono sovente incassati con diverse terrazzature pronunciate del thalweg: qui la derivazione a deflusso naturale per irrigazione, richiederebbe canali lunghissimi e costosi: si è pensato allora al sollevamento meccanico attingendo alle stesse acque del fiume l'energia elettrica necessaria per il sollevamento.

Verso la fine del secolo scorso per irrigare un altipiano vicino al paese di Cigliano (Piemonte) si è utilizzato il dislivello esistente tra due canali paralleli derivati dalla Dora Baltea, per azionare delle primordiali pompe a stantuffo accoppiandole, a mezzo di rinvii di pulegge, alle turbine: si è sollevato così circa 1 m^3 al 1'' di acqua irrigua all'altipiano di Cigliano con grande beneficio delle coltivazioni. L'edificio, noto sotto il nome di *elevatore di Cigliano*, che attualmente funziona completamente rimodernato, ha dato l'idea per una più completa e grandiosa concezione: la Dora Baltea nelle vicinanze è stata sbarrata con un grande edificio di paratoie: si è creato un salto e costruita una Centrale idroelettrica: nella stessa Centrale sono state collocate le elettropompe per sollevare acqua per l'irrigazione dell'altipiano di Villareggio adiacente a quello di Cigliano. L'opera è riuscita pienamente in linea tecnica ed è anche riuscito bene lo smistamento economico delle iniziative. Mercé un accordo con un forte gruppo idroelettrico le elettropompe hanno potuto avere l'energia per il funzionamento estivo assicurata anche da fonti diverse da quella della Centrale sul fiume, mentre la Centrale stessa ha potuto dare in cambio energia invernale preziosa per le reti del gruppo idroelettrico.

Un progetto grandioso e seducente riguarda la irrigazione di una estensione di qualche decina di migliaia di ettari in una plaga arida del Piemonte sul confine del Monferrato. Si è progettato un grandioso serbatoio, di qualche decina di milioni di m^3 di capacità, in una conca naturale mediante una lunga diga in terra di modesta ritenuta. L'acqua per riempire il serbatoio viene attinta dal Po durante le morbide eccedenti le competenze delle derivazioni già stabilite, con l'uso di elettropompe. Un impianto idroelettrico dell'alta valle di un affluente del Po dovrebbe fornire con la utilizzazione supplementare delle acque di morbida, quasi sempre coincidenti con le morbide del Po, la energia elettrica. Anche qui l'abbinamento idroelettrico-irriguo non è sostanziale, si tratta semplicemente di avere energia a condizioni economiche buone, sfruttando nella coincidenza della disponibilità delle acque motrici di fortuna con la disponibilità delle acque irrigue da sollevare, dell'energia di marca inferiore, diremo quasi, dei veri cascami altrimenti inutilizzabili.

Più complesso e più fecondo di soluzioni tecniche ed economiche di qualche importanza è il problema dell'abbinamento forza motrice-irrigazione sull'Appennino e nelle isole.

In linea normale il fatto che la scarsità di acqua si verifica nel periodo irriguo, per quanto vi sia nel tempo un lieve spostamento tra le massime depressioni dei due momenti critici, la riduzione delle portate e la siccità agricola in quanto la seconda in media precede la prima (la siccità agricola culmina dal 15 luglio al 15 agosto, mentre la depressione massima delle portate appenniniche si ha ai primi di settembre), costituisce indubbiamente un punto di contatto tra le due missioni dell'acqua nella economia del Paese, l'irrigazione e la creazione di forza motrice quando si costruiscono dei serbatoi.

Nessuna o ben lieve interferenza, diremo così, altimetrica si verifica per le due utilizzazioni: la irrigazione sull'Appennino comincia in media ad una quota al di sotto della quale ogni creazione di forza motrice non sarebbe ragionevolmente ammissibile: spesso i serbatoi irrigui si possono creare presso lo sbocco delle valli montane dove l'unico salto appetibile è quello creato dalla ritenuta di invaso.

Eppure malgrado questa caratteristica favorevole non si può dire che siano stati numerosi gli esempi di abbinamenti razionalmente concepiti ed armonizzati ad una equilibrata valutazione dell'importanza dei due scopi da raggiungere con opere comuni.

La Sardegna ha un esempio grandioso dovuto alla gagliarda iniziativa di un ente bancario sostenuto con intelligente lar-

ghezza dalle provvidenze statali. Il magnifico serbatoio del Tirso che ha oltre 400 milioni di m^3 di capacità, costituisce la unità di riserva irrigua più poderosa del Paese.

L'iniziativa è stata presa da un ente prevalentemente idroelettrico e la prima utilizzazione è stata la forza motrice fatta in una grande Centrale posta nel corpo stesso della diga ad archi multipli. La irrigazione è ancora allo stato potenziale. Finora, di conseguenza, nessuna norma precisa ha potuto affermarsi per stabilire le modalità di una proficua convivenza dei due scopi.

Ma già all'inizio si è previsto dove poteva risiedere una prima divergenza di programmi di esercizio. Il regime di erogazione dell'acqua dal serbatoio non può essere lo stesso per l'irrigatore e per l'industriale idroelettrico: questi vuol sopperire un diagramma con concentrazioni diurne più o meno irregolari, ma tali da permettergli un alto coefficiente di utilizzazione: l'irrigatore ha bisogno invece, di continuità diurna di deflussi per la distribuzione dell'acqua secondo la ruota stabilita, ma di concentrazioni durante la stagione irrigua in rapporto al ciclo di vegetazione delle diverse colture.

Per eliminare la servitù della continuità del deflusso, servitù che è veramente esiziale per la valorizzazione dell'energia idroelettrica, al Tirso si è costruito un serbatoio di compensazione appena a valle della grande diga con una ulteriore utilizzazione di forza motrice, di capacità più che sufficiente a garantire la continuità diurna del deflusso per le utenze irrigue.

Applicando al Tirso il criterio indicato più sopra per la ripartizione degli oneri in proporzione delle valorizzazioni create, rispettivamente troviamo per l'agricoltura e per la forza motrice, 60.000 ettari di terreno irrigato da una parte e 35 milioni di kWh annui di energia dall'altra e cioè, a 5000 lire per ettaro irrigato ed a L. 1.50 per kWh, un rapporto di oneri del 15% per la forza motrice e dell'85% per la irrigazione.

Nella stessa isola di Sardegna è in funzione un altro grandioso serbatoio sul Torrente Coghinas della capacità di m^3 270.000.000 ed un altro è pure in costruzione sul Torrente Flumendosa, entrambi pure destinati a servizio misto di irrigazione e produzione di forza motrice.

Nella Sicilia un grande serbatoio sull'alto Belice, che è stato costruito esclusivamente a scopo di produzione di forza motrice, verrà ora utilizzato per dare acqua irrigua alla fertilissima pianura della Conca d'oro attorno a Palermo: vi sono progetti grandiosi sul Torrente Simeto, nella zona circumetnea, per dare acqua irrigua alla piana di Catania che dovrà essere anche parzialmente bonificata, sul Torrente Imera meridionale per irrigare e consentire la razionale coltivazione del cotone nella piana di Terranova e di Licata sul mare africano.

Sul continente, diremo così, appenninico dell'Italia, i serbatoi costruiti sono stati diversi, ma nella quasi totalità sono dovuti alla iniziativa ed alla finanza idroelettrica. Le prime precise indicazioni però sono state date in realtà dall'Ufficio delle Miniere del Ministero di Agricoltura, al quale, a seguito di una iniziativa per l'irrigazione a mezzo di serbatoi fatidicamente preconizzata dal Ministero stesso nell'anno 1886, era stato demandato l'incarico di avvistare le località dell'Appennino più acconcie, anche dal punto di vista geologico, alla creazione di laghi artificiali.

Sull'Orba, sull'Enza, sul Brasimone, sulla Secchia, sul Serchio, sull'Entella, sul Savio, sul Tronto, sul Neto, si sono costruiti grandiosi serbatoi studiati e disciplinati solo dal punto di vista della creazione della forza motrice: il regime dei fiumi è stato così largamente beneficiato e la irrigazione ha potuto approfittarne senza aggravio.

Attualmente, sotto l'impulso della intensa e fattiva politica agraria del Governo Nazionale, sono in corso di costruzione ed in progetto numerose derivazioni d'acqua a mezzo di serbatoi di iniziativa prettamente agricola e dove lo Stato provvidamente interviene con contributi diretti e facilitazione di finanziamenti. Comincia ora a delinearsi più chiaro lo studio delle precise incompatibilità (naturalmente solo parziali) delle due utilizzazioni: la prima e fondamentale divergenza riguarda il regime di vuotamento dei serbatoi: l'agricoltore appenninico che ha un ciclo colturale che si chiude nei 100÷120 giorni dell'estate, non vuole lasciare acqua inutilizzata, egli vuole esaurire l'acqua del serbatoio fino all'ultima goccia: che poi il regime di siccità del corso d'acqua si prolunghi anche oltre e che le portate di conseguenza scendano bruscamente quasi a zero, non lo riguarda. L'idroelettrico invece ha bisogno di non avere depressioni assolute di disponibilità idrauliche in quanto sarebbe costretto ad esasperare la potenza delle riserve termiche: egli quindi deve proporzionare la erogazione in modo da raggiungere il periodo di rifornimento pluviale all'equinozio di autunno (spesso anche in ritardo), col serbatoio ancora in efficienza.

Nel periodo di riempimento poi l'agricoltore è sempre assillato dal timore di non trovare il lago rifornito all'inizio del periodo irriguo (questo timore è spesso giustificato dallo scarso rendimento del bacino imbrifero, specie quando la capacità del serbatoio è elevata rispetto alla estensione del bacino imbrifero stesso), ed allora egli vorrebbe eliminare ogni erogazione fino a che il lago stesso non sia stato già largamente rifornito.

In queste condizioni si può dire che un ente agricolo che abbia costruito un serbatoio con derivazione a scopo misto irriguo e per forza motrice, difficilmente può trovare una base sicura per un diretto esercizio di distribuzione di energia idroelettrica senza costose installazioni termiche di riserva.

È molto più facile che trovi una sistemazione di esercizio finanziariamente possibile un industriale elettrico che possa immettere l'energia producibile dal serbatoio irriguo in un più vasto diagramma di fornitura ad una grande rete che attinge da fonti più cospicue e di diverso regime la massima parte del carico.

Vi è un tipico esempio in atto nell'Agro piacentino dove una ardita iniziativa di agricoltori intelligenti ha fatto sorgere un magnifico serbatoio nella Valle Tidone. La situazione è stata risolta con una vendita in blocco dell'energia ritraibile dalla derivazione ad una grande rete vicina: si sono valorizzati nella combinazione, a beneficio dell'ente agricolo, la possibilità di una fornitura di riserva per una potenza ragguardevole nel caso di improvvise mancanze di alimentazione dalle altre fonti, la possibilità di fare funzionare il macchinario da condensatore sincrono per migliorare il fattore di potenza della rete ed infine il fatto che essendo il serbatoio molto scarso rispetto alla estensione del bacino imbrifero (circa 180.000 m^3 per km^2 per cui bastano al completo rifornimento, con un coefficiente di deflusso di 0.5, 360 mm di pioggia effettiva) si avrà durante l'inverno una larga disponibilità di fornitura. Ora la rete dell'acquirente è alimentata in prevalenza da impianti alpini con pronunciate magre invernali, così che una fornitura invernale, anche irregolare, riesce particolarmente preziosa in quanto può ritenersi di integrazione.

Un esempio di un caso opposto si ha sul Torrente Savio dove una grande Società idroelettrica sta costruendo dei serbatoi che, date le condizioni di costo, non sarebbero sostenibili dalla sola economia idroelettrica. Si è fatta allora una sistemazione speciale tra gli agricoltori, la Società idroelettrica e lo Stato sovventore: valutata la consistenza economica della derivazione idroelettrica, si è stabilito il contributo da versarsi dagli agricoltori e correlativamente quello a carico dello Stato a termini delle leggi speciali vigenti al riguardo. Si è ridotto alla più elementare semplicità l'impegno riguardante i deflussi: durante il periodo irriguo al punto di presa della derivazione irrigua situato a valle del serbatoio di compensazione diurna di capacità sufficiente, la Società idroelettrica deve mantenere una portata assolutamente costante commisurata *alla sola capacità del serbatoio*, così che basta che il serbatoio sia pieno all'inizio della stagione perchè la portata stessa sia assolutamente sicura con garanzia concreta.

Questo patto, semplice nella sua enunciazione, contiene però

rinuncie e prerogative reciproche abbastanza complesse e rappresenta in sintesi una transazione molto equilibrata. L'agricoltore ha, senza alee e senza fastidi di manutenzione e di manovre, una portata perenne a disposizione durante il periodo irriguo ed è messo nella condizione del fortunato proprietario che trova nelle vicinanze del suo fondo un copioso fontanile a quota dominante. Esso però rinuncia a fruire dei vantaggi del serbatoio nel senso di variare la entità della erogazione così da concentrarla nel periodo di più intenso ed acuto fabbisogno. Dal canto suo la Società idroelettrica trova nell'agio delle portate fluenti e dei rifornimenti meteorici estivi il margine per una certa saldatura tra la fine della erogazione irrigua e l'inizio delle pioggie autunnali.

Abbiamo citato due esempi tipici per attestare come il connubio irriguo-idroelettrico sfugga quasi sempre ad ogni disciplina preventiva di criteri generali. Gli accordi scaturiscono dalle condizioni particolari dell'impianto e risentono spesso della fisonomia dell'ente che ha preso la iniziativa dell'opera.

Vi sono poi alcuni progetti complessi dove lo studio preventivo delle caratteristiche ha dovuto, per la condizione di interessi giuridicamente preesistenti, considerare un piano regolatore complicato e difficile. È il caso delle derivazioni che deviano le acque da un versante ad un altro. L'Appennino ligure-emiliano ha pendici ripidissime verso il Tirreno e falde a dolce declivio verso la valle del Po che sfocia nell'Adriatico. Questa particolarità altimetrica non poteva non tentare la tecnica idroelettrica e sono sorti progetti grandiosi di derivazioni per creazione di forza motrice basati sulla deviazione delle acque dal versante adriatico a quello tirreno. In corso di esecuzione vi è attualmente la utilizzazione del vasto bacino della Trebbia: la coordinazione tra la regolazione delle acque per l'alimentazione delle Centrali idroelettriche del versante tirreno e la utilizzazione delle acque per la irrigazione della piana ligure da una parte, e dall'altra la reintegrazione delle portate a scopo irriguo nella bassa valle della Trebbia dove esistono, già sistemati con reti di canali, estesi comprensori atti a ricevere irrigazioni regolari e copiose, ha richiesto minute disamine idrografiche e come conseguenza la calibratura della regolazione irrigua mediante serbatoi in serie, funzionanti con regimi speciali.

Vi ha qui una caratteristica favorevole che consente di dominare il problema irriguo, pure lasciando piena libertà d'azione alle erogazioni idroelettriche, ed è la possibilità di costruire due grandi serbatoi nella parte bassa del fiume con una vasta alimentazione di bacino imbrifero. Con queste capacità si smistano tutte le irregolarità e si riesce a compendiare la derivazione irrigua assicurando agli agricoltori una cospicua dotazione di acqua con la prerogativa anche di disporne entro limiti sufficienti a seconda del bisogno.

Sull'Appennino centrale e meridionale sono tuttora in corso di studio progetti più o meno grandiosi di derivazioni con serbatoio a scopo misto di irrigazione e forza motrice con prevalenza dell'una o dell'altra finalità a seconda della altimetria del serbatoio. Si tratta di oltre 1 miliardo di m^3 capaci di irrigare in media oltre 200 mila ettari di terreno con una produzione prevista di energia di $250 \div 300$ milioni di kWh. Ve ne sono sulla Scrivia, sul Secchia, sul Ceno, sulla Baganza, sull'Enza, sul Panaro, sul Reno, sul Santerno, sul Marecchia, sull'Ombrone, sull'Esino, sul Tenna, sul Sangro, sul Vomano, sul Cecina, sul Liri, sul Velino, sul Chienti, sull'Agri, sul Crati, sul Fortore, sul Bradano ecc.: la maturazione esecutiva dei progetti si delinea ora più rapidamente attraverso la disciplina fattiva del Governo Nazionale così che è a presumere che fra un ventennio le iniziative, già presidiate dagli studi seri e dalle ricerche esaurienti, avranno il loro compimento, mentre altri programmi più minuti, ma più diffusi si intravedono nel campo tecnico-economico profilati già dalla legge sulla bonifica integrale, che inquadra nella sua fatidica impostazione il dominio delle acque a servizio della economia del Paese.

Conclusioni.

Un principio tecnico fondamentale balza vivo nelle conclusioni alla rapida rassegna degli elementi del problema combinato idroelettrico ed irriguo che abbiamo cercato di esporre fin qui, ed è che il temperamento di equilibrio in queste utilizzazioni idrauliche che sopperiscono ai due scopi, è pur sempre costituito dal criterio basilare in tutte le sistemazioni delle acque: i deflussi debbono rendersi il più possibile uniformi. Trasformare il modulo di un corso d'acqua in portata perenne è l'asintoto delle regolazioni ottenute con i serbatoi: si mitigano le piene, si attenuano le variazioni degli alvei, si proteggono le difese, si assicura l'igiene degli abitati, si provvede alla irrigazione ed alla forza motrice ed anche, fino ad un certo punto, a migliorare il clima attraverso la più regolata vegetazione.

Nessuna incompatibilità sostanziale sussiste in Italia tra le diverse utilizzazioni delle acque per gli scopi ai quali l'economia sociale le destina: le leggi provvedono con cautelata disciplina alla equa ripartizione delle prerogative e degli oneri che possono competere agli enti che usano le acque di pubblico dominio per creare ricchezza al Paese. Le condizioni orografiche, climatiche e meteoriche sono tali che la impostazione tecnica della distribuzione delle acque coordinata alla creazione di forza motrice ed alla irrigazione, riesce sempre possibile con limitazioni reciproche di entità trascurabile rispetto alla economia generale. A questo riguardo anzi si può dire, come abbiamo accennato più sopra, che il miglior sistema tecnico per arrivare a compensare quasi automaticamente le utilizzazioni miste è quello di perseguire senza preoccupazioni specifiche il fine puramente idraulico, cercare dovunque è possibile di ottenere deflussi regolati: le concentrazioni si presentano raramente possibili e debbono sempre profondamente meditarsi dal lato economico. Un deflusso costante rappresenta sempre una prerogativa ottima sia dal punto di vista agricolo che da quello idroelettrico e rappresenta, diremo così, la condizione di equilibrio stabile per tutte le derivazioni.

Per quanto riguarda l'impiego dell'energia elettrica per condurre l'acqua irrigua al luogo di utilizzazione, non è ancora emersa la necessità di una speciale coordinazione. Il fabbisogno irriguo di energia è relativamente mite, ma ha una caratteristica di impegno solo stagionale che in Italia è favorevole nelle zone di dominio degli impianti alpini, molto pesante invece nelle località servite dagli impianti appenninici. Questa condizione speciale ha fatto sì che le due economie hanno dovuto vivere separate: la discesa dell'energia estiva dalle Alpi verso il Sud è economicamente possibile malgrado le costose arterie di trasporto, se si può far assegnamento sopra una certa inversione di servizio: ora questa duplice funzione delle linee si ottiene solo se gli impianti sono coordinati in un'unica direttiva tecnica, industriale ed economica; per tal ragione le macchine per il sollevamento dell'acqua attingono alle reti degli industriali idroelettrici con sicurezza di funzionamento e senza disagi di esercizio: vi sono inevitabilmente malintesi economici, essi però sono contenuti nell'orbita delle ordinarie divergenze commerciali tra venditori e compratori.

L'Italia aveva vasti territori che attendevano il ristoro delle acque per esprimere sotto il sole fecondo messi opime: aveva fiumane copiose che correvano irruenti, ma oziose ed indisciplinate: ora il problema si va restringendo, la terra da coltivare si contende con dure fatiche alla palude e si irrora col sudore della densa popolazione laboriosa ancora prima che con l'acqua irrigua, che giunge solo a completare l'aspro travaglio: la forza motrice si strappa ai fiumi con opere superbe: tra pochi decennii il patrimonio di volontà e di lavoro di cui va orgogliosa la nuova Italia avrà saputo mitigare il disagio economico in cui l'avevano posta le condizioni del suolo secolarmente trascurato e la grande scarsità, nei confronti dell'attività del Paese, di quelle materie prime (combustibili, minerali e metalli) che hanno reso facilmente potenti altre più fortunate nazioni.

Ing. Gaetano Ganassini.

ING. BRUNO BONFIOLI
DIRETTORE CENTRALE DELLA SOC. GEN. ELETTRICA TRIDENTINA

La diga di Mollaro sul torrente Noce

§ I - GENERALITÀ.

È entrato da un anno circa in regolare esercizio l'impianto idroelettrico Mollaro-Mezzocorona della Società Generale Elettrica Tridentina, il quale utilizza le acque del Noce, affluente dell'Adige, e costituisce l'impianto più basso fra quelli previsti dalla Società stessa per l'utilizzazione integrale di quel corso d'acqua.

Esso dispone attualmente dei deflussi, non regolati, dovuti ad un bacino imbrifero di 1250 km² e di un salto di 125 metri, creato mediante una galleria di derivazione in pressione della lunghezza di 9 km. In seguito, con la costruzione dei serbatoi superiori del Careser, del Palù e principalmente di quello di Santa Giustina, la disponibilità di acqua invernale salirà da 100 milioni di m³ a 300 milioni di m³ e quindi l'impianto sarà in grado di fornire annualmente oltre 200 milioni di kWh continui regolati.

Per la derivazione delle acque dal Noce sotto Mollaro, il torrente è stato sbarrato, a monte della confluenza col Tresenga, mediante una diga massiccia costruita in calcestruzzo di cemento (v. figg. 1 e 2) il cui livello di massima ritenuta (347) è di circa 28 metri sopra-elevato rispetto al livello primitivo del greto.

La diga è soggetta ad essere tracimata dalle acque del torrente che in tempo di piena passeranno principalmente attraverso a due luci aventi la soglia alla quota 338 e ad una luce con soglia a quota 341.

Per lo scarico delle ghiaie si hanno due luci adiacenti al manufatto di presa aventi la soglia a quota 333,50.

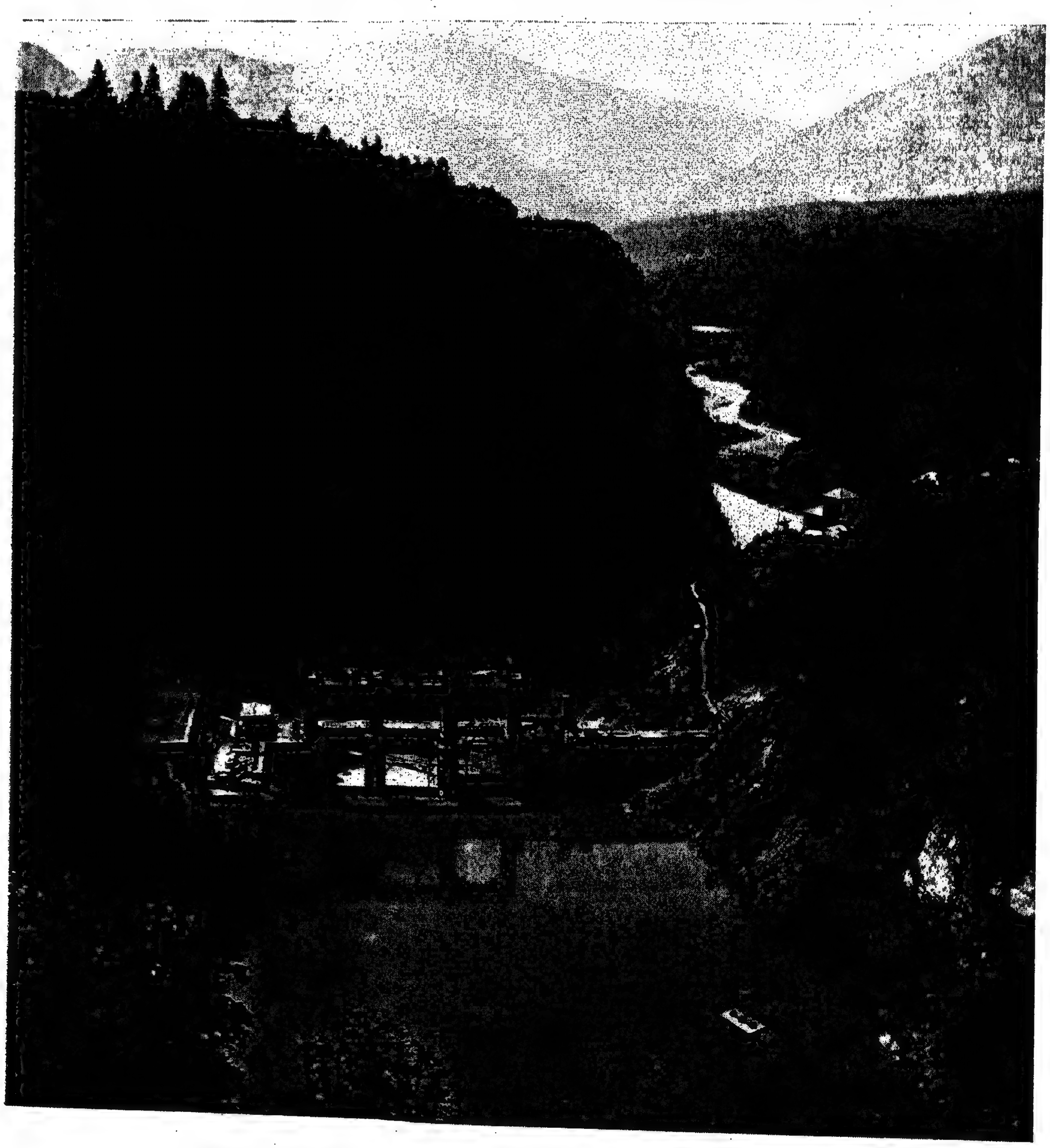


Fig. 1. - Vista della diga e del serbatoio da monte.

Nei periodi di minori portate le luci principali sono chiuse mediante paratoie metalliche, manovrabili da opportuni ponti portati dalle pile che separano le luci. Una paratoia automatica serve ad impedire che il livello a monte superi quello di massima ritenuta (347) per effetto delle variazioni di richiesta dell'impianto.

Il serbatoio creato dallo sbarramento ha una capacità complessiva di 2 milioni di m³ in cifra tonda; di esso la parte bassa, sotto la quota 338, non è utilizzabile dall'impianto ed è destinata ad essere colmata dal materiale alluvionale; la parte utile, superiore alla quota 338, è di 950.000 m³ ciò che rappresenta per la derivazione più che un serbatoio giornaliero.

L'interrimento verrà a ridurre gradatamente anche tale capacità utile fino a portarla a circa 450.000 m³; qualora però venisse costruita in tempo relativamente breve la diga superiore di Santa Giustina, il periodo dell'interrimento verrebbe notevolmente prolungato in modo da assicurare all'impianto una capacità media di 650.000 m³ per il periodo della concessione.

I vantaggi di tale serbatoio, anche nelle proporzioni più sopra indicate, sono così evidenti da rendere inutile che mi soffermi ulteriormente sugli stessi.

La massima piena che può passare sulla diga, senza che venga superato a monte il livello di massimo invaso, pel quale è calcolata, è di oltre 1.500 m³/sec; mentre con una piena di circa 930 m³/sec., che è la massima che si stima possa verificarsi nella località interessata, il pelo a monte non supererebbe la quota 345 quando si aprissero tutte le luci.

Per dare un'idea dell'entità dei lavori, ricordo che la diga

ha richiesto 40.000 m^3 di calcestruzzo, 11.000 m^3 di scavo in roccia e 12.000 m^3 di scavo in terreno alluvionale, mentre la galleria di deviazione ha richiesto 4.000 m^3 di scavo in roccia e 400 m^3 di rivestimento in calcestruzzo di cemento.

Accenno infine alla costituzione delle rocce, dal punto di vista geologico, nel tratto interessato dal serbatoio.

Si è in presenza di « scaglia rossa del cretaceo » nella maggior parte del bacino e di marne dell'eocene in un tratto a monte.

Il geologo rilevava come la « facies » della scaglia sia assai argillosa e presentandosi in masse di rilevanti dimensioni e non troppo diaclasata sia impermeabile, ciò che è stato confermato dall'invaso eseguito.

Nella località scelta per l'erezione della diga la scaglia rossa (roccia sedimentaria intermedia fra il calcare e la marna) presenta buone caratteristiche di omogeneità e resistenza; saggi eseguiti hanno dato per detto materiale carichi di rottura di 540 kg/cm².

In merito alla scelta della località e del tipo di diga di sbarramento ricordo che, data l'ampiezza del bacino imbrifero, assumevano grande importanza le opere di scarico delle piene e pertanto era opportuno avere una altezza di diga non eccessiva e avere buone condizioni di fondazione. Il tipo di diga massiccia in calcestruzzo tracimante è stato preferito come quello che riporta sforzi minori sulla roccia e che permette la sovrapposizione di paratoie di notevole altezza, quali erano necessarie per mantenere più che possibile sgombro il serbatoio. Non è a nascondersi che la preferenza per il tipo massiccio di fronte a quello a volte multiple, che pure si era studiato, è derivata in parte anche dalla opportunità di essere sicuri di una pronta approvazione da parte della Commissione Dighe.

§ II. – Descrizione della diga di ritenuta.

a) *Manufatto murario.*

In base ai suddetti concetti venne progettata e costruita l'opera di sbarramento quale risulta dalle figg. 2, 3, 4, 5*a*) e 5*b*).

Come si è già accennato, il manufatto è costituito da un corpo massiccio in calcestruzzo di cemento: la sua sezione è derivata da quella triangolare, debitamente adattata nei riguardi delle lame stramazzanti.

Una suola di muratura è destinata ad impedire l'erosione del fondo, subito a valle della diga.

Il corpo murario è stato fondato sulla roccia in posto, la quale è stata trovata a dieci metri di profondità sotto il letto primitivo.

L'opera è costituita:

a) Da un tratto, in sponda destra, avente il solito profilo triangolare delle dighe di ritenuta a gravità.

La sua sommità arriva alla quota 349 con un franco di m 2 sulla ritenuta normale; superiormente il profilo è ampliato in modo da avere uno spessore di m 3 al coronamento.

b) Da un tratto di diga di m 8, con sommità alla quota 344, sormontata da una paratoia automatica di m 3 di trattenuta utile.

La diga ha, anche in questo tratto, profilo derivato dal triangolare con opportuni raccordi: superiormente per mantenere l'aderenza della lama stramazzante, inferiormente per avere continuità colla suola di difesa del fondo.

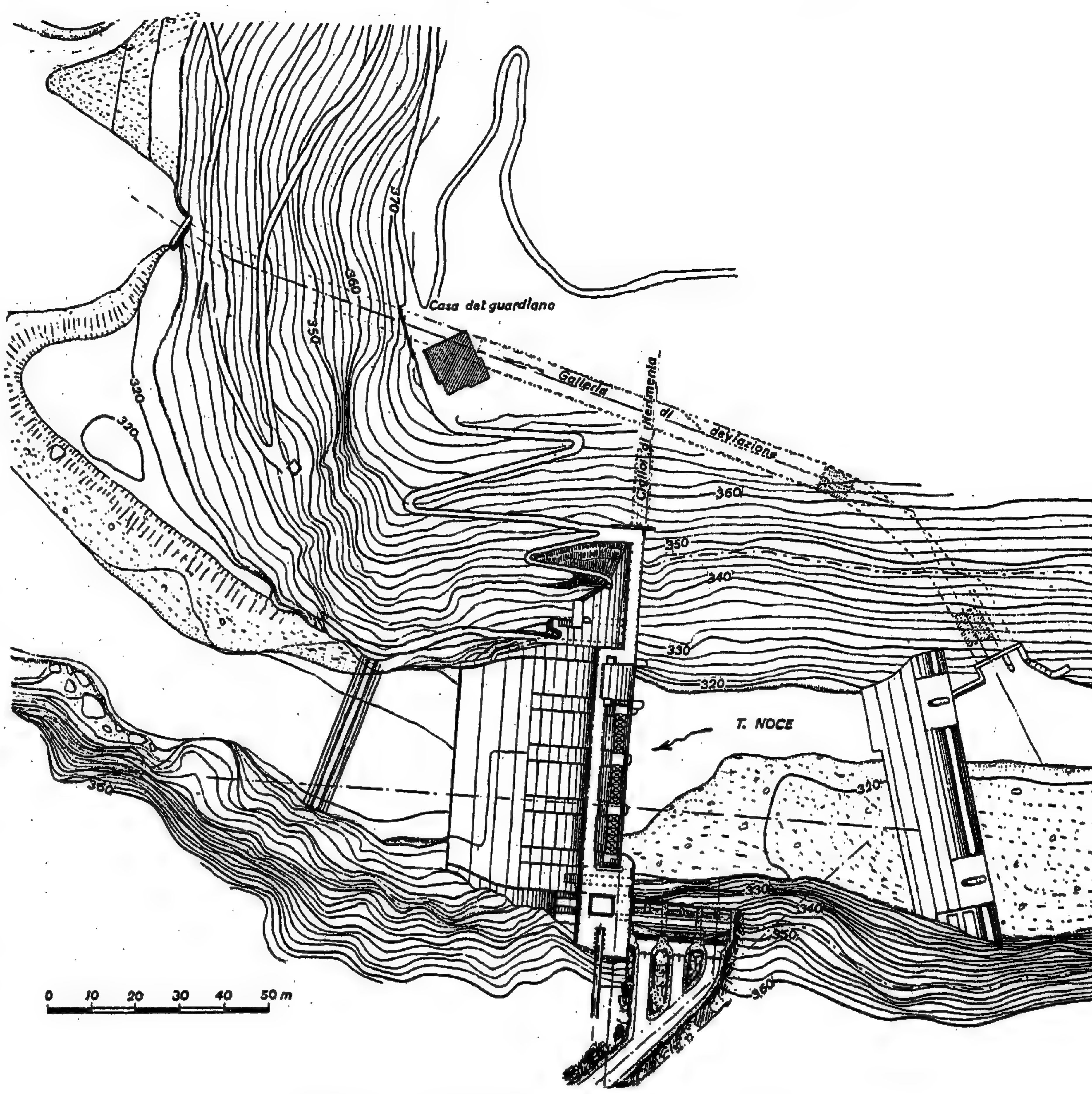


Fig. 2. - Planimetria generale delle opere.

L'altezza massima della parte muraria di questo tratto è di m 27 sul fondo.

c) Da un tratto con soglia a quota 341 e paratoia di m 8×6.

d) Da due tratti larghi 8 metri ciascuno, con sommità alla quota 338, costituenti la soglia fissa di 2 paratoie metalliche di m 8 di larghezza e m 9 di trattenuta utile.

A delimitare le tre luci principali servono quattro pile, nelle quali sono praticati i gargami delle paratoie; sulla sommità delle pile sono posati adatti ponti metallici ed i meccanismi di manovra.

Il corpo della diga, in questi ultimi tratti, è ancora a profilo triangolare opportunamente raccordato.

e) Da un penultimo tratto di diga a sinistra dell'ultima pila, a profilo triangolare, attraversato da due luci sghiaiatrici aventi la soglia a quota 333,50 chiuse da due paratoie piane, metalliche, di due metri di larghezza e di 3 di altezza con un battente medio di 12 metri.

Anche in questo tratto la parte di diga sottostante, a valle delle luci sghiaiatrici, ha profilo tale da accompagnare la vena sulla suola di difesa.

f) Infine da un ultimo tratto di diga a sinistra dello scarico di fondo, ancora a profilo triangolare, adiacente al manufatto di presa, attraversato dallo scarico di fondo del manufatto stesso.

La disposizione particolare a gradinata della parte sfiorante della diga è stata assunta per poter funzionare il meno che sia

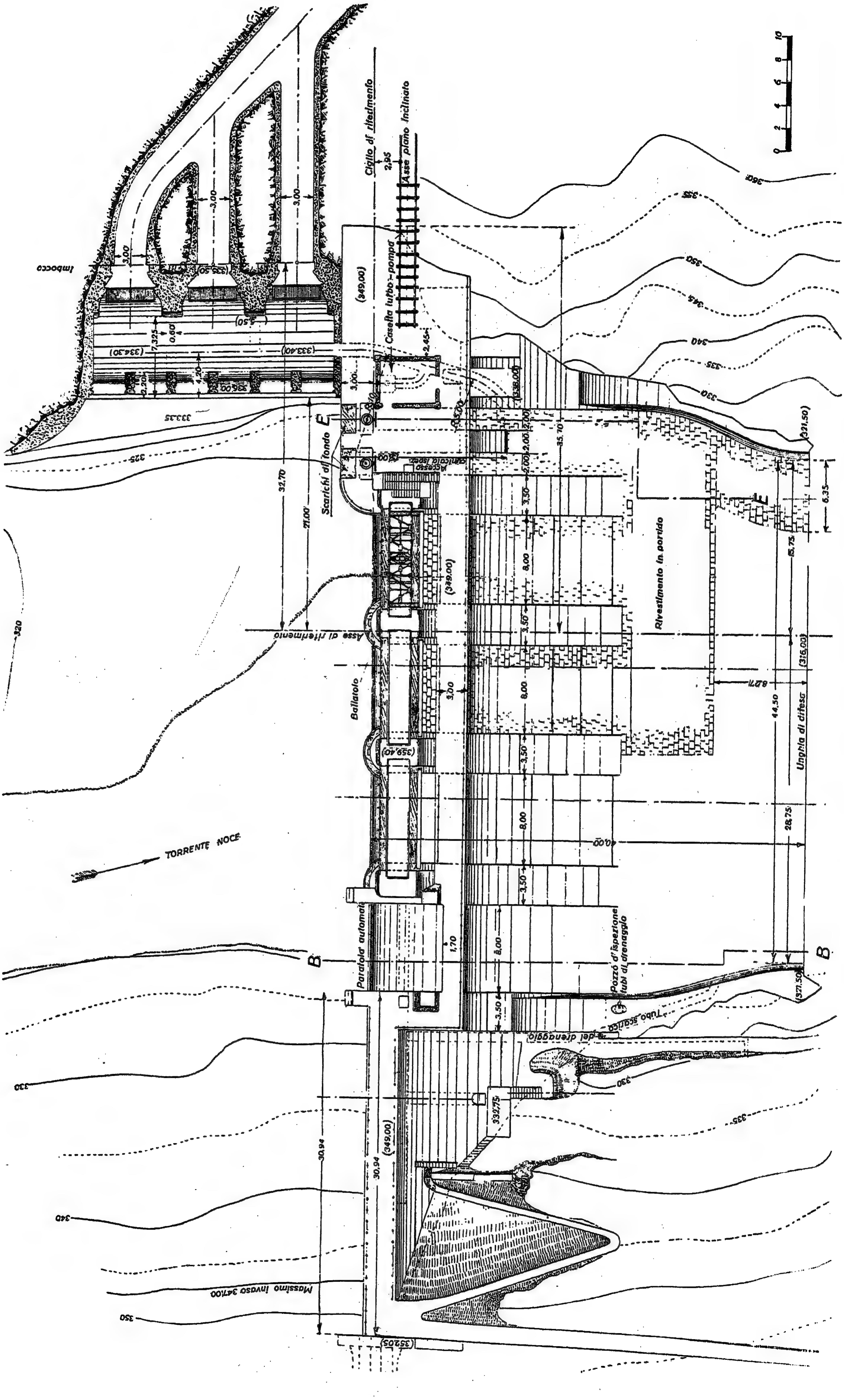


Fig. 3. - Planimetria della diga e delle opere di derivazione.

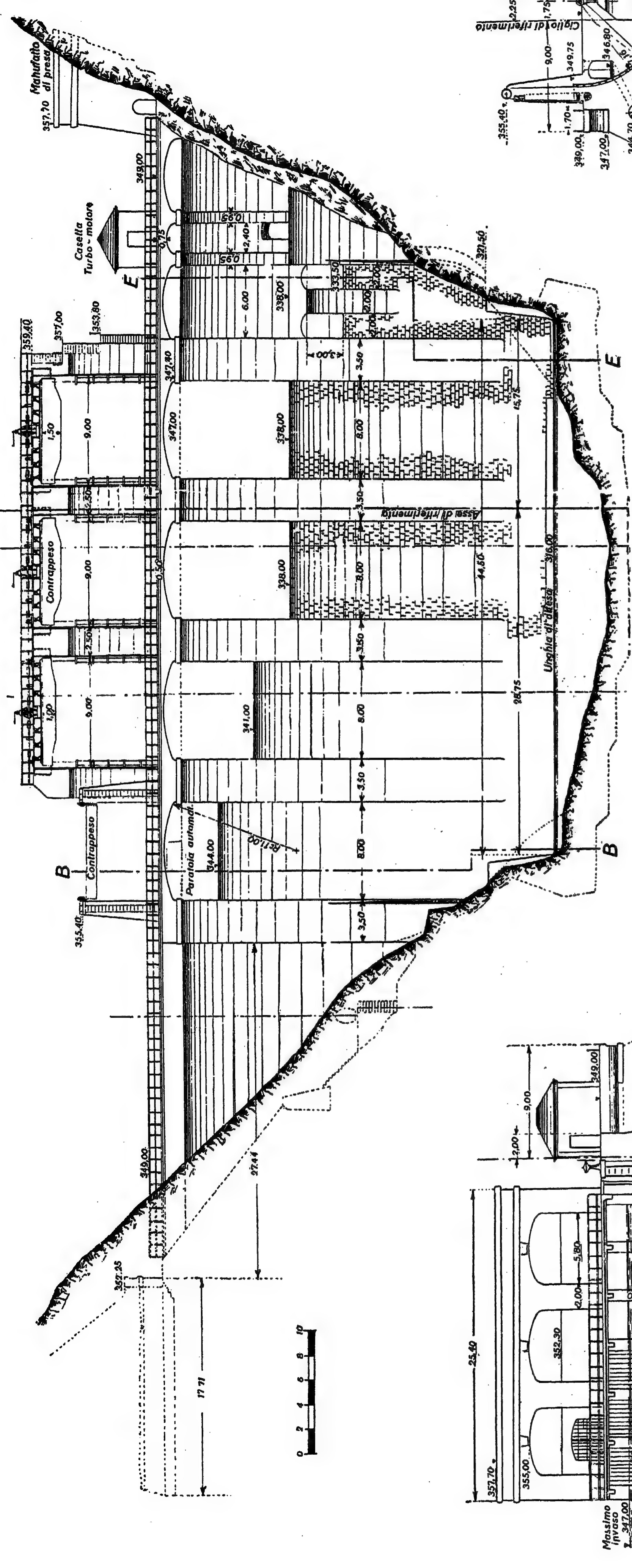


Fig. 4. - Prospetto della diga (visto da valle).

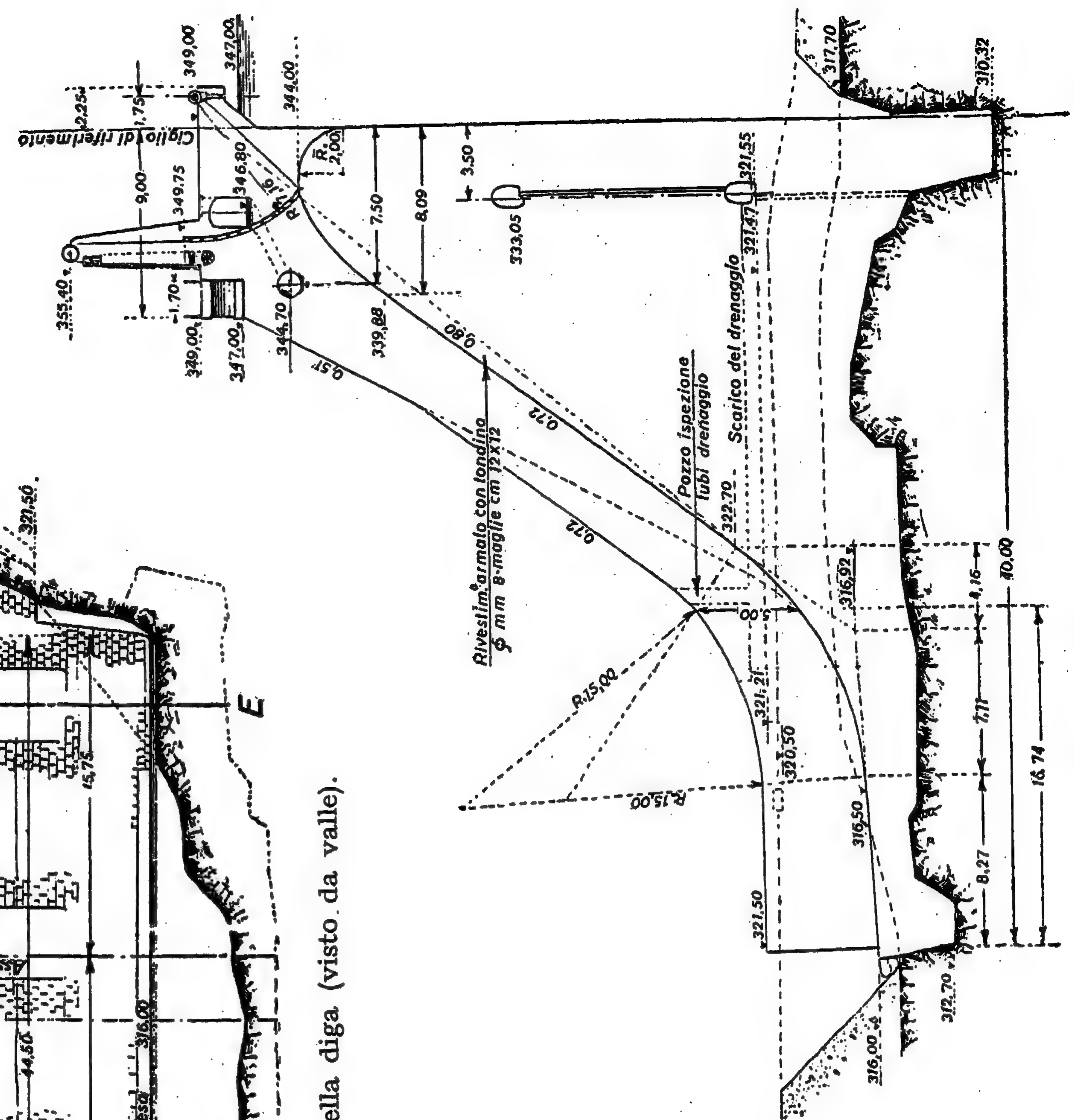


Fig. 5b. - Sezione trasversale (BB) sull'asse della paratoia automatica.

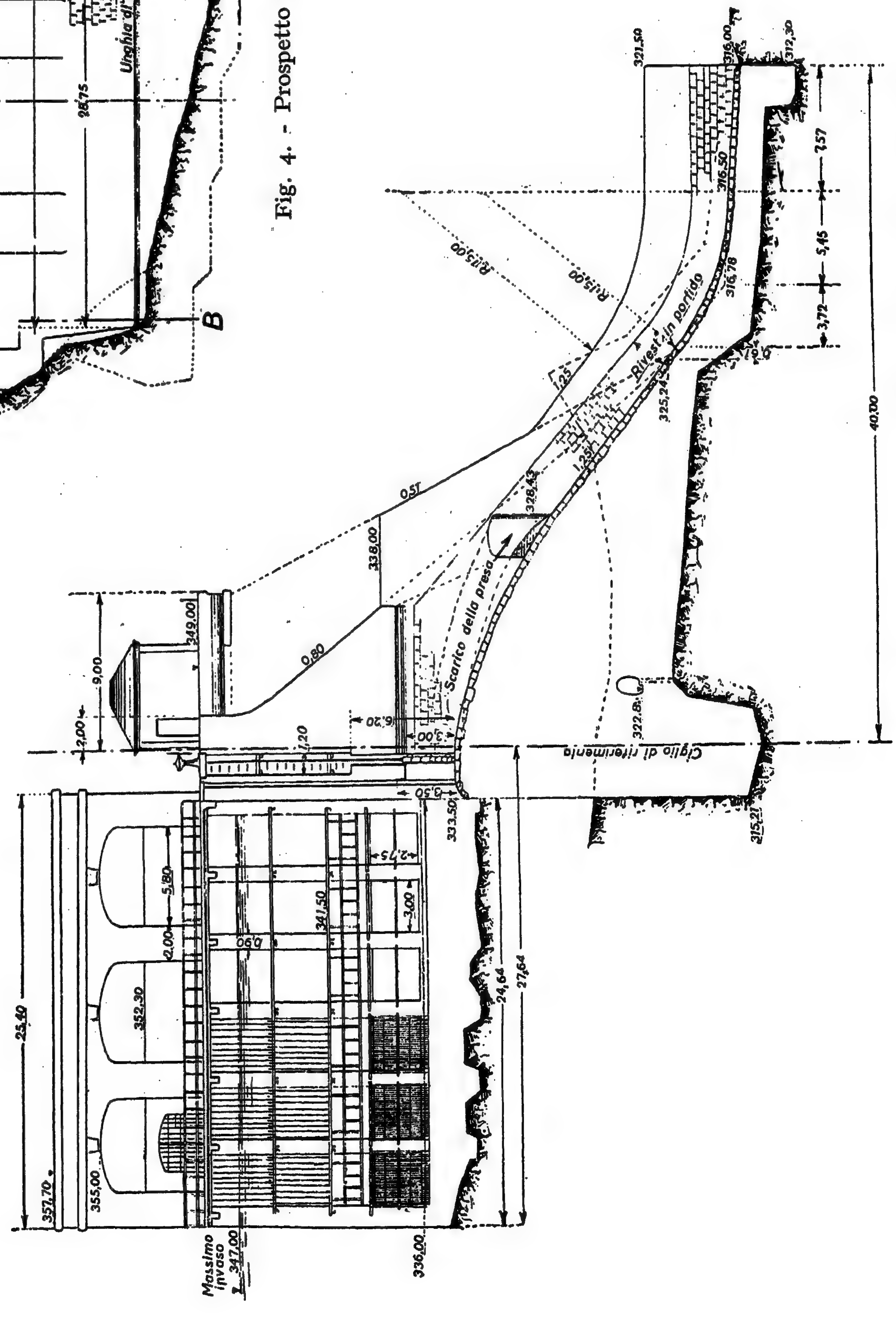


Fig. 5a. - Sezione trasversale (EE) sull'asse dello scaricatore.

possibile a paratoie parzializzate, pur mantenendo nel serbatoio l'invaso fra le quote 344 e 347. Con la disposizione adottata si può infatti funzionare coll'apertura della sola paratoia automatica fino a tanto che le portate del torrente sono inferiori a 80 m^3/sec; sopra gli 80 m^3 si aprirà la paratoia piana minore (con soglia a quota 341) e solo quando la portata del torrente supererà la portata smaltita dalle due luci minori si aprirà una delle paratoie maggiori, ma si potrà in tal caso aprirla completamente senza che il livello del serbatoio scenda sotto la quota 344.

Non credo che occorra insistere sui danni che possono derivare da un funzionamento a paratoie parzializzate, perchè essi risultano evidenti, quando si pensi alle forti velocità che assume l'acqua sotto un battente di 9 metri.

Tutta la diga, compresa la suola a valle, è fondata su roccia.

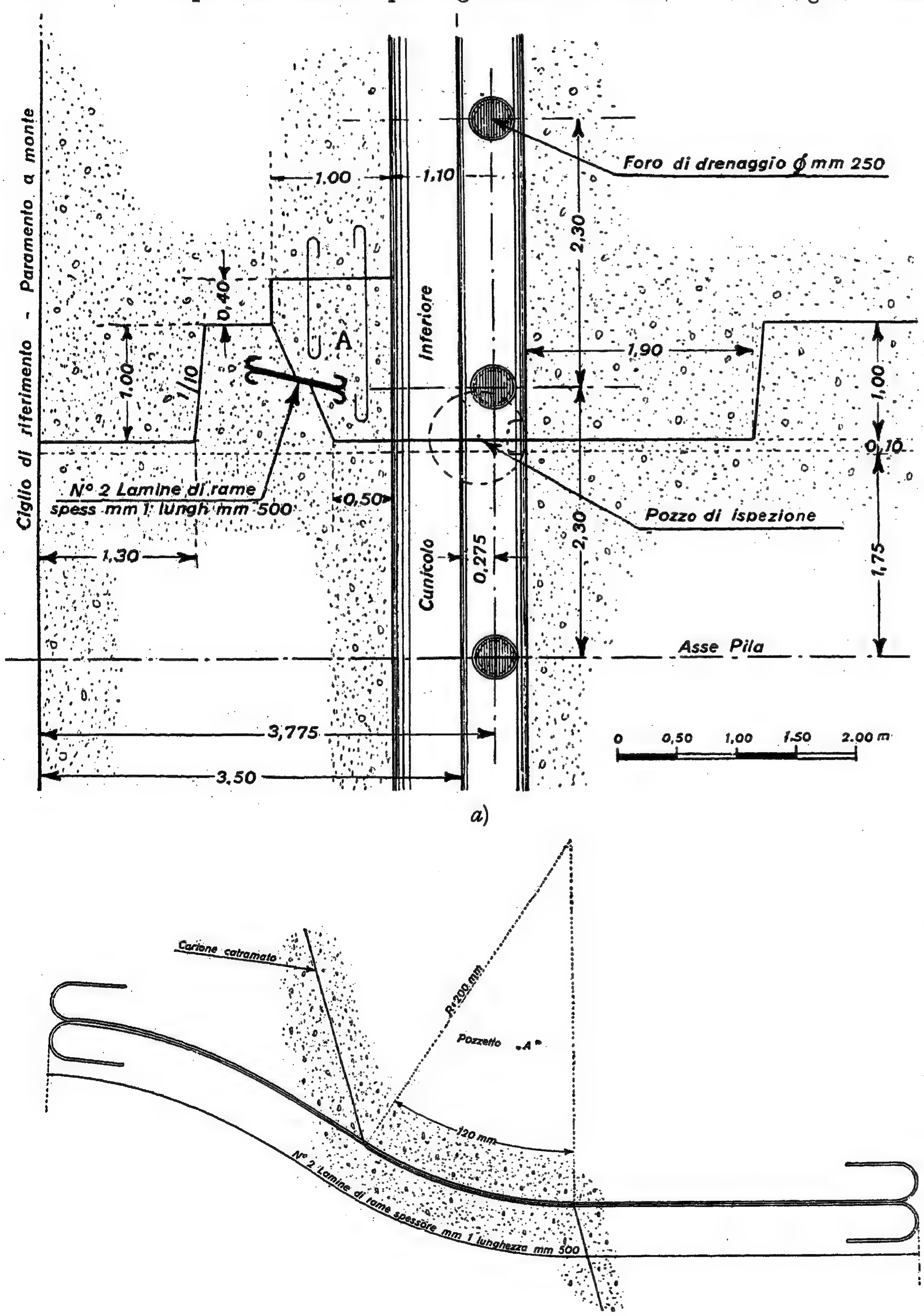
In corrispondenza del paramento a monte si è spinto, nella roccia di fondazione, un robusto taglione a profondità variabile fra due e cinque metri sotto il piano generale di fondazione, il quale è stato internato per circa 20 metri e per un'altezza di 15 metri nella sponda destra che presentava fessurazioni e scarsa consistenza.

Il blocco costituito dalla parte inferiore della diga è percorso da due gallerie di ispezione pressochè orizzontali e disposte con l'asse a 3.50 metri dal paramento a monte. La superiore a quota 333, l'inferiore a quota 322.

Fra la galleria superiore e l'inferiore si hanno dei tubi di drenaggio di cm 25 di diametro distanti metri 2,875 da asse ad asse il cui scopo è di raccogliere ed eliminare l'acqua di permeazione, così da ottenere una forte riduzione delle sottopressioni.

Alla galleria inferiore fanno capo inoltre altri tubi verticali distanti m 2,30 fra loro, spingentisi in basso fino ad incontrare la roccia di fondazione, pure allo scopo di eliminare l'acqua di travenazione tra roccia e muratura.

Il paramento a monte è stato rivestito con intonaco retinato in gunite debitamente spalmato con sostanza impermeabilizzante (Isol) applicata con lo spruzzatore.



a)

b)

Fig. 6. - Giunto di dilatazione.

a) Disposizione generale. *b*) Particolare delle lamine di tenuta.

Poichè il corpo murario in basso presenta una lunghezza media di 55 metri ed in alto di 85 metri, si è ritenuto opportuno sezionarlo in tre parti mediante due giunti di contrazione permanenti per consentire che le contrazioni progressive dovute al ritiro avvenissero liberamente.

Ognuno di essi (vedi fig. 6*a* e 6*b*) era munito di un pozzetto (*A*), verso monte, nel quale era predisposta una doppia lamina di rame con un lembo annegato nel calcestruzzo di uno dei tratti della diga e con l'altro libero.

A ritiro avvenuto, si è colato nel pozzetto del calcestruzzo fluido nel quale, a presa avvenuta, è restato annegato l'altro lembo della lamina.

Detto calcestruzzo è poi rimasto a sua volta solidale con l'altro tratto della diga dal quale sporgevano opportuni tondini di ferro, cosicchè il giunto, mentre può permettere, per la forma speciale data alla lamina, ulteriori movimenti relativi delle parti, è risultato perfettamente stagno.

In merito al paramento della suola di difesa a valle, si osserva che esso è stato fissato declive verso valle e qualche metro sotto l'alveo, con l'intendimento di portare fuori della diga la zona di massima concavità del fondo e con lo scopo di creare un cuscino d'acqua, di 6 metri di spessore, rimanendo il materiale alluvionale del letto preesistente, a valle della suola a quota superiore.

Ad ogni modo se, col tempo, tale materiale, costituente una specie di controdiga, venisse asportato, la suola non avrebbe da temere scalzamenti, poichè è tutta fondata su roccia.

Il paramento a valle della diga in corrispondenza degli scarichi di fondo e delle due luci maggiori, dove si avrà anche passaggio di ghiaia e ciottoli, è stato rivestito con bolognini di porfido di particolare durezza, ancorati con zanche metalliche nel calcestruzzo e coi giunti sigillati con cemento (v. fig. 5*a*). Sotto le

altre luci, dove passerà sempre acqua abbastanza limpida, si è provveduto ad un rivestimento in cemento armato fatto con sabbia e ghiaia scelta per resistere all'usura (fig. 5*b* e 7).

Infine occorre accennare alla forma ed alle dimensioni delle pile, le quali trasmettono la spinta delle paratoie al corpo murario inferiore e sostengono le paratoie e i meccanismi di manovra nonchè la passerella in cemento armato, della larghezza di 3 m posta a quota 349.

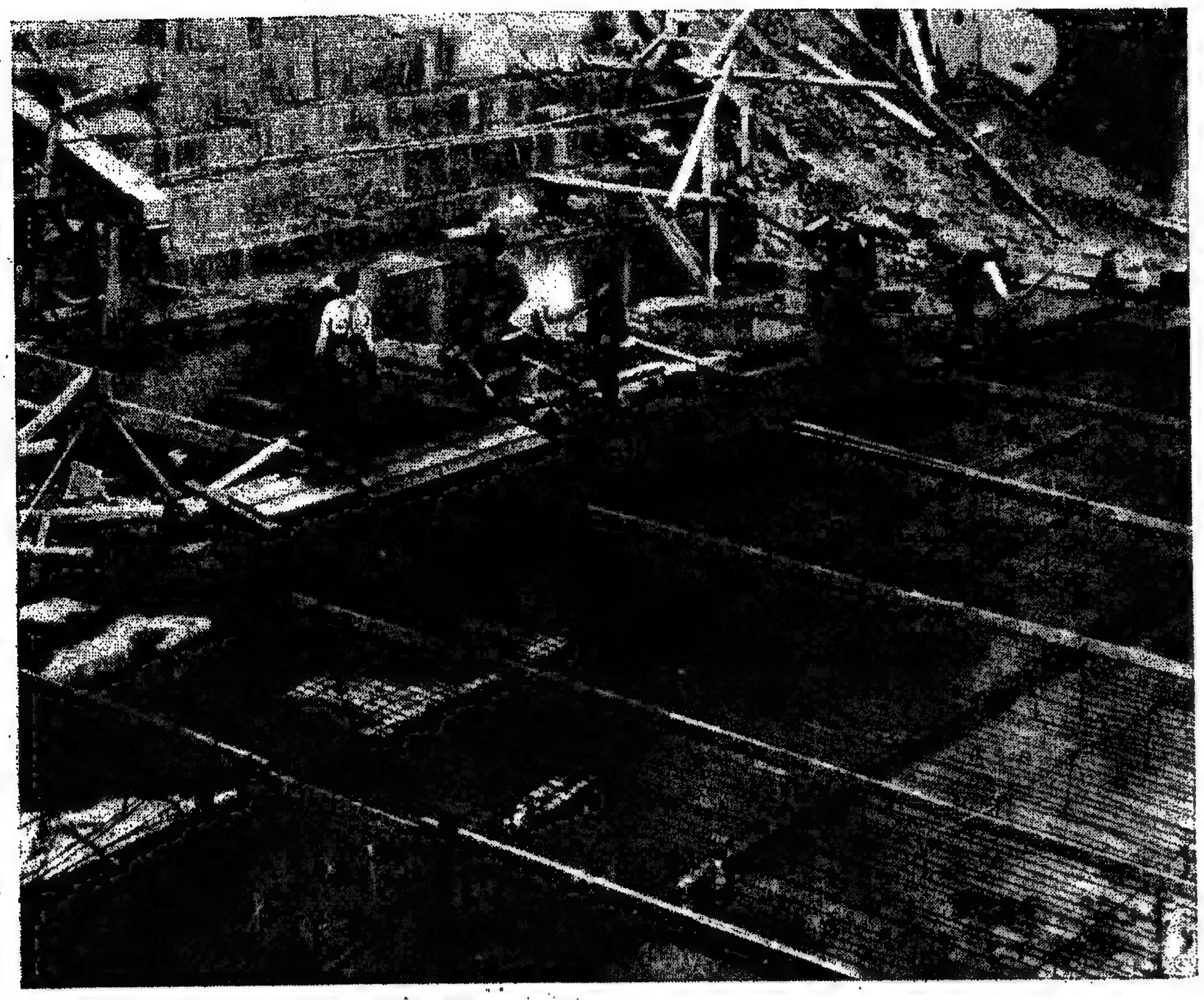


Fig. 7. - Rivestimento armato del paramento a valle e della suola.

Esse si iniziano a quota 320 con una sezione di 22 × 3,50 ed hanno il paramento a monte verticale a sezione circolare fino a quota 349 ed il paramento a valle inclinato in ragione di 2 di altezza per 1 di base, cosicchè a quota 349 la loro sezione diviene di m 9 × 3,50.

A detta quota si ha una discontinuità nella sezione e nel profilo dovuta all'impostazione della passerella ed al fatto che sopra tale quota cessano le spinte orizzontali.

La sezione diviene infatti di m 6 × 2,50 e diminuisce gradatamente fino al minimo di m 3,50 × 2,50 a quota 356,50.

Sopra tale quota le pile sono sagomate in modo da poter accogliere i tralicci metallici i quali hanno il piano di manovra delle paratoie a quota 359,40.

La distanza fra il punto più basso del taglione ed il punto più alto delle pile è di 52 metri, mentre la larghezza massima dell'opera, tra le due sponde, compresi i taglioni laterali, è di 114 metri.

L'accesso al piano di manovra avviene attraverso ad un sistema di scale ricavato sulla pila di sinistra.

b) *Opere mobili - Paratoie.*

Come appare dalla precedente descrizione del corpo del manufatto, si hanno in esso 6 luci: quattro principali e due secondarie.

Le prime tre luci (con soglie a quota 338, 338, 341) sono chiuse con tre paratoie da sollevarsi meccanicamente a mezzo di servomotore idraulico con comando meccanico od a mano.

La quarta luce, in ordine di importanza (con soglia a quota 344) è munita di paratoia autolivellatrice del tipo « Huber e Lutz » destinata a mantenere costante il livello di invaso nonostante le variazioni di richiesta della centrale.

Le ultime due luci (con soglia a quota 333,50) sono normalmente chiuse con due paratoie piane, sollevabili meccanicamente od a mano, per provvedere allo smaltimento delle ghiaie.

Di tali parti mobili le tre prime sono a diaframma piano del tipo a carrello di scorrimento con ruote di grande diametro e rispondono ai seguenti dati:

luce netta fra i piloni	m	8,00
altezza del diaframma per le due maggiori	»	9,40
massimo battente sulla soglia	»	9,00
altezza del diaframma della terza........	»	6,40
massimo battente	»	6,00

Ogni luce è chiusa da un diaframma costituito da una armatura di travi composte orizzontali, in lamiera di acciaio, atte a resistere alla spinta dell'acqua agente sulla parte a monte ricoperta con lamiera d'acciaio; le travi orizzontali sono fissate alle estremità a due travi verticali, di testata, che portano le ruote di scorrimento.

La tenuta del diaframma, sulla soglia, è assicurata a mezzo di una trave di legno bullonata al lembo inferiore del diaframma, combaciante, a paratoia chiusa, con una trave di ferro fissata con zanche al calcestruzzo della soglia; la tenuta laterale è invece realizzata mediante lamierino metallico flessibile.

Le paratoie sono equilibrate da contrappesi in cemento armato collocati posteriormente ai diaframmi.

Le passerelle per il sostegno dei meccanismi di sollevamento sono in ferro a traliccio e munite di opportuni dispositivi di appoggio sui piloni atti a preservare la muratura da sollecitazioni anormali.

I meccanismi di sollevamento sono ad argano diretto per la manovra delle paratoie e composti ciascuno di un servomotore rotativo, a pressione d'olio, collocato al centro di una trasmissione costituita da un albero con due ruote dentate situate alle estremità, che comandano le due catene « Gallè », che si attaccano alle paratoie ed ai contrappesi.

I servomotori sono comandati da due elettropompe e da una turbo-pompa, attraverso a due tubazioni di collegamento. Le due pompe rotative sono da 10 HP a 1200 giri e sono alimentate da due linee differenti.

La turbina idraulica costituisce una seconda riserva. Essa è a reazione, tipo Francis, ad asse verticale in camera forzata a spirale, costruita per una caduta di 15 metri e per una velocità di 600 giri. È collocata a quota 336,50, mentre la pompa rotativa è posta a quota 350 nella cabina costruita per le elettropompe in sinistra della diga sul piano della passerella.

La turbina può essere manovrata aprendo un'apposita saracinesca; può però essere innescata anche dall'acqua stramazzante sopra uno sfioratore posto a quota 347,40. Si ha in quest'ultimo caso un funzionamento pressochè automatico della turbo-pompa con apertura di quella paratoia che ad essa è collegata, con l'evidente vantaggio per il caso di ritardo nell'intervento del guardiano.

Passando alla paratoia autolivellatrice ricordo che essa è del tipo a settore con la parete convessa verso valle (v. fig. 5*b*). È in ferro, escluse la parete interna lungo il piano passante per l'asse e la trave di tenuta sul fondo che sono in legno.

La tenuta sui fianchi è realizzata a mezzo di guarnizioni in cuoio appositamente conciato.

Il funzionamento della paratoia può essere automatico, idraulico a mano e meccanico a mano.

La parete convessa verso valle, la parete piana esistente a monte ed i due paramenti delle pile adiacenti, vengono a costituire una cassa stagna nella quale entra l'acqua da un piccolo numero di fori della parete a monte. Uno sfioratore laterale mantiene costante in essa il livello dell'acqua.

Ne deriva pertanto che un piccolo alzamento del pelo del serbatoio, viene a creare una pressione dal basso all'alto che provoca l'apertura della paratoia; invece quando il pelo d'ac-

qua ritorna alla quota normale ossia alla quota del pelo nella cassa la paratoia resta in equilibrio.

La disposizione della paratoia è poi tale che la lama stramazzante a luce aperta è rivolta verso il basso, ottenendo così una completa aderenza di essa al paramento della diga.

Le paratoie dello scarico di fondo sono del tipo piano, a carrello di scorrimento, con ruote di grande diametro, costruite in lamiera di acciaio rinforzata da travi di ferro.

Le tenute laterali e superiori sono realizzate verso monte, dal lato opposto alla superficie muraria premuta dal diaframma e sono del tipo a lamierino.

Le due bocche a battente sono munite di scudi di protezione formati da grosse lamiere, ricurve sui fianchi, piane sul fondo e ancorate con zanche nella muratura.

I meccanismi di manovra sono a vite semplice con riduttori ad ingranaggi conici, con comando a mano o idrodinamico con servomotore a pressione d'olio.

L'attacco della paratoia alle aste è fatta in modo da prevederne il ricambio con manovra da eseguirsi in poche ore.

§ III – Forma dei paramenti e verifiche di stabilità.

Le sezioni trasversali della diga, in corrispondenza delle luci di deflusso delle acque di morbida e di piena, sono state disegnate tenendo presenti sia la funzione statica che la funzione idraulica della diga.

I calcoli statici — assunto il coefficiente $m = 3/4$ per le sottopressioni — hanno mostrato che essa presentava i necessari requisiti di stabilità, se, assunto il paramento a monte verticale, il paramento a valle si teneva inclinato in ragione di 0,80 di base per 1 di altezza e posto in posizione tale da incontrare idealmente il primo a m 1,25 sopra il livello di massimo invaso.

D'altra parte i calcoli idraulici hanno mostrato che era soddisfatta la condizione di aderenza della vena stramazzante al paramento a valle e si potevano ritenere eliminate le depressioni rispetto alla pressione atmosferica che si formerebbero se la vena fosse parzialmente staccata da esso.

I calcoli statici sono stati eseguiti supponendo indipendenti i diversi tronchi di diga, sia in corrispondenza delle pile che delle paratoie e ciò a favore della stabilità.

Gli sforzi principali a serbatoio pieno, che risultano dai calcoli eseguiti secondo il regolamento, sono sempre inferiori a 9 kg/cm², come risulta dalla seguente tabellina riassuntiva; quelli a serbatoio vuoto arrivano a 9,48 kg/cm² in corrispondenza di una pila.

Sforzi principali a serbatoio pieno con pelo d'acqua a quota 347 (in kg/cm²)

Tratto	Posizione	Prof. sotto q. 347 in m	σ_m a monte	σ'_m a monte con sotto-press.	σ'_v a valle
	al disotto della:				
I	soglia (338)	39	3,30	0,37	8,82
II	» (341)	38	3,40	0,55	8,90
III	paratoia automat. .	35	3,32	0,70	8,55
IV	pila	28	3,24	1,14	8,39

σ_m = sforzo principale a monte

σ'_m = » » » » diminuito della sottopressione 0,75 y

σ'_v = sforzo principale a valle.

Moltiplicando per il coefficiente di sicurezza 6 lo sforzo massimo di compressione (9,48) si ottiene un carico minimo di rottura per il calcestruzzo a 28 giorni pari a 57 km/cm² che è al disotto del limite di 80 km/cm² imposto dalle Norme, limite che è stato rispettato durante l'esecuzione come si dirà in seguito.

In merito alle parti metalliche osservo che esse sono state disegnate in modo da lavorare, con invaso alla quota 347, ad un carico massimo unitario di 850 kg/cm² di sezione netta per la carpenteria in ferro soggetta ad usura o ad urti e difficilmente ispezionabile e di kg 1000/cm² per le analoghe parti ed accessori, non soggette ad urti nè ad alterazioni.

§ IV – Diga provvisoria e galleria di deviazione.

È interessante accennare alle opere di deviazione del torrente fatte per potere eseguire i lavori; esse erano costituite da una diga provvisoria di deviazione, da una grande galleria e da una piccola controdiga.

Di tali opere riporto alcuni disegni e alcuni dati caratteristici nelle figure 8 e 9. Si trattava di deviare un torrente che ha raggiunto piene fino a 800 m³/sec e non si poteva pensare di eseguire opere proporzionate a tale portata. D'altra parte il limitare troppo le dimensioni della galleria avrebbe messo troppe volte in pericolo il cantiere della diga. Dopo ampia discussione si è scelta la portata di 170 m³/sec che corrispondeva alla morbida più elevata, se si escludevano le piene eccezionali, che si sono susseguite circa ogni 20 anni. I cantieri rimanevano così esposti solo a tali piene.

Le opere di deviazione sono state calcolate su questo dato fondamentale e col criterio di limitare le filtrazioni durante gli scavi, ponendo la diga provvisoria e quindi l'imbocco della galleria sufficientemente a monte della diga definitiva e lo sbocco notevolmente a valle.

In effetto si sono avute piene dell'ordine di 600 m³/sec nel maggio e nel novembre 1926 e nel novembre 1928. Quella del maggio 1926 ha preceduto l'inizio dei lavori; quella del novembre 1926, (quattro punte in un periodo di una ventina di giorni) si è avuta quando si era appena iniziato lo scavo del taglione della diga di deviazione; quella del novembre 1928 ha trovato la diga in avanzata costruzione così che ha potuto tracimarla senza creare danni di qualche importanza.

Durante il periodo più delicato di costruzione. e cioè durante gli scavi, la preparazione delle fondazioni e il getto della parte bassa della diga, si sono verificate soltanto morbide intorno ai 170 m³/sec, cosicchè solo una volta si è avuto un lieve sorpasso della diga provvisoria.

Altre due volte si è avuto il riempimento dello scavo per il rigurgito dell'acqua da valle.

Nel caso specifico si può quindi affermare che una galleria di deviazione costruita per una portata minore sarebbe stata di grave danno, mentre una di portata maggiore se non fosse arrivata a poter smaltire circa 600 m³/sec avrebbe evitato danni lievi.

La diga provvisoria costruita in gabbioni e col petto in calcestruzzo ha dato risultati ottimi (v. fig. 9). L'aver spinto il taglione fino a 4 metri sotto il letto del torrente e l'aver previsto un secondo taglione a valle di essa, ha limitato le filtrazioni a pochissimi litri al secondo anche a scavo completamente aperto.

La galleria di deviazione era tutta rivestita in calcestruzzo (v. fig. 8). Per limitare l'usura sul fondo, la platea era stata fatta con cemento granito e con sabbia scelta e per prudenza i piedritti erano stati fondati un metro sotto la platea.

Attraverso ad essa è passata, per oltre due anni, la portata liquida del Noce e tutta la portata solida, cioè sabbia, ghiaia e ciottoli di notevoli dimensioni.

La galleria è entrata in funzione nel mese di luglio 1927. Nell'agosto, settembre e ottobre dello stesso anno si sono avute tre morbide di 170 m³/sec. Nell'inverno 1927-1928 essa è stata visitata con un barcone e trovata in buone condizioni;

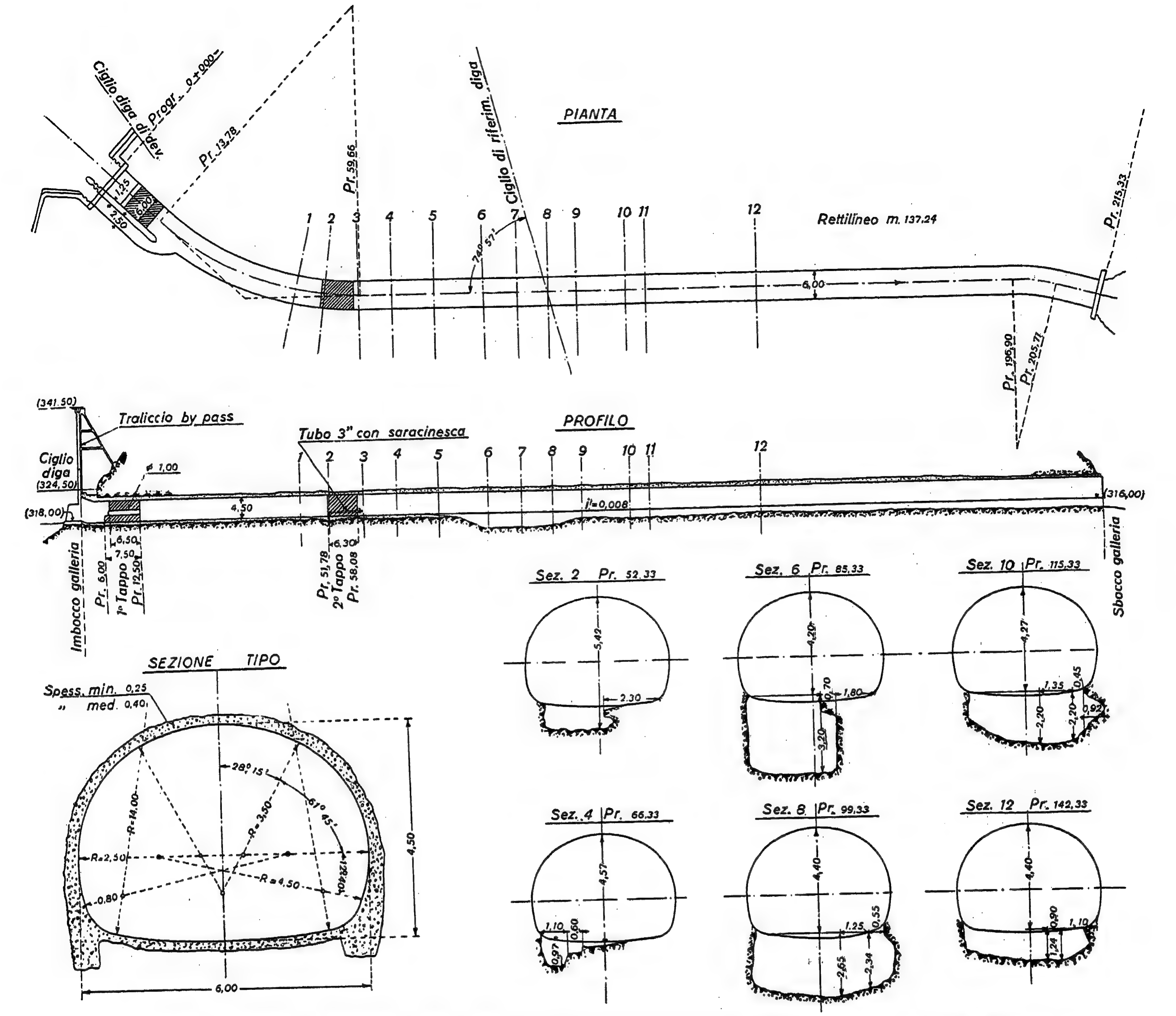


Fig. 8. - Galleria di deviazione con relativo imbocco e indicazione dei tappi di chiusura in calcestruzzo. Nelle sezioni è visibile l'incisione fatta dalle piene.

invece, le sponde del canale subito a valle dello sbocco, nel 1927 sono state tutte erose dal vortice che si era formato con la prima morbida, per effetto del brusco cambiamento di sezione allo sbocco della galleria.



Fig. 9. - Dighetta di deviazione in costruzione.

Nel 1928, oltre ad un paio di morbide, si è avuto il periodo piovoso dell'ottobre che è culminato nella piena del 1° novembre 1928 e durante il quale la galleria è entrata parecchie volte in carico, con un battente fino a 14-15 metri sopra il cielo all'imbocco. Si sono avute così velocità intorno a 12 m/sec e portate di oltre 300 m³/sec (fig. 10).

Chiusa la deviazione nel febbraio 1929 si è trovato che, durante le piene del 1928, l'acqua aveva eroso il fondo della galleria, asportando la platea in calcestruzzo ed incidendo la roccia sottostante fino ad arrivare alla profondità di 4 metri sotto il fondo stesso. La fig. 8 dà un'idea di tale erosione: essa è più accentuata, sia in profondità che in larghezza, verso lo sbocco, è quasi nulla nei pressi dell'imbocco, e nel tronco intermedio presenta qualche tratto di maggiore profondità.

Con tutta probabilità il vortice che si era formato allo sbocco della galleria è riuscito ad incidere la soglia, poi l'erosione è andata man mano arretrando fino a raggiungere le vistose proporzioni riscontrate alla chiusura della deviazione.

Che l'erosione sia avvenuta da valle lo confermerebbe anche il fatto che, in alcuni punti, la roccia è stata scavata sotto la platea in calcestruzzo, mentre quest'ultima è rimasta sospesa.

È da rimarcarsi il fatto che, tanto sulla volta quanto sui piedritti l'intonaco è stato trovato tutto in perfetto stato, senza alcuna scalfittura.

Per poter effettuare la chiusura della deviazione si erano previste all'imbocco due luci: la maggiore, munita di soli gargami, la minore chiudibile con due paratoie manovrabili da apposito piano sostenuto da una incastellatura in cemento armato (figura 11). La difficoltà da superare era in relazione alla notevole portata di magra del Noce (10-15 m³/sec) la quale, chiusa la deviazione, avrebbe rapidamente creato l'invaso fin sopra la soglia degli scarichi di fondo della diga.

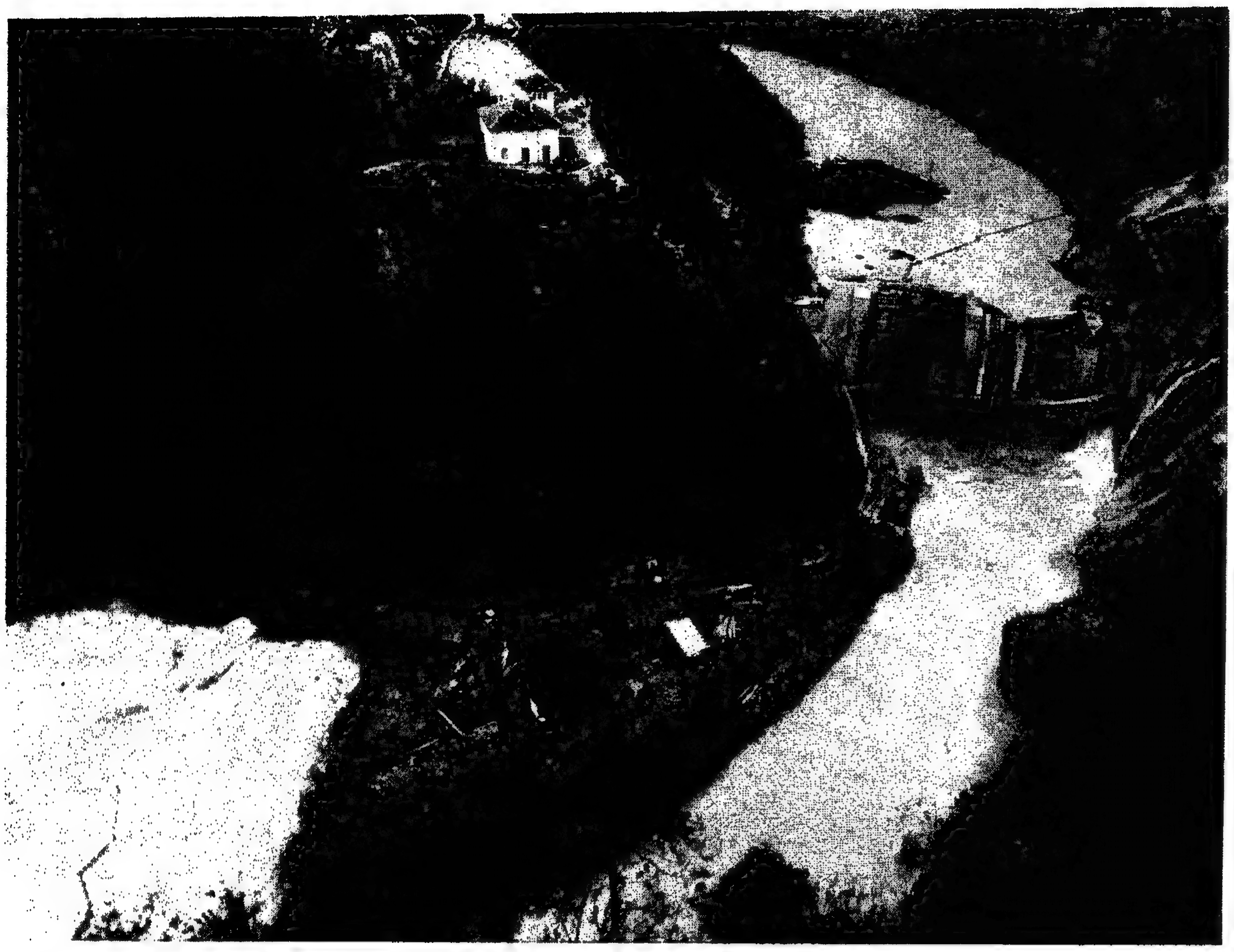


Fig. 10. - Piena del 1° novembre 1928. Da osservare la violenza con la quale l'acqua esce dalla galleria e l'aumento di galleggianti sopra l'imbocco della galleria. L'acqua tracima sulle luci di sghiaiamento.

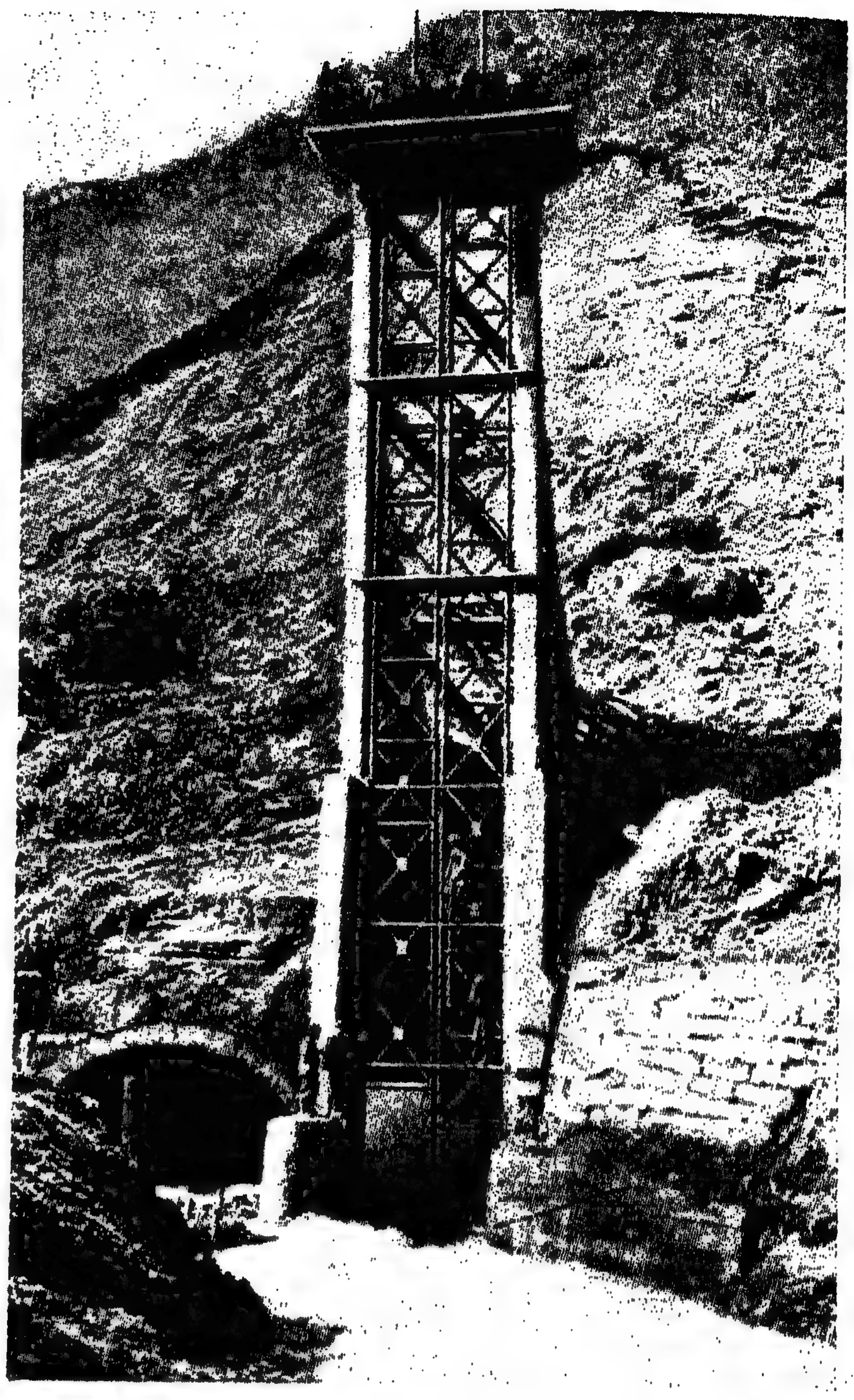


Fig. 11. - Imbocco della galleria di deviazione, con vista delle paratoie di chiusura della luce minore e relativa incastellatura in cemento armato portante i meccanismi di manovra.

Si è quindi proceduto, dapprima alla chiusura della luce maggiore, facendo passare tutta l'acqua attraverso la luce minore ed attraverso alla piccola galleria susseguente, che costituiva come una specie di by-pass.

La chiusura della luce maggiore è stata fatta con un tampone in calcestruzzo dello spessore di m 6,50, dopo aver protetto quel tratto di galleria a monte ed a valle con due ture appoggiate a gargami predisposti.

Si sono calate quindi le due paratoie di chiusura della galleria piccola e dopo constatato il buon funzionamento della diga, si è proceduto al getto di un tampone definitivo dello spessore di m 6,30, sufficientemente internato nella roccia, cioè alla progressiva $51.70 \div 58.00$.

Le due paratoie si sono perdute mentre si sono ricuperati i meccanismi, che sono stati poi utilizzati in altro manufatto dell'impianto.

§ V – Cantieri - Esecuzione dei lavori - Materiali da costruzione.

a) *Cantieri e cave.*

I cantieri sono stati installati nella località pianeggiante a 120 metri circa sopra il letto del torrente che si trova fra il ciglio del burrone e la strada nazionale proveniente da Mezzolombardo.

In tutta vicinanza si trova la stazione di Mollaro della linea tramviaria Trento-Malè, la quale ha servito per trasportare sul posto macchinari, materiali e cemento.

Altre installazioni di minore importanza, quali i compressori ecc., erano state create sui ghiaioni rimasti asciutti in conseguenza della deviazione. Una teleferica di buona potenzialità provvedeva al trasporto dall'alto al fondo del burrone di tutto quanto occorreva al cantiere in basso e, in parte, anche delle paratoie.

Come si è detto più sopra, la diga è costruita tutta in calcestruzzo, perchè mancava nelle vicinanze la possibilità di aprire una cava di pietrame adatto per simili costruzioni.

La sabbia e la ghiaia per il calcestruzzo si è trovata nei piani di Mollaro in corrispondenza del cantiere alto, piani che sono stati formati dai depositi alluvionali del Noce, il quale in epoche geologiche seguite al periodo glaciale, ha riempito tutta la valle fino a 120-150 metri sopra il letto attuale.

Il deposito alluvionale aveva però un eccesso notevole di sabbia e una piccola percentuale di ghiaia e ciottoli formata da micascisti decomposti.

Per il getto si è scelto il tipo di calcestruzzo fluido per poter eseguire la distribuzione con canali.

Date le caratteristiche del terreno e del banco alluvionale lo schema del cantiere è stato concretato nel modo che risulta dalla fig. 12 e coi particolari illustrati dalle figure 13, 14 e 15.

Il materiale alluvionale era scavato con un escavatore meccanico a noria (v. fig. 14), montato su binario, con braccio tale da poter eseguire lo scavo fino a 7 metri sopra e 6 metri sotto il piano del binario. Annessi all'escavatore c'erano i vagli che dividevano il materiale in sabbia, ghiaia e ciottoli; la parte della sabbia eccedente poteva così essere mandata subito a rifiuto.

Sabbia e ghiaia andavano in due primi silos, i ciottoli a un frantoio e di qui al silos della ghiaia. Dai silos la ghiaia passava attraverso a un grosso vaglio di m 6,50 di lunghezza e di m 1,50 di diametro munito internamente di squadre in ferro; tale vaglio aveva una funzione di disintegratore: in esso cioè la ghiaia

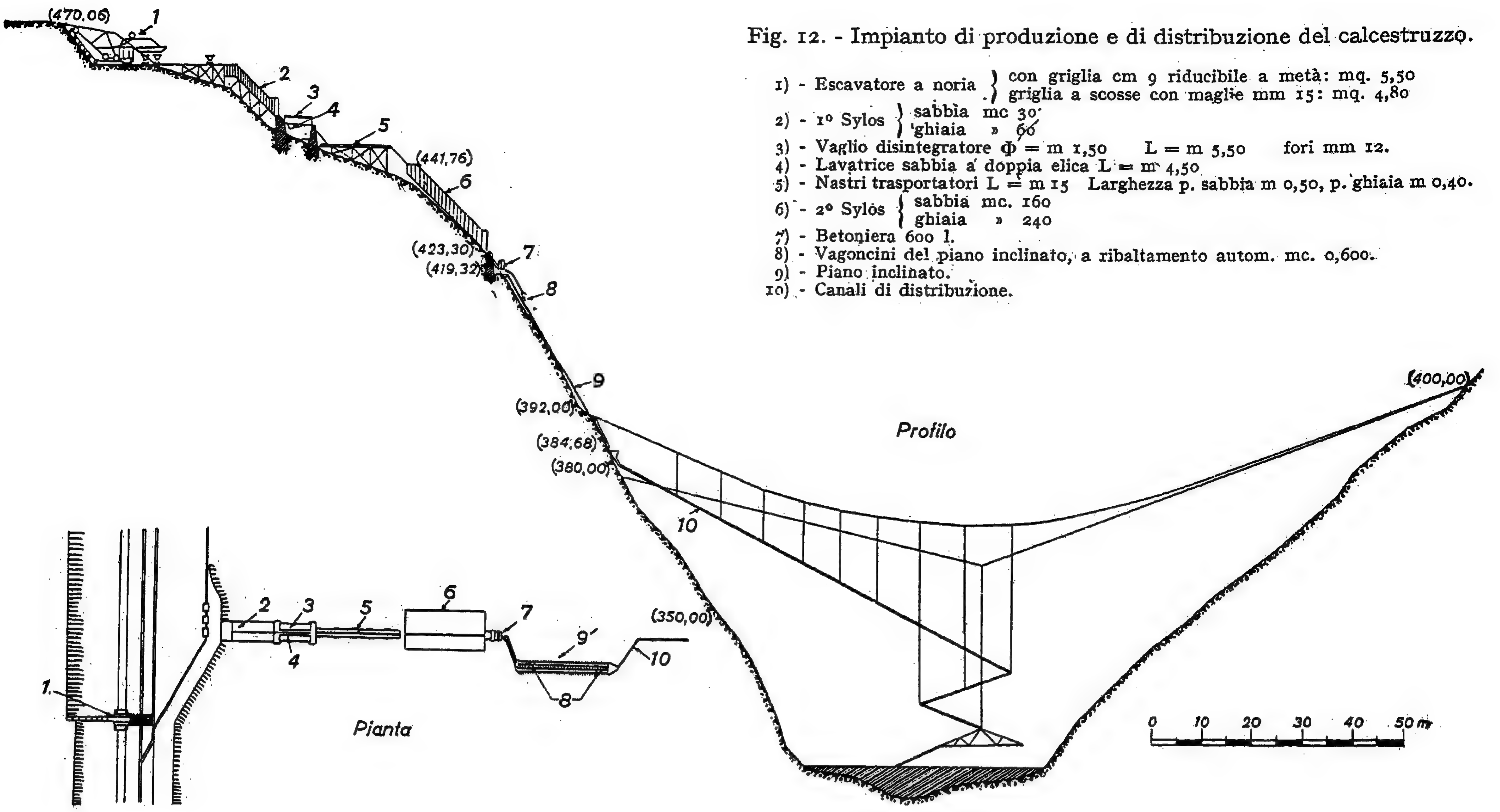


Fig. 12. - Impianto di produzione e di distribuzione del calcestruzzo.

1) - Escavatore a noria } con griglia cm 9 riducibile a metà: mq. 5,50; griglia a scosse con maglie mm 15: mq. 4,80
2) - 1° Sylos } sabbia mc 30; ghiaia » 60
3) - Vaglio disintegratore Φ = m 1,50 L = m 5,50 fori mm 12.
4) - Lavatrice sabbia a doppia elica L = m 4,50
5) - Nastri trasportatori L = m 15 Larghezza p. sabbia m 0,50, p. ghiaia m 0,40.
6) - 2° Sylos } sabbia mc. 160; ghiaia » 240
7) - Betoniera 600 l.
8) - Vagoncini del piano inclinato, a ribaltamento autom. mc. 0,600.
9) - Piano inclinato.
10) - Canali di distribuzione.

sana disintegrava i micascisti decomposti che passavano così attraverso i fori del vaglio e venivano eliminati. La sabbia invece veniva lavata con una lavatrice a doppia elica che portava la sabbia in contropendenza in direzione opposta a quella dell'acqua di lavaggio.

Dal vaglio e dalla lavatrice sabbia e ghiaia venivano trasportati con nastri di gomma a due silos successivi, ai quali facevano seguito i dosatori e la betoniera. Il cemento era situato in un deposito laterale alimentato da un piccolo piano inclinato; la vasca dell'acqua era alimentata da piccole sorgenti locali e da una pompa che sollevava l'acqua dal letto del torrente.

Dalla betoniera il calcestruzzo veniva versato a mezzo tramoggia in due vagonetti scorrenti alternativamente su di un piano inclinato a forte pendenza, ricavato sul fianco del burrone (fig. 13). Dai vagonetti il calcestruzzo veniva versato automaticamente in una tramoggia, dalla quale colava nei canali distributori del tipo Ransome, sostenuti da apposite funi metalliche tese fra le due sponde.

Per il trasporto delle grosse paratoie il piano inclinato che aveva servito per il calcestruzzo è stato prolungato in alto fino al piano superiore e in basso fino al ciglio della diga a quota 349, rimanendo poi come accesso principale per la diga finita.

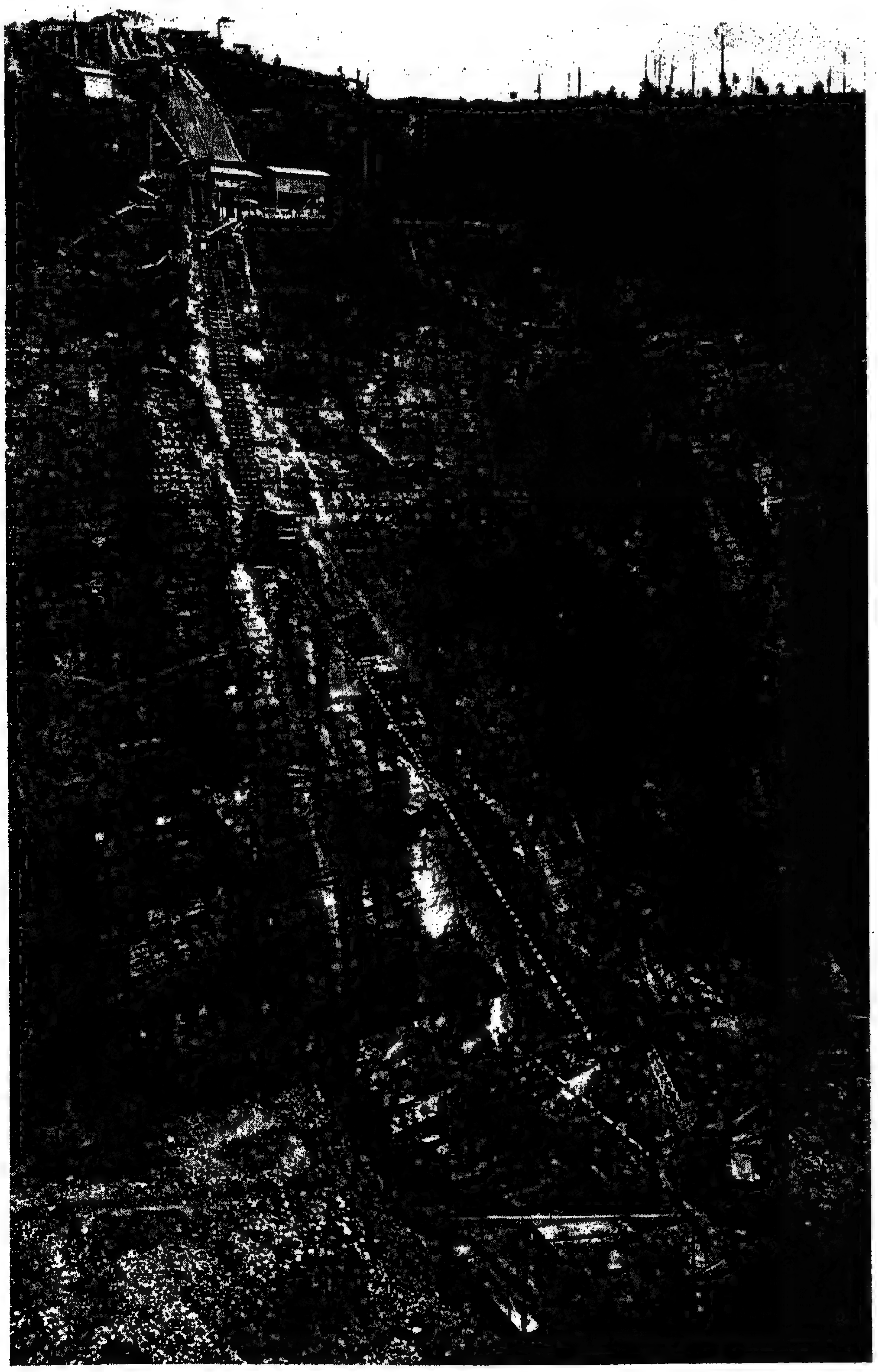


Fig. 13. - Vista di fronte del cantiere.

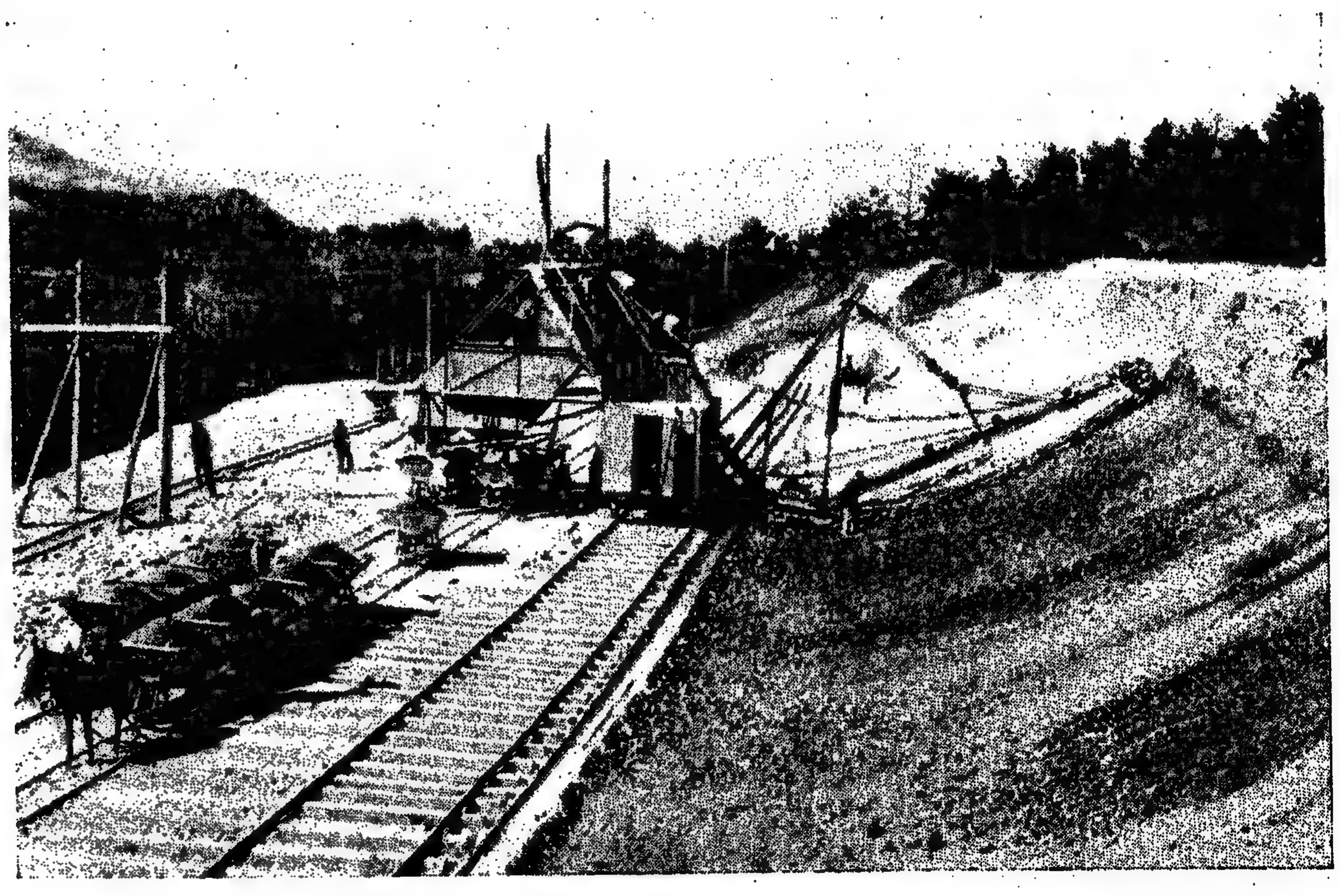


Fig. 14. - Escavatore a noria con vagli annessi.

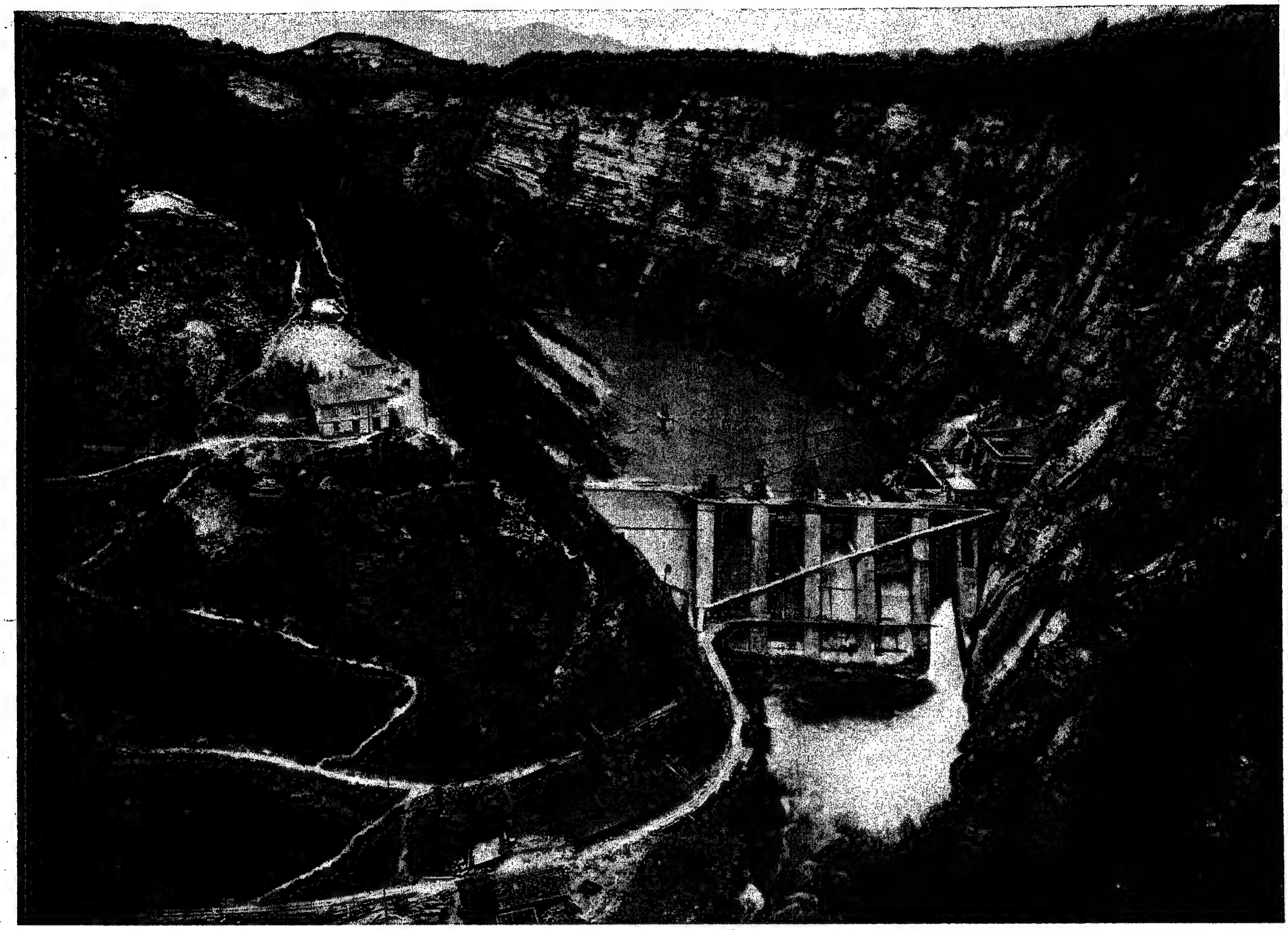


Fig. 15. - Vista generale della diga in costruzione, dei cantieri e della casa del guardiano.

b) *Scavi di fondazione.*

Lo scavo è stato affrontato in pieno all'aperto e su tutta la fondazione.

I sondaggi, eseguiti in sede di progetto, avevano già messo in evidenza che il materasso alluvionale aveva una potenza massima di 10 metri.

Sondaggi obliqui eseguiti poi con la sonda a diamante sotto il letto, avevano rilevato che su tutta la fondazione si aveva roccia compatta senza alcuna interruzione.

Lo scavo presentava notevoli difficoltà, perchè la parte alluvionale aveva una percentuale altissima di grossi ciottoli, difficilmente asportabili a mano (v. fig. 16). Si era tentato di eseguirlo con un escavatore a benna in acciaio a tre spicchi, simile a quelli che si usano per la demolizione dei moli dei porti.

Esso non ha però corrisposto allo scopo, perchè la benna non riusciva a penetrare oltre il primo strato di ciottoloni e risaliva semivuota.

Si è allora eseguito lo scavo servendosi del derrick dell'escavatore, come grue girevole. Il materiale veniva scavato e caricato su casse rettangolari a tre sponde. Con piccoli tronchi di binario le casse venivano portate nel raggio d'azione del derriek e da questo sollevate e scaricate in una tramoggia posta sulla sponda a quota tale da poter caricare direttamente i vagonetti, che andavano poi allo scarico trainati da una piccola locomotiva a benzina.

Oltre a tale mezzo il materiale veniva sollevato anche con un piano inclinato a valle e parzialmente con due piani provvisori a monte.

L'acqua di filtrazione era raccolta in due pozzi, situati a monte ed a valle. Come si è detto sopra, le buone disposizioni prese per la deviazione, unite ad una certa impermeabilità



Fig. 16. - Scavo del materiale alluvionale con grossi ciottoloni.

del banco alluvionale, hanno ridotto le filtrazioni a pochi litri al secondo e quindi hanno causato difficoltà di gran lunga minori di quelle previste e per fronteggiare le quali si era predisposta una ricca dotazione di elettropompe e assicurata la corrente mediante due linee elettriche indipendenti.

c) *Iniezioni e preparazione della sede per i getti.*

Raggiunta con lo scavo la roccia si è tolto il cappellaccio fino a trovare su tutto il fondo la roccia sana, che è stata opportunamente sistemata a gradoni.

Per rendere minime le travenazioni attraverso la roccia di fondazione della diga, sono state eseguite, prima dei getti, delle iniezioni a pressione con malta di cemento fluida, sia nelle discontinuità della roccia che a mezzo di fori eseguiti nella roccia stessa, col diametro di 75 mm in testa e di mm 50 in fondo e spinti a profondità variabili fra i 10 ed i 20 metri.

L'iniezione avveniva, appena eseguita con acqua la lavatura dei fori, mediante un dispositivo capace di forzare la miscela con una pressione di 7 ÷ 8 atmosfere. Ancora prima dell'inizio dei getti, la roccia costituente la sede della diga, già lavorata a gradoni in contropendenza, veniva scrupolosamente ripulita mediante spazzole metalliche e getti d'acqua e ricoperta nei tratti a pendenza forte di uno strato di gunite applicata con l'apposito apparecchio a getto.

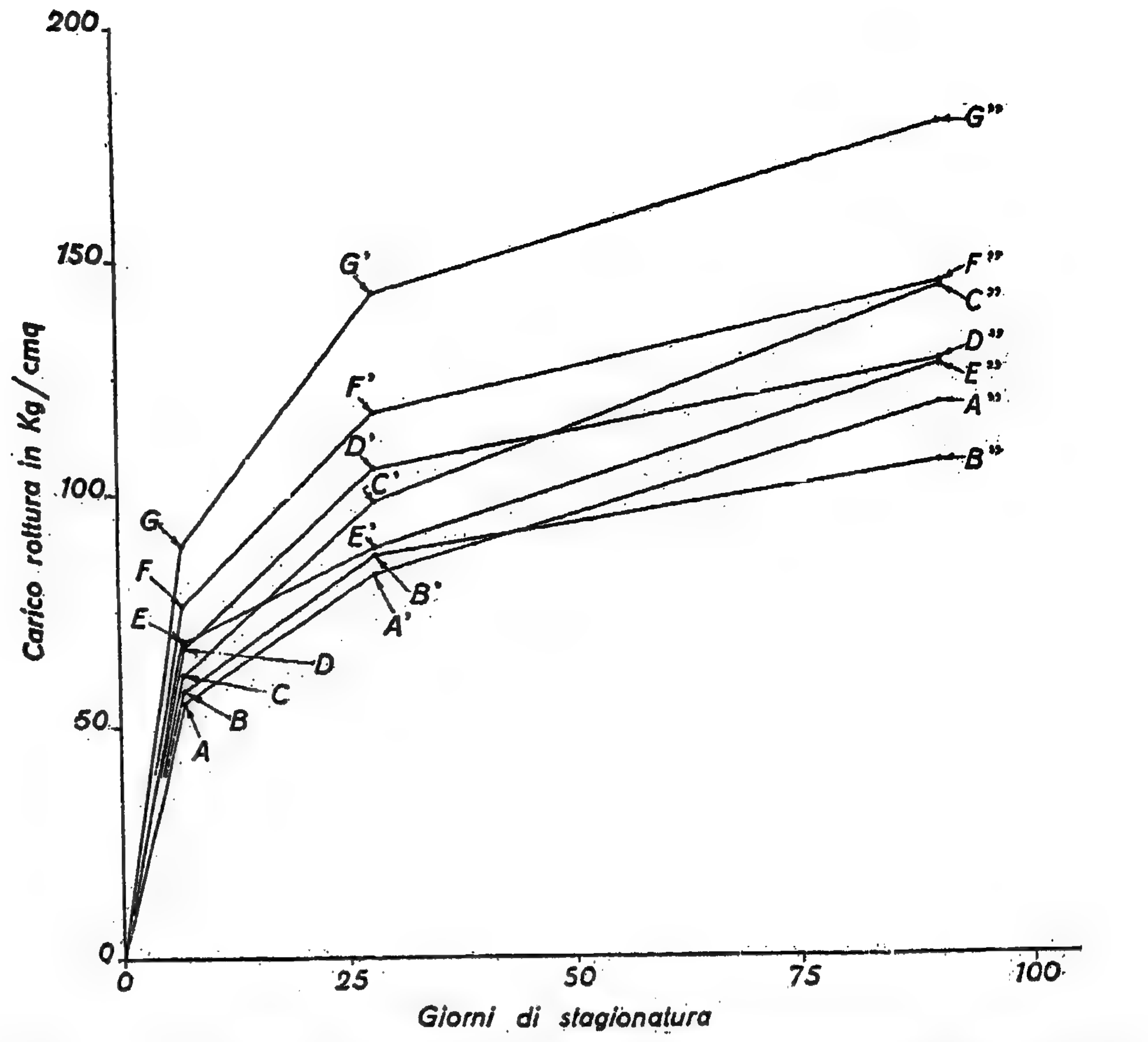


Fig. 18. - Diagrammi dei risultati di prova dei calcestruzzi (cfr. fig. 17).

A A' A" - Curva dei valori medi di resistenza trovati per il tipo di calcestruzzo N.° 4
B B' B" - » » » » » » » » » » » » » 2
C C' C" - » » » » » » » » » » » » » 3
D D' D" - » » » » » » » » » » » » » 7
E E' E" - » » » » » » » » » » » » » 5
F F' F" - » » » » » » » » » » » » » 6
G G' G" - » » » » » » » » » » » » » 1

d) *Notizie riguardanti il massiccio murario in calcestruzzo.*

Come agglomerante è stato impiegato il cemento Portland di 1ª qualità, della fabbrica di Trento e in piccola parte della fabbrica di Tassullo, garantito a 350 kg/cm² e poi a 400 kg/cm² per il corpo della diga, e di 2ª per il taglione e il petto della diga.

Gli aggregati costituenti il calcestruzzo sono stati dosati in modo da ottenere un conglomerato della massima impermeabilità e resistenza, compatibilmente con la necessità di ottenere una miscela di fluidità sufficiente per la colata attraverso ai canali.

La miscela più magra conteneva una quantità di cemento non inferiore ai 200 kg per metro cubo di conglomerato, mentre la media corrispondeva ad un impiego di 225 kg per m³.

Per il controllo dei calcestruzzi si è creato un apposito laboratorio annesso al cantiere, fornito degli apparecchi per le prove di resistenza e di permeabilità.

Il laboratorio ha eseguito dapprima tutto lo studio per la scelta della miglior composizione del calcestruzzo e ha controllato poi i getti mediante prelevamenti giornalieri.

I diagrammi delle figg. 17 e 18 dànno un'idea dei getti eseguiti con le varie dosature, del numero dei provini prelavati e provati, delle resistenze medie ottenute. Il numero di cubi sperimentati, che arriva in totale a 2195 su 40.000 m³ di calcestruzzo dà un'idea della cura con la quale è stato seguito il lavoro.

Si è presentato durante l'inverno 1927-1928 la opportunità di proseguire i getti anche con temperature sotto zero. Si trattava infatti di riempire le fondazioni nel periodo invernale di magra, prima che sopravvenisse il periodo primaverile, nel quale si potevano verificare anche piene che avrebbero avuto un effetto molto più disastroso se le fondazioni fossero rimaste ancora aperte.

Per poter eseguire tali getti si è provveduto al rivestimento dei silos della sabbia e della ghiaia, perchè il materiale non gelasse, con doppia parete in legno riempita di segatura. Si è provveduto inoltre al riscaldamento dell'acqua degli impasti a mezzo di una caldaia verticale: l'acqua era portata a 80° gradi

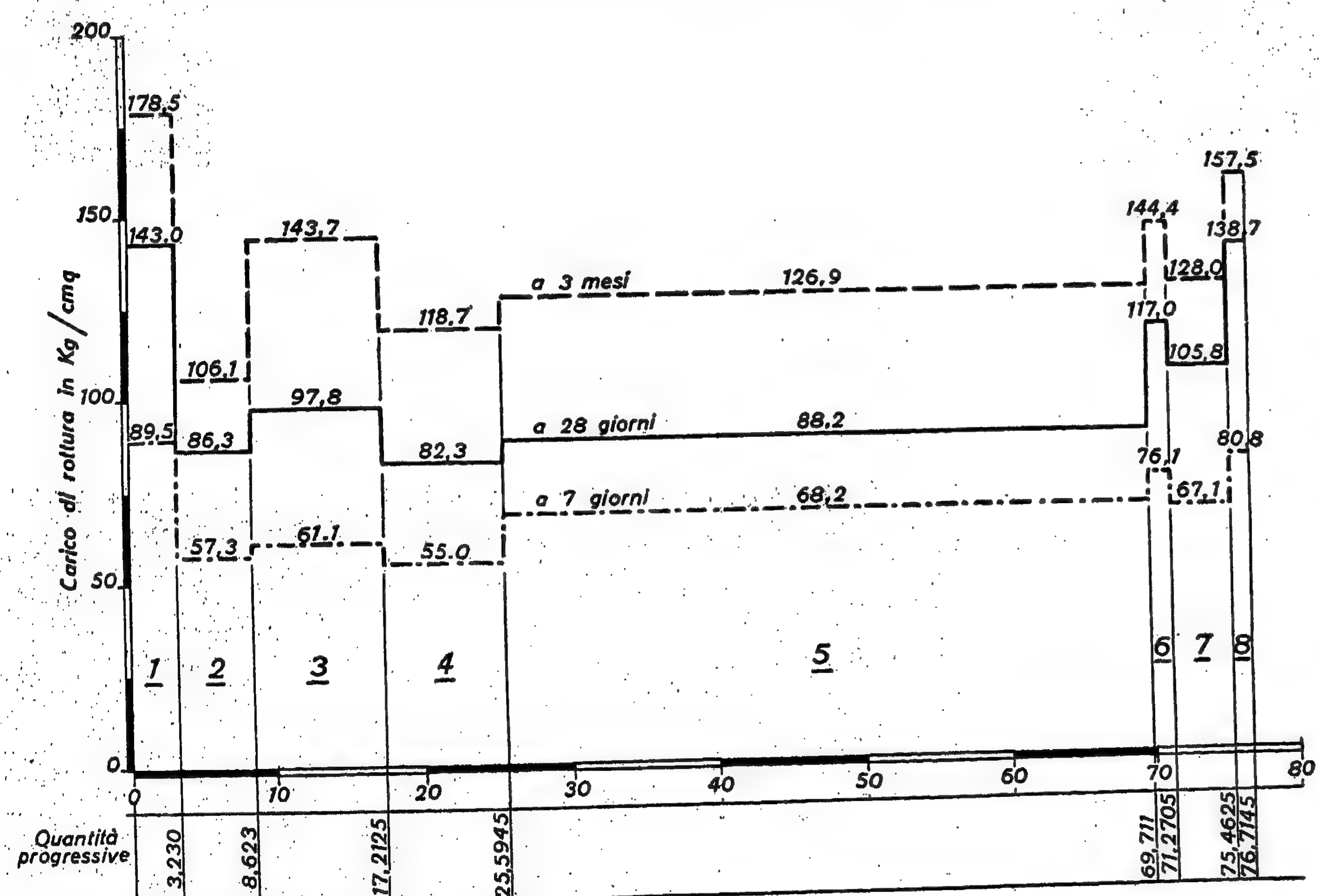


Fig. 17. - Risultati medi delle prove di resistenza alla compressione eseguite sui campioni di calcestruzzo prelevati durante la costruzione della diga.

LEGGENDA

Tipo di calcestruzzo N.°		Cemento dosatura kg/mc	Cemento qualità	Destinazione impasti	N.° cubi sperimentati a 7 giorni (16 cm)	a 28 giorni (20 cm)	a 3 mesi (16 cm)	Totale
1	50–50	350	2ª	Paramento a monte diga	36	37	36	109
2	50–50	200	2ª	Taglioni di guardia diga	58	58	56	172
3	40–60	250	2ª	Corpo diga 1ª dosatura	90	92	88	270
4	40–60	200	1ª	» » 2ª »	54	58	52	164
5	40–60	225	1ª	» » 3ª » .... Rivestimento opere di presa.	313	311	307	931
6	40–60	300	1ª	Rivestimento a valle diga, Travi opere di presa	80	79	80	239
7	40–60	250	1ª	Pile e passerelle diga, Solette opere di presa	79	79	76	234
8		speciale			25	26	25	76

circa, e con tale temperatura si otteneva anche con temperature esterne di 4-5 gradi sotto zero un calcestruzzo in diga con 10° sopra zero.

Coprendo i getti con stuoie o mantenendo caldi i casseri con piccole stufe si è ottenuto facilmente che la temperatura si



Fig. 19. - La diga nel giugno 1928.

mantenesse sopra zero fino all'inizio del fenomeno di presa, dopo di che il calore interno sviluppato era più che sufficiente a far proseguire ininterrotta la presa stessa.

Il costo di tali getti è superiore certo al normale, ma in casi speciali, come quello nostro, il beneficio compensa la spesa. Le difficoltà maggiori per eseguire i getti in tali condizioni derivano dalla provvista di sabbia e ghiaia che non si possono fare se almeno non si abbia qualche ora al giorno con temperatura sopra zero.

I due giunti di contrazione lasciati nella diga, alla distanza reciproca di 24 metri ed a 15÷20 metri dalle sponde, sono stati chiusi, verso monte, colando calcestruzzo negli appositi



Fig. 20. - La diga nella primavera 1929.

pozzetti, tre mesi dopo l'ultimazione del corpo principale e cioè nel mese di gennaio del 1929.

Detto corpo principale si è comportato bene, nessuna lesione si è verificata.

Nei pressi della sponda destra, invece, dove ci si è dovuti internare notevolmente nella roccia, col taglione, creando un diaframma continuo di 50 metri, si è avuta, dopo la messa in carico, una lesione (giacente pressochè in un piano normale al paramento a monte) dell'apertura di 5 mm. e situata alla distanza di circa 20 metri dal giunto destro. Essa è stata però agevolmente richiusa con iniezioni.

La fig. 19 rappresenta lo stato dei lavori nel giugno 1928, nella fig. 20 è rappresentata la diga pressochè ultimata (primavera 1929) e nella fig. 21 si vede la stessa completamente finita.

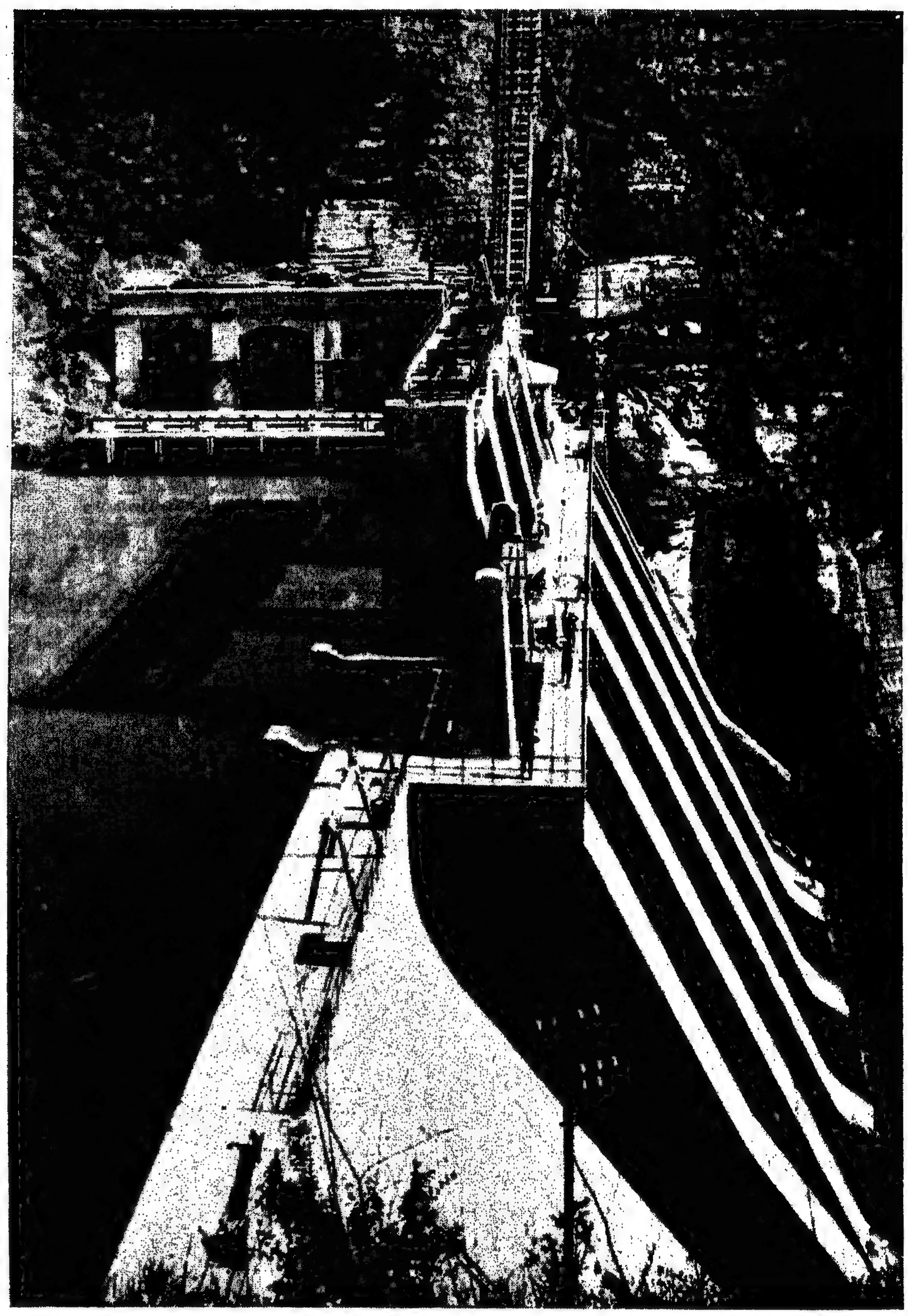


Fig. 21. - Vista della diga ultimata.

§ VI – Manufatto di presa dal torrente Noce.

Il manufatto di presa per 80 m³/sec è costruito sulla sponda sinistra del torrente in tutta adiacenza alla diga (v. fig. 22).

Data la costituzione della sponda lo spazio per l'erezione del manufatto è stato ricavato con ampio sbancamento su una lunghezza di circa 25 metri e una profondità di 12 metri.

La fronte dello sbancamento normale al ciglio di riferimento e di altezza variabile dai 15 ai 20 metri sul piano di fondazione del manufatto, è costituita da scaglia ed è rivestita in calcestruzzo di cemento contrastato verso l'interno del torrente da quattro barbacani di 2 metri di spessore, separanti le luci di presa; l'intervallo fra detti piloni risulta di metri 5,80.

Alla quota 348 si ha una serie di arcate colleganti i piloni

e portanti gli organi di manovra delle paratoie.

Superiormente il manufatto termina con un frontone portato da robusti archi di collegamento e di protezione generale dell'opera.

Nei tre intervalli esistenti tra i pilastri si hanno le luci di presa aventi ciascuna una sezione utile di m 2,50 × 3,00 con area complessiva di m² 22,50, lievemente superiore a quella della galleria di derivazione.

Ciascuna paratoia è posta col suo piede a m 11,50 sotto il livello di massimo invaso. Esse sono piane con appoggio su ruote di grande diametro e tenuta con lamierini; sono anch'esse manovrabili mediante sorvomotore idraulico. Le paratoie rimangono normalmente aperte perchè la galleria successiva è del tipo forzato.

Alle luci di presa fanno seguito tre cunicoli che si riuniscono nella galleria adduttrice.

Uno dei tre cunicoli è munito di un camino verticale destinato, sia all'uscita e alla rientrata dell'aria, sia all'accesso alla galleria a paratoie chiuse; esso è munito di scale di ferro fisse nella parte superiore e sollevabili nel tratto inferiore, che scende nel cunicolo.

Negli interpilastri corrispondenti alle luci di presa, trovano posto le griglie sottili a sacco, sollevabili con argano a servomotore idraulico, fino al livello del ponte di manovra dal quale viene fatta la pulitura.

Anteriormente alle griglie sottili a sacco si ha un piccolo bacino sghiaiatore destinato a trattenere e scaricare a valle i materiali solidi che passano dalle antistanti luci di presa.

Esso ha un'ampiezza di m 7,50 ed una lunghezza di m 22,50.

La parete del manufatto verso il torrente è costituita da una solida intelaiatura in calcestruzzo armato controventata da travi orizzontali poggianti contro i piloni e gli archi della struttura interna.

Inferiormente si ha una soglia a quota 336,50, nella quale i piloni delimitano sei luci di m 3,00 × 3,00.

L'area complessiva di dette luci è di m² 54.

Superiormente a dette luci un complesso di due travi e di una soletta delimitano assieme ai piloni una seconda serie di luci con soglia alla quota 342,50.

Scopo dei due ordini di luci è il seguente:

In tempo di morbida o di piena, quando si debba derivare una portata minore di quella defluente nel torrente, la derivazione avviene dalle luci superiori, chiudendosi quelle inferiori.

Quando invece sia minima la portata del torrente occorre tenere aperte le luci inferiori onde potere eseguire la derivazione anche con completo svaso del serbatoio a monte; in tali condizioni la derivazione avviene da tutte e due le serie di luci o soltanto da quelle inferiore.

La struttura in calcestruzzo armato costituente il corpo del manufatto è largamente dimensionata rispetto agli sforzi statici cui è soggetta e ciò per tener conto delle azioni dinamiche dovute a corpi galleggianti.

Il fondo della camera dello sghiaiatore è opportunamente sistemato con una pendenza verso la luce di scarico onde consentire il trascinamento dei materiali solidi ivi depositati.

Le luci superiori sono seguite da griglie sottili e precedute da griglioni in ferri profilati, che hanno lo scopo di proteggere il manufatto dall'urto dei corpi galleggianti.

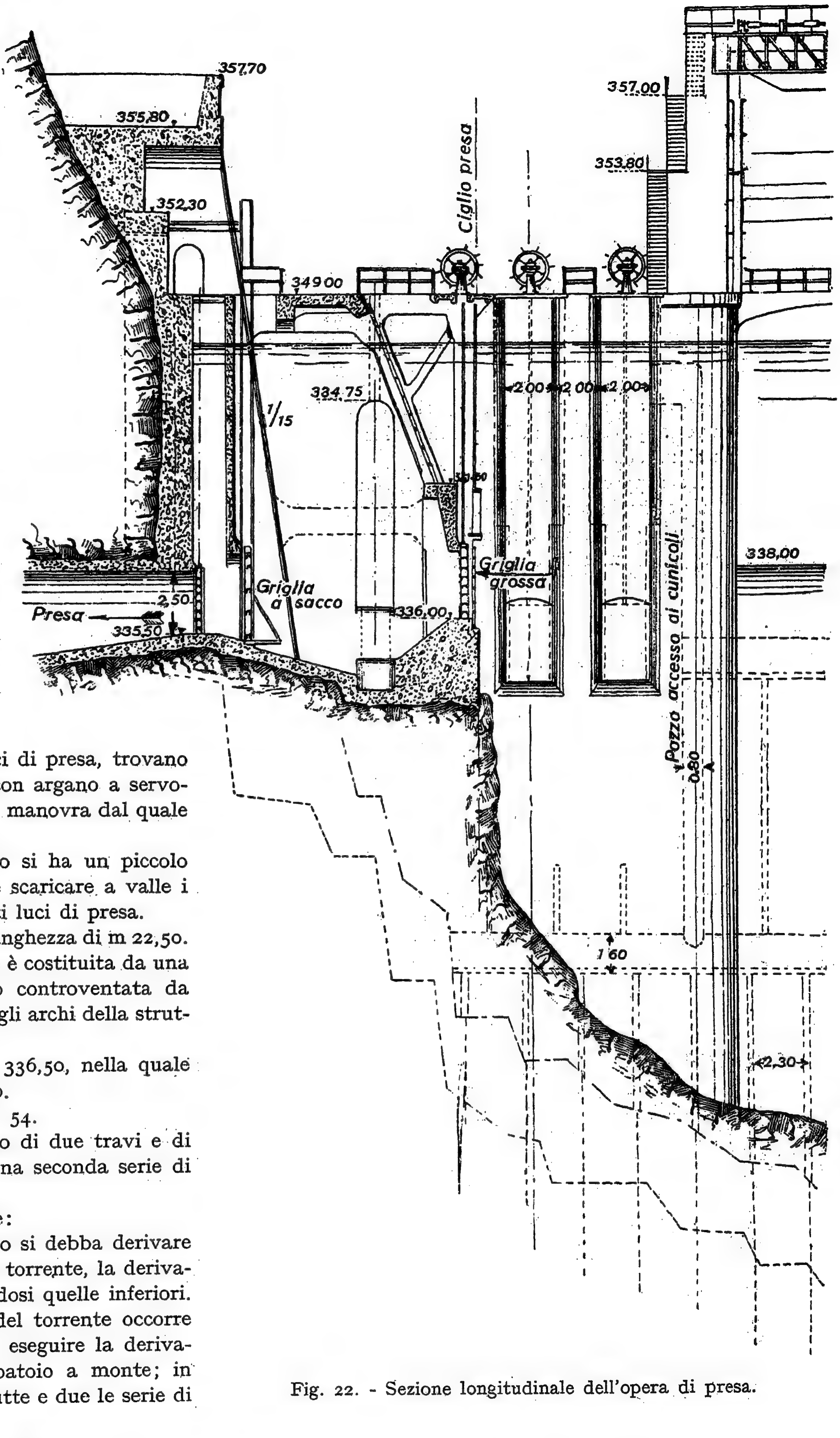


Fig. 22. - Sezione longitudinale dell'opera di presa.

e) *Creazione del massimo invaso.*

Nell'autunno 1929 la diga è stata messa in carico fino a raggiungere col pelo d'acqua la quota massima 347.

Essa ha corrisposto allo scopo sia nelle parti murarie che in quelle metalliche.

Le fughe d'acqua, fin dall'inizio sono state solo di frazione di litro al secondo.

Ing. Bruno Bonfioli.

INGG. CARLO PALESTRINO E C. CAMINITI
DELLA SOC. IDROELETTRICA PIEMONTE

Determinazione delle cadute di tensione nei trasformatori a tre avvolgimenti

I trasformatori a tre avvolgimenti, che ogni giorno più contano nuove applicazioni nella pratica, hanno caratteristiche di funzionamento piuttosto complesse, che mal si prestano ad essere rappresentate mediante diagrammi analoghi a quelli in uso per i trasformatori a due avvolgimenti. La presenza del terziario genera nelle relazioni che rappresentano il funzionamento della macchina una nuova variabile indipendente, e le ordinarie espressioni risolutive diventano quindi assai complicate e difficilmente rappresentabili mediante diagrammi semplici.

Gli studî apparsi sull'argomento, quando non riguardano particolari condizioni di funzionamento o macchine di determinato tipo, conducono a risultati di applicazione pratica non sempre facile, mentre ricorrono talvolta a grandezze fittizie, prive di un significato fisico ben definito e di determinazione necessariamente imprecisa.

Viceversa dal punto di vista dell'esercizio, un dato che ha molta importanza, e che occorre con speditezza poter ricavare, è il valore della caduta di tensione, per carichi diversi con sfasamenti diversi. Noi ci proponiamo di mettere in evidenza come le cadute di tensione, per lo meno in casi particolari, si possano rappresentare mediante diagrammi analoghi a quelli in uso per i trasformatori a due avvolgimenti, e come da questi diagrammi si possa con tutta facilità ricavare i valori cercati.

Indichiamo con:

- $\mathcal{E}_1$, $\mathcal{E}_2$, $\mathcal{E}_3$ i vettori che rappresentano le tensioni ai morsetti dei tre avvolgimenti, primario secondario e terziario rispettivamente;
- V_1, V_2, V_3 le ampiezze di detti vettori;
- J_1, J_2, J_3 i vettori che rappresentano le correnti nei tre avvolgimenti;
- I_1, I_2, I_3 le ampiezze di questi vettori;
- φ_1, φ_2, φ_3 i loro spostamenti angolari sulle rispettive tensioni (positivi se indicano un ritardo, negativi se indicano un anticipo);
- r_1, r_2, r_3 le resistenze ohmiche dei tre avvolgimenti;
- λ_1, λ_2, λ_3 le reattanze di autoinduzione relative alla saturazione normale; cioè corrispondente al funzionamento a tensione normale;
- Z_1, Z_2, Z_3 le impedenze;
- m_{12}, m_{13}, m_{23} le reattanze di mutua induzione rispettivamente tra primario e secondario, primario e terziario, secondario e terziario, riferite alla saturazione normale.

È noto che le tensioni e le correnti dei tre avvolgimenti sono legate tra di loro, attraverso i parametri caratteristici degli avvolgimenti stessi, da un sistema di equazioni, che colle notazioni sopra stabilite si può scrivere:

$$\left\{\begin{aligned} \mathcal{E}_1 &= Z_1 J_1 + j\, m_{12} J_2 + j\, m_{13} J_3 \\ \mathcal{E}_2 &= j\, m_{12} J_1 + Z_2 J_2 + j\, m_{23} J_3 \\ \mathcal{E}_3 &= j\, m_{13} J_1 + j\, m_{23} J_2 + Z_3 J_3 \end{aligned}\right. \qquad (1)$$

Sottraendo successivamente la seconda e la terza equazione dalla prima otteniamo:

$$\mathcal{E}_1 - \mathcal{E}_2 = J_1 (Z_1 - j\, m_{12}) - J_2 (Z_2 - j\, m_{12}) + J_3 (j\, m_{13} - j\, m_{23}) \qquad (2)$$

$$\mathcal{E}_1 - \mathcal{E}_3 = J_1 (Z_1 - j\, m_{13}) + J_2 (j\, m_{12} - j\, m_{23}) - J_3 (Z_3 - j\, m_{13}) \qquad (3)$$

che rappresentano rispettivamente le differenze tra le tensioni primaria e secondaria e primaria e terziaria.

Queste due espressioni sono suscettibili di applicazione pratica immediata quando si riesca a determinare con esattezza il valore dei coefficienti entro parentesi.

Vediamo quindi come sia possibile esprimere detti coefficienti mediante i soli dati ricavabili dalle misure di collaudo.

Indichiamo con:

- X_{12} la reattanza di dispersione totale tra primario e secondario;
- X_{13} » » » » » » » » terziario;
- X_{23} » » » » » » secondario e terziario;
- X'_{12} quella parte di X_{12} che compete al circuito primario;
- X''_{12} » » » X_{12} » » » secondario;
- X'_{13}, X'''_{13}, X''_{23}, X'''_{23} le analoghe grandezze relative alle reattanze di dispersione tra primario e terziario e tra secondario e terziario;
- n_1, n_2, n_3 i numeri di spire di ciascuno dei tre avvolgimenti.

Supposto di alimentare il primario con una tensione E_0, mentre il secondario è chiuso in c. c. ed il terziario è aperto, si può scrivere (1):

$$X'_{12} = \frac{E_0 - 2\, r_1 I_1 \cos\varphi_1 - \dfrac{1}{E_0}\left\{\left(\dfrac{n_1}{n_2} r_2 I_2\right)^2 - (r_1 I_1)^2\right\}}{2\, I_1 \operatorname{sen}\varphi_1}$$

Se $\varphi_1 = 90^\circ$, cioè se la resistenza ohmica degli avvolgimenti è trascurabile rispetto alle reattanze di dispersione, risulta:

$$X'_{12} = \frac{E_0}{2\, I_1}$$

La parte relativa all'avvolgimento secondario risulta in questo caso dalla relazione:

$$I_2\, X''_{12} = I_1\, X'_{12}\, \frac{n_2^2\, I_2}{n_1^2\, I_1}$$

ovvero:

$$X''_{12} = X'_{12}\, \frac{n_2^2}{n_1^2}$$

Analoghe relazioni valgono per X'_{13}; X'''_{13}; X''_{23}; X'''_{23}.

Si ha quindi che, mediante la semplice prova di c. c. è possibile determinare le reattanze di dispersione proprie di ogni avvolgimento sopra definite. Infatti il valore X_{12} non è altro che il valore della reattanza fra primario e secondario che si ricava facilmente facendo una prova di c. c. fra primario e secondario, col terziario aperto.

(1) G. GRASSI. - Atti A.E.I., 1900-1901.

Per esprimere i coefficienti delle equazioni (2) e (3) in funzione delle X basta riflettere che:

$$Z_1 - j\, m_{12} = r_1 + j\,(\lambda_1 - m_{12})$$

e che $(\lambda_1 - m_{12})$ non è altro che la reattanza relativa a quella parte di flusso disperso tra primario e secondario che compete al circuito primario.

Cioè, in altri termini:

$$\lambda_1 - m_{12} = X'_{12}$$

Analogamente si ha:

$$\lambda_3 - m_{13} = X'''_{13}$$
$$\lambda_3 - m_{23} = X'''_{23}$$

da cui si ricava:

$$m_{13} - m_{23} = X'''_{23} - X'''_{13}$$

Trasformando a questo modo tutti i coefficienti delle equazioni (2) e (3) e sostituendo, si ottiene:

$$\mathcal{E}_1 - \mathcal{E}_2 = J_1\,(r_1 + j\,X'_{12}) - J_2\,(r_2 + j\,X''_{12}) - - j\,J_3\,(X'''_{13} - X'''_{23}) \qquad (4)$$

$$\mathcal{E}_1 - \mathcal{E}_3 = J_1\,(r_1 + j\,X'_{13}) - j\,J_2\,(X''_{12} - X''_{23}) - - J_3\,(r_3 + j\,X'''_{13}) \qquad (5)$$

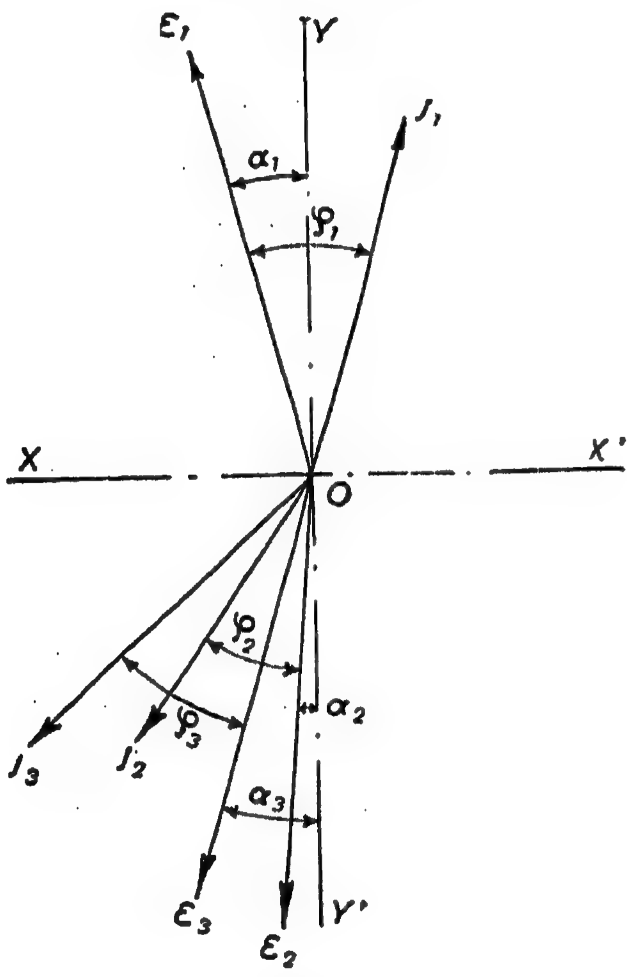


Fig. 1.

Esprimiamo adesso i vettori J_1, J_2, J_3 in funzione delle loro ampiezze e dei loro angoli di fase e sostituiamo le relazioni nelle (4) e (5). Con le notazioni della fig. 1, scegliendo come direzioni fondamentali OY per i coefficienti reali ed OX per quelli immaginari, abbiamo:

$$\left.\begin{aligned} J_1 &= I_1 \cos(\varphi_1 - \alpha_1) - j\, I_1 \,\text{sen}\,(\varphi_1 - \alpha_1) \\ J_2 &= - I_2 \cos(\varphi_2 + \alpha_2) + j\, I_2 \,\text{sen}\,(\varphi_2 + \alpha_2) \\ J_3 &= - I_3 \cos(\varphi_3 + \alpha_3) + j\, I_3 \,\text{sen}\,(\varphi_3 + \alpha_3) \end{aligned}\right\} \qquad (6)$$

$$\begin{aligned} \mathcal{E}_1 - \mathcal{E}_2 = I_1 & \left\{ r_1 \cos(\varphi_1 - \alpha_1) + X'_{12} \,\text{sen}\,(\varphi_1 - \alpha_1) \right\} + \\ & + I_2 \left\{ r_2 \cos(\varphi_2 + \alpha_2) + X''_{12} \,\text{sen}\,(\varphi_2 + \alpha_1) \right\} + \\ & + I_3 \left\{ (X'''_{13} - X'''_{23}) \,\text{sen}\,(\varphi_3 + \alpha_3) \right\} + \\ & + j \left\{ I_1 \left[X'_{12} \cos(\varphi_1 - \alpha_1) - r_1 \,\text{sen}\,(\varphi_1 - \alpha_1) \right] + \right. \\ & + I_2 \left[X''_{12} \cos(\varphi_2 + \alpha_2) - r_2 \,\text{sen}\,(\varphi_2 + \alpha_2) \right] + \\ & \left. + I_3 \,(X'''_{13} - X'''_{23}) \cos(\varphi_3 + \alpha_3) \right\} \end{aligned} \qquad (7)$$

$$\begin{aligned} \mathcal{E}_1 - \mathcal{E}_3 = I_1 & \left\{ r_1 \cos(\varphi_1 - \alpha_1) + X'_{13} \,\text{sen}\,(\varphi_1 - \alpha_1) \right\} + \\ & + I_2 \left\{ X''_{12} - X''_{23} \right\} \text{sen}\,(\varphi_2 + \alpha_2) + I_3 \\ & \left\{ r_3 \cos(\varphi_3 + \alpha_3) + X'''_{13} \,\text{sen}\,(\varphi_3 + \alpha_3) \right\} + \\ & + j \left\{ I_1 \left[X'_{13} \cos(\varphi_1 - \alpha_1) - r_1 \,\text{sen}\,(\varphi_1 - \alpha_1) \right] + \right. \\ & + I_2 \left[(X''_{12} - X''_{23}) \cos(\varphi_2 + \alpha_2) \right] + \\ & \left. + I_3 \left[X'''_{13} \cos(\varphi_3 + \alpha_3) - r_3 \,\text{sen}\,(\varphi_3 + \alpha_3) \right] \right\} \end{aligned} \qquad (8)$$

Dall'esame di queste equazioni si comprende come infiniti possono essere i casi che si presentano nella pratica corrispondentemente alle varie condizioni di carico sui tre avvolgimenti e con sfasamenti di diverso valore.

In questa comunicazione, ci limitiamo a considerare le applicazioni pratiche delle espressioni (7) ed (8) al caso in cui la corrente J_3 sia in quadratura ed in anticipo con la rispettiva tensione, mentre ci proponiamo di pubblicare prossimamente alcune deduzioni inerenti alle cadute di tensione ed alla ripartizione delle potenze nel funzionamento generico del trasformatore. Il caso da noi preso in esame è uno dei più comuni nella pratica, e cioè quello corrispondente al funzionamento di un sincrono correttore di fase e regolatore di tensione, allacciato al terziario e sovraeccitato per prender carico capacitivo.

Costruzione del diagramma pratico.

Supposta la corrente I_3 in quadratura ed in anticipo rispetto alla propria tensione, e trascurando la corrente magnetizzante e l'angolc α_3, che in queste condizioni è certamente esiguo, possiamo scrivere (fig. 2):

$$\left.\begin{aligned} I_1 \cos(\varphi_1 - \alpha_1) &= I_2 \cos(\varphi_2 + \alpha_2) \\ I_1 \,\text{sen}\,(\varphi_1 - \alpha_1) &= \text{sen}\,(\varphi_2 + \alpha_2) - I_3 \end{aligned}\right\} \qquad (9)$$

Con queste sostituzioni, le (7) ed (8) diventano:

$$\begin{aligned} \mathcal{E}_1 - \mathcal{E}_2 = I_2 & \left\{ (r_1 + r_2) \cos(\varphi_2 + \alpha_2) + (X'_{12} + X''_{12}) \,\text{sen}\,(\varphi_2 + \alpha_2) + \right. \\ & \left. + j \left[(X'_{12} + X''_{12}) \cos(\varphi_2 + \alpha_2) - (r_1 + r_2) \,\text{sen}\,(\varphi_2 + \alpha_2) \right] \right\} - \\ & - I_3 \,(X'''_{13} - X'''_{23} + X'_{12} - j\, r_1) \end{aligned} \qquad (10)$$

$$\begin{aligned} \mathcal{E}_1 - \mathcal{E}_3 = I_2 & \left\{ r_1 \cos(\varphi_2 + \alpha_2) + (X'_{13} + X''_{12} - X''_{23}) \,\text{sen}\,(\varphi_2 + \alpha_2) + \right. \\ & \left. + j \left[(X'_{13} + X''_{12} - X''_{23}) \cos(\varphi_2 + \alpha_2) - r_1 \,\text{sen}\,(\varphi_2 + \alpha_2) \right] \right\} - \\ & - I_3 \left[X'''_{13} + X'_{12} - j\,(r_1 + r_3) \right] \end{aligned} \qquad (11)$$

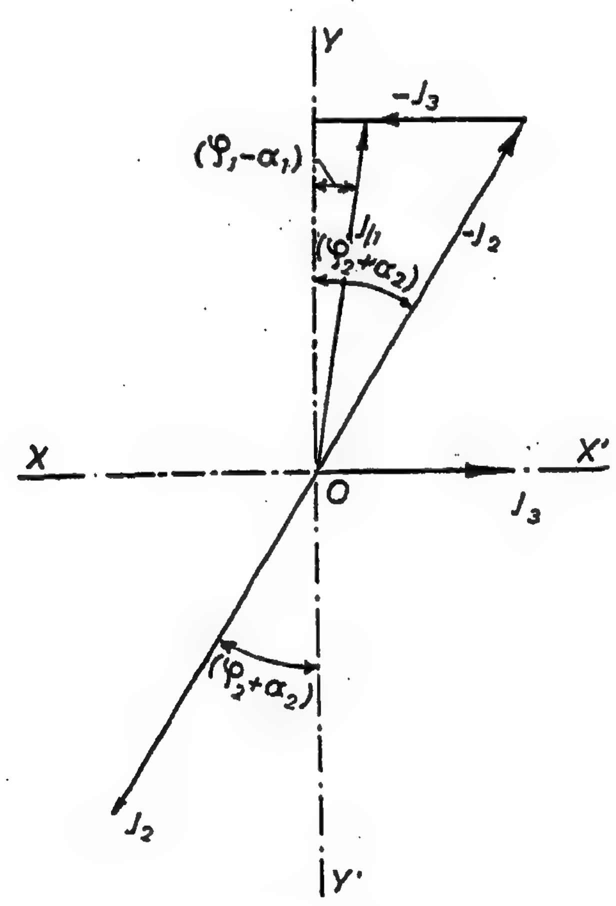


Fig. 2

Osserviamo adesso che quando si ha la differenza tra due vettori espressa in termini complessi (fig. 3):

$$\mathcal{E}_1 - \mathcal{E}_2 = a + j\,b$$

si può scrivere, indicando con V_1 e V_2 le ampiezze dei vettori:

$$\frac{V_1 - V_2}{V_1} = \frac{a}{V_1} + \frac{1}{2}\left(\frac{b}{V_1}\right)^2 + \frac{1}{2} \cdot \frac{3}{4} \cdot \frac{1}{3}\left(\frac{b}{V_1}\right)^4 + \ldots$$

Quindi, se ci fermiamo al secondo termine della serie e poniamo:

$$\frac{V_1 - V_2}{V_1} \times 100 = \varepsilon_{.2} = \text{caduta di tensione percentuale tra primario e secondario;}$$

$$\frac{V_1 - V_3}{V_1} \times 100 = \varepsilon_{.3} = \text{caduta di tensione percentuale tra primario e terziario;}$$

$$\frac{I_2\,(r_1 + r_2)}{V_1} \times 100 = \varepsilon'_{12}$$

$$\frac{I_2\,r_1}{V_1} \times 100 = \varepsilon'_1$$

$$\frac{I_3\,(r_1 + r_3)}{V_1} \times 100 = \varepsilon'_{13}$$

$$\frac{I_2\,(X'_{12} + X''_{12})}{V_1} \times 100 = \varepsilon''_{12}$$

$$\frac{I_3\,(X'''_{13} + X'_{12} - X'''_{23})}{V_1} \times 100 = \varepsilon''_{123}$$

$$\frac{I_2\,(X'_{13} + X''_{12} - X''_{23})}{V_1} \times 100 = \varepsilon''_{132}$$

$$\frac{I_3\,(X'''_{13} + X'_{13})}{V_1} \times 100 = \varepsilon''_{13}$$

trascurando i termini piccolissimi $j\,I_3\,r_1$ e $j\,I_3\,(r_1 + r_3)$ le (10) e (11) forniscono:

$$\varepsilon_{.2} = \frac{I_3}{I_2}\varepsilon''_{123} \left\{ \varepsilon'_{12}\cos(\varphi_2 + \alpha_2) + \varepsilon''_{12}\,\text{sen}\,(\varphi_2 + \alpha_2) + \right.$$
$$\left. + \frac{1}{200}\left[\varepsilon''_{12}\cos(\varphi_2 + \alpha_2) - \varepsilon'_{12}\,\text{sen}\,(\varphi_2 + \alpha_2)\right]^2 \right\} \quad (12)$$

$$\varepsilon_{.3} = \frac{I_3}{I_2}\varepsilon''_{13} \left\{ \varepsilon'_1\cos(\varphi_2 + \alpha_2) + \varepsilon''_{132}\,\text{sen}\,(\varphi_2 + \alpha_2) + \right.$$
$$\left. + \frac{1}{200}\left[\varepsilon''_{132}\cos(\varphi_2 + \alpha_2) - \varepsilon'_1\,\text{sen}\,(\varphi_2 + \alpha_2)\right]^2 \right\} \quad (13)$$

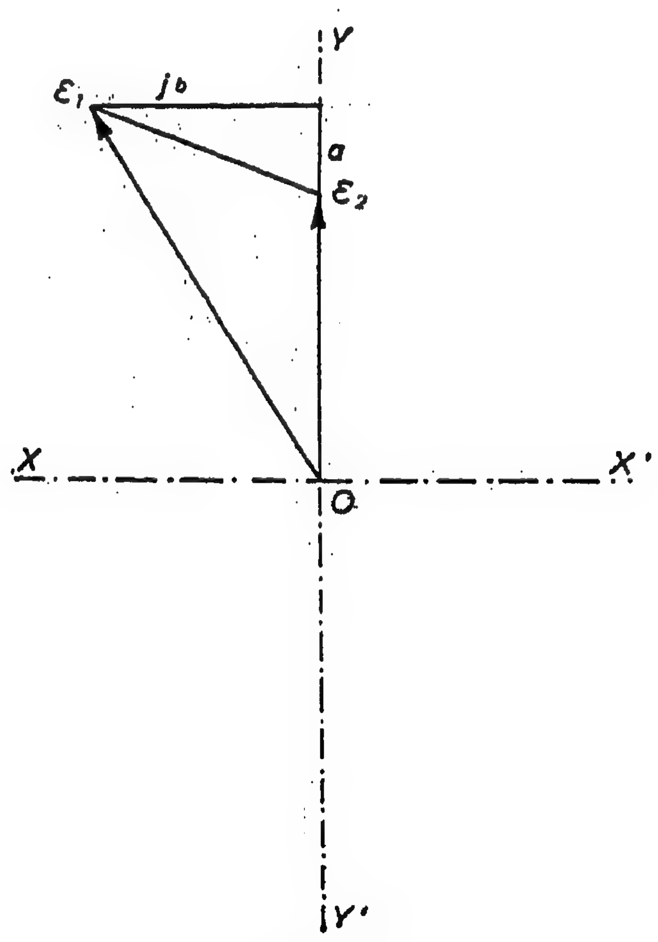


Fig. 3.

Il calcolo algebrico di queste espressioni si può fare con facilità trascurando l'angolo α_2 che è sempre piccolissimo (1). È interessante però vedere come ε_{12} ed ε_{13} si possano rappresentare mediante diagrammi circolari analoghi a quello proposto dal Kapp per i trasformatori a due avvolgimenti. Infatti l'espressione contenuta entro la parentesi esterna al secondo membro della (12) coincide con quella che esprime la caduta di tensione che si ha in un trasformatore a due avvolgimenti, le cui cadute percentuali siano ε'_{12} (quella ohmica) ed ε''_{12} (quella induttiva), quando funzioni con la corrente normale I_2 ed il fattore di potenza $\cos\varphi_2$; mentre il termine $\frac{I_3}{I_2}\,\varepsilon''_{123}$ è indipendente dal fattore di potenza.

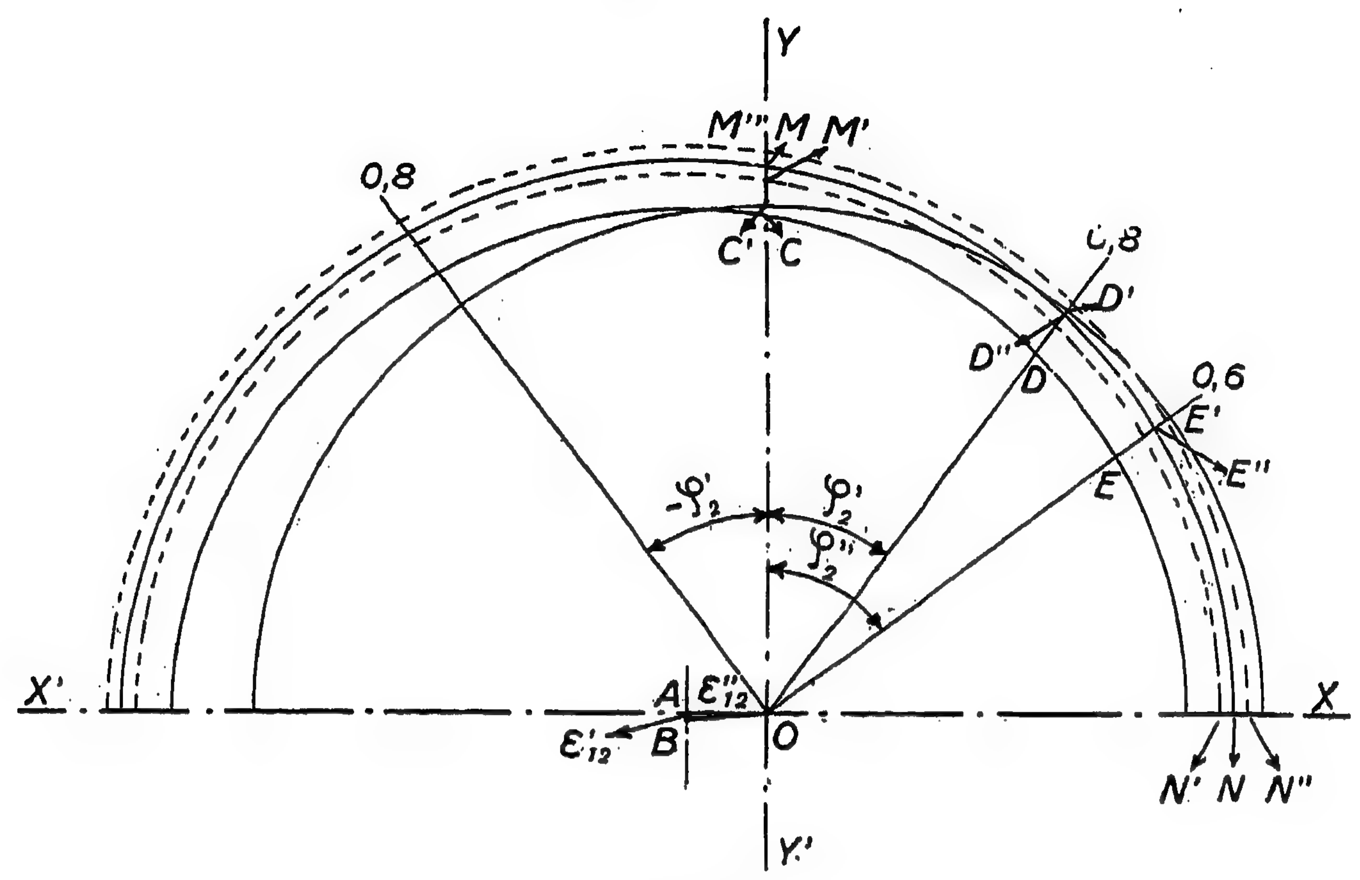


Fig. 4.

Se quindi in un sistema di assi coordinati (fig. 4) portiamo: $OA = \varepsilon''_{12}$; $AB = \varepsilon'_{12}$ e con raggio uguale a 100 e centri rispettivamente in O e B tracciamo le circonferenze C e C', i segmenti come DD', EE', ecc. che queste circonferenze intercettano sui raggi uscenti da O e formanti con l'asse OY gli angoli φ'_2; φ''_2, ecc. hanno lunghezze uguali ai valori che acquista l'espressione entro la parentesi esterna al secondo membro della (12) per $\varphi_2 = \varphi'_2$; $\varphi_2 = \varphi''_2$; ecc.

Per potere leggere direttamente sul diagramma i valori di $\varepsilon_{.2}$ corrispondenti ai diversi angoli di fase basta tracciare la curva MN che congiunge i punti ottenuti riportando sui raggi uscenti da O ed a partire dalla circonferenza C', verso l'esterno un segmento costante $K_{12} = \frac{I_3}{I_2}\,\varepsilon_{.23}$. Con i valori ordinari di ε''_{12} ed ε'_{12} detta curva coincide praticamente con la circonferenza di centro B e raggio BM, essendo il punto M ottenuto

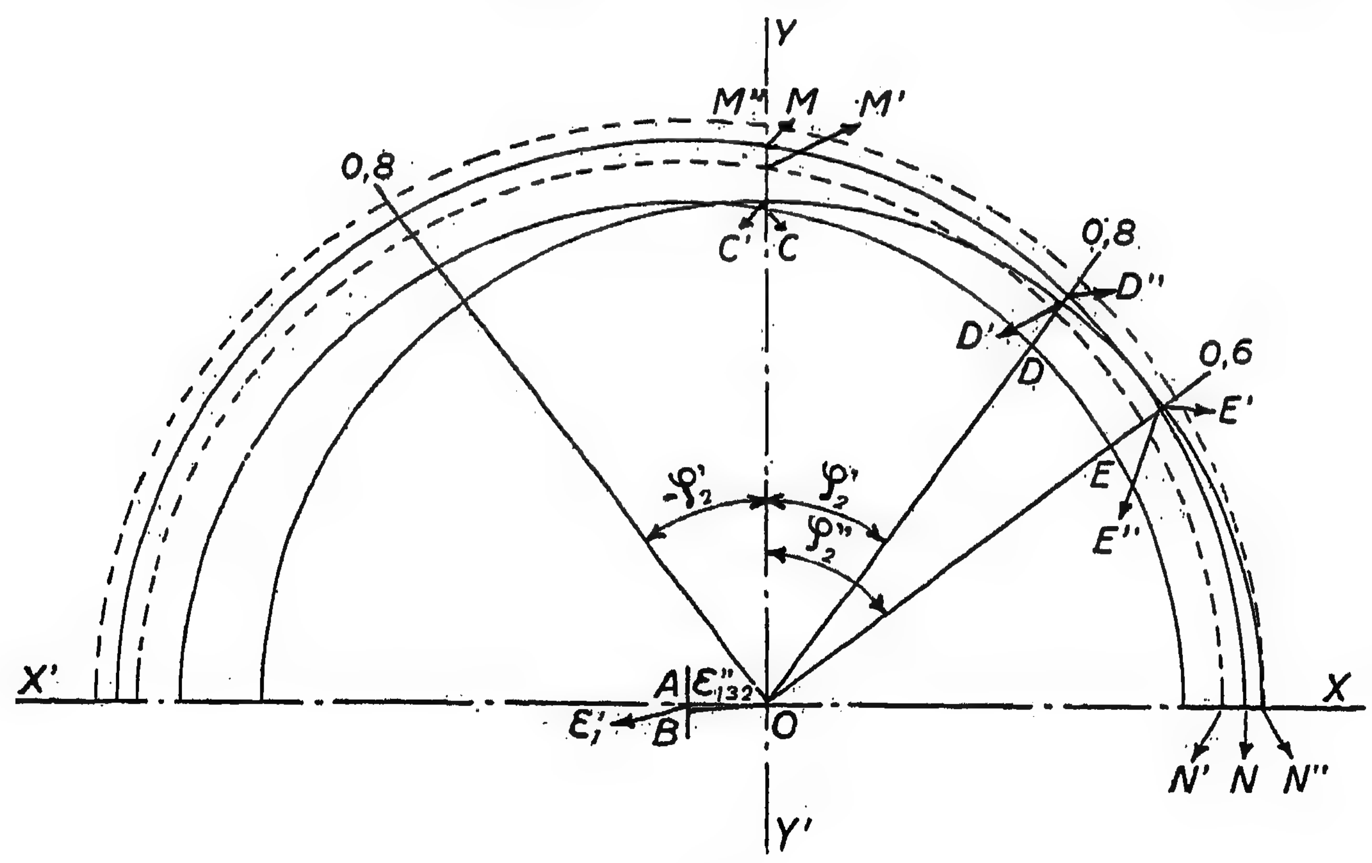


Fig. 5.

riportando in prosecuzione di CC' il segmento $C'M = K_{12}$. La caduta di tensione complessiva sarà misurata dai segmenti $D''D'$; $E''E'$ compresi tra la curva MN e la circonferenza C e sarà positiva se il segmento corrispondente è esterno alla curva MN, negativa nel caso contrario.

Di analoga rappresentazione è suscettibile evidentemente ε_{13} (fig. 5), con l'avvertenza che in questo caso $OA = \varepsilon''_{132}$;

(1) Volendo tenere conto anche di questo angolo, lo si può determinare con l'espressione (17) indicata appresso.

$AB = \varepsilon'_1$; $K_{13} = \frac{I_3}{I_2} \varepsilon''_{13}$. Se la corrente J_3 invece di essere sfasata in anticipo fosse in ritardo di 90°, i segmenti K andrebbero riportati sempre a partire dalla circonferenza C', ma verso l'interno, cioè la curva MN risulterebbe interna alla circonferenza C'.

APPLICAZIONE NUMERICA.

Applichiamo le considerazioni svolte ad un trasformatore monofase avente le seguenti caratteristiche:

Potenze normali 20.000 kVA; 25.000 kVA; 15.000 kVA
Tensioni a vuoto 115.400 V ; 47.040 V ; 6.000 V
Rapporti di trasformazione: tra primario e secondario 2,46
» » » terziario 19,38
» secondario e » 7,82

Correnti normali:
al primario 173 A
» secondario 530 »
» terziario 2.500 »

Dalle prove di c. c. eseguite in sede di collaudo si sono ottenuti i risultati indicati nel seguente prospetto (Tabella I).

Le resistenze degli avvolgimenti, riferite alla temperatura di 75°, sono inoltre risultate:

per l'avvolgimento primario $R_1 = 2.00$ ohm
» » secondario $R_2 = 0{,}169$ »
» » terziario $R_3 = 0{,}00386$ »

Con i dati della Tabella I e con i valori noti dei rapporti di trasformazione, compiliamo la tabella seguente, in cui i diversi valori sono la media tra quelli corrispondenti alle misure fatte (Tabella II).

TABELLA I.

Avvolgimento			Ampère misurati			Volta misurati		
alimentato	in c. c.	aperto	I	II	III	I	II	III
I	II	III	90,6	222	—	7410	—	—
			109	266	—	8800	—	—
			120,6	294	—	9770	—	—
			128,4	312	—	10380	—	—
I	III	II	91,5	—	1770	9850	—	—
			101	—	1955	10880	—	—
			102,2	—	1975	10980	—	—
			72,8	—	1406	7820	—	—
II	I	III	48	116	—	—	1626	—
			67	163,2	—	—	2240	—
II	III	I	—	204	1620	—	769	—
			—	235,2	1870	—	862	—
III	I	II	29,05	—	564	—	—	168
			36,65	—	714	—	—	202
III	II	I	—	82,2	650	—	—	38
			—	86,5	690	—	—	41,1

TABELLA II.

Avvolgimento			Ampère riferiti all'avvolgimento II			Volta riferiti all'avvolgimento II			Reattanze di dispersione riferite all'avvolg. II		
alimentato	in c. c.	aperto	I	II	III	I	II	III	X_{12}	X_{13}	X_{23}
I	II	III	223	222	—	3020	—	87,5	13,5	—	—
			268	266	—	3580	—	104,5	13,3	—	—
			296	294	—	3975	—	115,5	13,45	—	—
			316	312	—	4210	—	123	13,4	—	—
I	III	II	225	—	226	4010	899	—	—	17,78	—
			248	—	250	4440	991	—	—	17,8	—
			251,5	—	252,5	4475	1000	—	—	17,6	—
			179	—	180	3910	715	—	—	17,78	—
II	I	III	118	116	—	—	1626	—	14,02	—	—
			165	163,2	—	—	2240	—	13,72	—	—
II	III	I	—	204	207	—	769	—	—	—	3,76
			—	235,2	239	—	862	—	—	—	3,66
III	I	II	72,5	—	72	—	—	326,5	—	18,2	—
			90,2	—	91,2	—	—	395	—	17,3	—
III	II	I	—	82,2	83	—	—	297	—	—	3,58
			—	86,5	88,1	—	—	321,5	—	—	3,65

Poichè le resistenze ohmiche sono trascurabili rispetto alle reattanze di dispersione, possiamo porre:

$$X'_{12} = X''_{12} = \frac{1}{2} X_{12} = 6,87 \text{ ohm.}$$

$$X'_{13} = X'''_{13} = \frac{1}{2} X_{13} = 8,86 \quad »$$

$$X''_{23} = X'''_{23} = \frac{1}{2} X_{23} = 1,83 \quad »$$

TABELLA III.

kVA		Ampere		cos φ		Caduta di tensione in % tra	
II	III	II	III	II	III	I e II	I e III
25.000	15.000	530	320	0,8 r	0 ant.	+ 1	— 1,64
»	»	»	»	0,6 r	»	+ 3,71	+ 1,14
»	10.000	»	213	0,8 r	»	+ 4,16	+ 2,44
»	»	»	»	0,6 r	»	+ 6,87	+ 5,22
»	20.000	»	425	0,8 r	»	— 2,13	— 5,582
»	»	»	»	0,6 r	»	+ 0,581	— 2,797

I valori delle resistenze riferiti all'avvolgimento secondario sono:

$$r_1 = 0,330 \text{ ohm}$$
$$r_2 = 0,169 \quad »$$
$$r_3 = 0,235 \quad »$$

Risultano allora per la corrente normale al secondario $I_2 = 530$ A:

$$\varepsilon'_{12} = 0,561$$
$$\varepsilon'_1 = 0,372$$
$$\varepsilon''_{12} = 15,45$$
$$\varepsilon''_{123} = \varepsilon''_{132} = 15,65$$
$$\varepsilon''_{13} = 20$$

Supposto inoltre che al terziario si abbia la corrente normale di 2500 A (che riferita al secondario diventa $I_3 = \frac{2500}{7,82} =$ $= 320$ A) in quadratura ed in anticipo rispetto alla propria tensione, si ha ancora:

$$K_{12} = 9,45$$
$$K_{13} = 12,10$$

Si ottengono a questo modo le curve MN delle figg. 4 e 5. Le cadute di tensione sono determinate dai segmenti compresi tra dette curve e le circonferenze C e, come si è detto, sono positive se il segmento è esterno alle curve, negative se interno.

Assegnando ad I_3 successivamente i valori:

$$I'_3 = \frac{1665}{7,82} = 213 \text{ A}; \qquad I''_3 = \frac{3330}{7,82} = 426 \text{ A}$$

corrispondenti a 10.000 e 20.000 kVA al terziario, si ottiene rispettivamente:

$$\begin{cases} K'_{12} = 6,29 \\ K'_{13} = 8,02 \end{cases} \qquad \begin{cases} K''_{12} = 12,58 \\ K''_{13} = 16,04 \end{cases}$$

mentre i segmenti che rappresentano le cadute di tensione sono limitati rispettivamente dalle curve M' N' ed M'' N''.

Nella Tabella III si sono raggruppati i valori delle cadute di tensione corrispondenti a diverse condizioni di carico.

OSSERVAZIONE 1ª.

Alle stesse conclusioni si arriva facilmente attraverso la ordinaria rappresentazione vettoriale, la quale ha il pregio di rendere intuitivamente più evidente il succedersi dei diversi fenomeni che determinano il funzionamento complessivo.

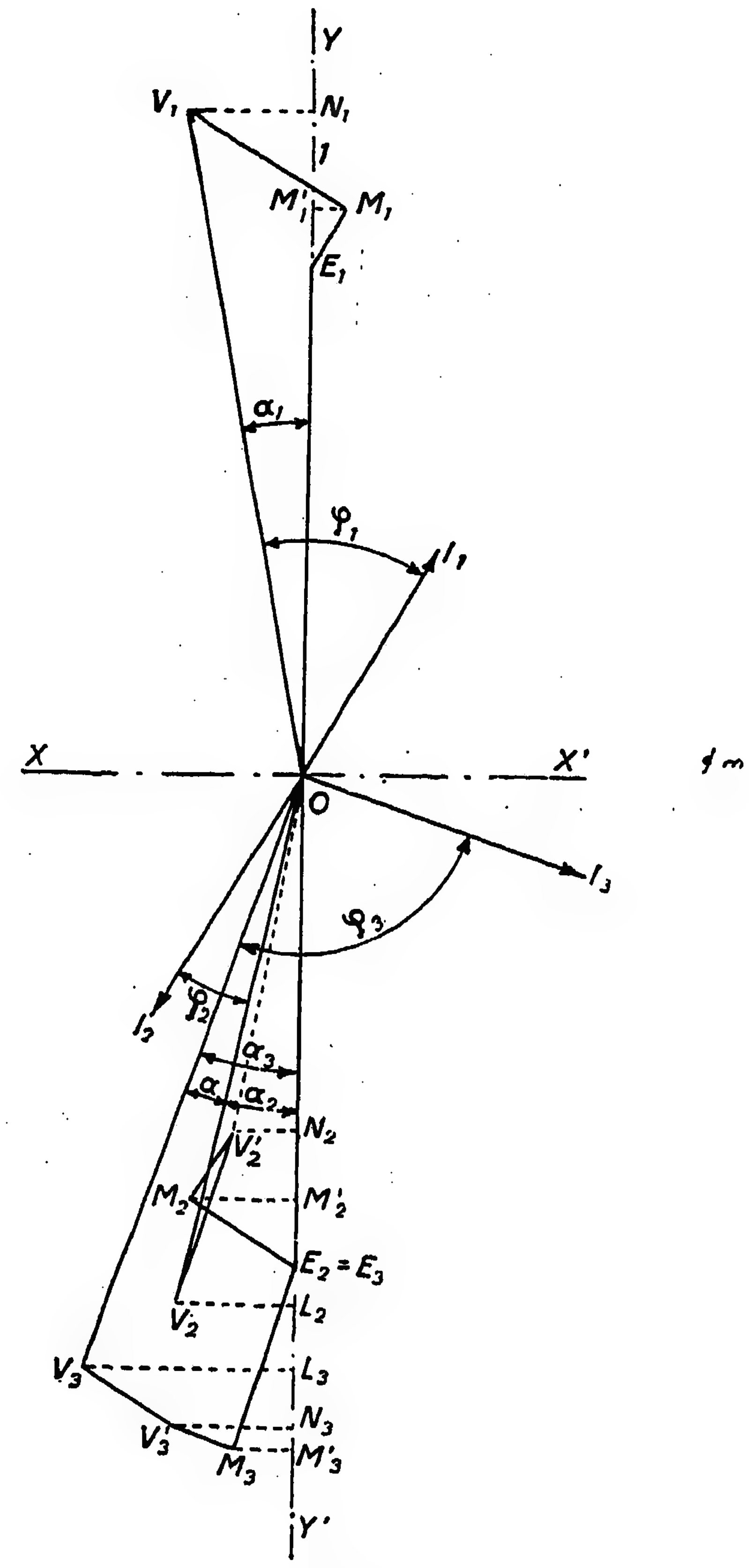


Fig. 6.

Se negli avvolgimenti circolano le correnti I_1, I_2, I_3 sfasate rispettivamente degli angoli φ_1, φ_2, φ_3, la caduta di tensione tra primario e secondario si può ricavare dalla costruzione del diagramma in fig. 6 come somma di tre termini, relativi ognuno ad una delle correnti.

In questo diagramma:

$OE_1 = OE_2 =$ f.e.m. indotta dal flusso risultante

$$E_1 M_1 = r_1 I_1; \; E_2 M_2 = X''_{12} I_2$$
$$M_1 V_1 = X'_{12} I_1; \; M_2 V'_2 = r_2 I_2$$

$OV_1 - OV'_2$ rappresenta la caduta di tensione tra primario e secondario dovuta alla circolazione delle correnti I_1 ed I_2.

Per calcolare l'influenza della corrente terziaria, immaginiamoci il flusso che emana dal terziario scomposto in tre parti Φ_A, Φ_B, Φ_C di cui la prima si concatena con tutti e tre gli avvolgimenti, la seconda con il secondario ed il terziario, la terza con il solo terziario. La f.e.m. indotta da Φ_A sugli avvolgimenti primario e secondario non ha evidentemente alcun effetto sulla caduta di tensione in esame, poichè essa è uguale per tutti e due gli avvolgimenti, restano quindi solo a considerare gli effetti dei flussi Φ_B e Φ_C. Ma l'ultimo di questi non può avere alcuna influenza sulle tensioni dei circuiti primario e secondario, perchè si concatena solo con il terziario, quindi l'unica parte di flusso uscente dal terziario che esercita influenza sulla caduta di tensione fra primario e secondario è precisamente Φ_B, il quale produce sull'avvolgimento secondario

una f.e.m. indotta data da:

$$\frac{d\ \Phi_B}{d\ t}$$

Ma tenendo presente il significato che abbiamo attribuito alle reattanze X sopra definite, ci accorgiamo che

$$\Phi_B = \frac{I_3}{\omega}\ (X'''_{13} - X'''_{23})$$

Se quindi nel diagramma della fig. 6 tracciamo la posizione del vettore I_3, la f.e.m. indotta dal flusso Φ_B nel circuito secondario si può rappresentare con un segmento

$$V'_2\ V_2 = I_3\ (X'''_{13} - X'''_{23}) \qquad (14)$$

diretto normalmente al vettore J_3 ed in ritardo di 90°.

La tensione ai morsetti del circuito secondario sarà allora OV_2 e la caduta di tensione tra primario e secondario sarà data da $OV_1 - OV_2$.

Analogamente, la caduta di tensione tra primario e terziario risulta dalla differenza tra i segmenti OV_1 ed OV_3. Quest'ultimo si ottiene con la costruzione grafica indicata nella fig. 6 in cui:

$$\begin{aligned} E_3M_3 &= X'''_{13}\ I_3 \\ M_3V'_3 &= r_3\ I_3 \\ V'_3V_3 &= (X''_{12} - X''_{23})\ I_2 \qquad (15) \end{aligned}$$

È facile ottenere da questo diagramma le relazioni (7) e (8) ricavate con la trattazione simbolica.

Riferendoci per es. alla caduta di tensione tra primario e secondario, ed esprimendo OV_1 ed OV_2 come somme geometriche di altri segmenti abbiamo:

$$\overline{OV_1} = (\overline{OE_1} + \overline{E_1\,M'_1} + \overline{M'_1\,N_1}) + \overline{N_1\,V_1}$$
$$\overline{OV_2} = (\overline{OE} - \overline{E_2\,M'_2} - \overline{M'_2\,N_2} + \overline{N_2\,L_2}) + \overline{L_2\,V_2}$$

In cui, al secondo membro, i termini entro parentesi hanno tutti la stessa direzione e quelli fuori parentesi la direzione normale.

Essendo in valore assoluto:

$$\begin{aligned} &OE_1 = OE_2 \\ &E_1\,M'_1 = r_1\,I_1 \cos(\varphi_1 - \alpha_1) \\ &M'_1\,N_1 = X'_{12}\,I_1 \operatorname{sen}(\varphi_1 - \alpha_1) \\ &N_1\,V_1 = X'_{12}\,I_1 \cos(\varphi_1 - \alpha_1) - r_1\,I_1 \operatorname{sen}(\varphi_1 - \alpha_1) \\ &E_2\,M'_2 = X''_{12}\,I_2 \operatorname{sen}(\varphi_2 + \alpha_2) \\ &M'_2\,N_2 = r_2\,I_2 \cos(\varphi_2 + \alpha_2) \\ &N_2\,L_2 = (X'''_{23} - X'''_{13})\,I_3 \operatorname{sen}(-\varphi_3 + \alpha_3) \\ &V_2\,L_2 = X''_{12}\,I_2 \cos(\varphi_2 + \alpha_2) - r_2\,I_2 \operatorname{sen}(\varphi_2 + \alpha_2) + \\ &\qquad + (X'''_{13} - X'''_{23})\ I_3 \cos(-\varphi_3 + \alpha_3) \end{aligned}$$

con queste sostituzioni, si ottiene subito:

$$\begin{aligned} \overline{OV_1} - \overline{OV_2} = {} & I_1 \left\{ r_1 \cos(\varphi_1 - \alpha_1) + X'_{12} \operatorname{sen}(\varphi_1 - \alpha_1) \right\} + \\ & + I_2 \left\{ r_2 \cos(\varphi_2 + \alpha_2) + X''_{12} \operatorname{sen}(\varphi_2 + \alpha_2) \right\} + \\ & + I_3 \left\{ (X'''_{13} - X'''_{23}) \operatorname{sen}(-\varphi_3 + \alpha_3) \right\} + \\ & + \left\{ X'_{12} \cos(\varphi_1 - \alpha_1) - r_1 \operatorname{sen}(\varphi_1 - \alpha_1) \right\} + \\ & + I_2 \left\{ X''_{12} \cos(\varphi_2 + \alpha_2) - r_2 \operatorname{sen}(\varphi_2 + \alpha_2) \right\} + \\ & + I_3\ (X'''_{13} - X'''_{23}) \cos(-\varphi_3 + \alpha_3)\,. \end{aligned}$$

La quale tradotta nel metodo simbolico coincide esattamente con la (7). Analoghe considerazioni valgono anche per la caduta di tensione tra primario e terziario.

Il diagramma della fig. 6 permette di determinare gli angoli α_1, α_2, α_3 qualora anche di essi si voglia tener conto nel calcolo.

Si ha infatti:

$$OV_1 \operatorname{sen}\alpha_1 = X'_{12}\,I_1 \cos(\varphi_1 - \alpha_1) - r_1\,I_1 \operatorname{sen}(\varphi_1 - \alpha_1) \qquad (16)$$

$$\begin{aligned} OV_2 \operatorname{sen}\alpha_2 = {} & X''_{12}\ I_2 \cos(\varphi_2 + \alpha_2) - r_2\,I_2 \operatorname{sen}(\varphi_2 + \alpha_2) + \\ & + (X'''_{13} - X'''_{23})\ I_3 \cos(\varphi_3 - \alpha_3) \qquad (17) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} OV_3 \operatorname{sen}\alpha_3 = {} & X'''_{13}\,I_3 \cos(\varphi_3 - \alpha_3) - r_3\ I_3 \operatorname{sen}(\varphi_3 - \alpha_3) + \\ & + (X''_{12} - X''_{13})\ I_2 \cos(\varphi_2 + \alpha_2) \qquad (18) \end{aligned}$$

in cui al posto di OV_1, OV_2, OV_3 si può mettere la tensione a vuoto.

OSSERVAZIONE 2ª.

Dall'analisi dei parametri che figurano nelle espressioni (7) e (8), risulta subito qual'è l'influenza che ha la posizione reciproca degli avvolgimenti sulle cadute di tensione.

Supposto per es. senφ_3 negativo, si ha che se $X'''_{13} > X'''_{23}$ la corrente terziaria ha l'effetto di diminuire la caduta di tensione tra primario e secondario; se invece $X'''_{13} < X'''_{23}$ la corrente terziaria ha l'effetto di aumentare detta caduta di tensione.

Analogamente, dall'espressione (8) risulta che l'influenza della corrente secondaria sulla caduta di tensione tra primario e terziario dipende, oltre che dal segno dell'angolo φ_2, dal segno della differenza $X''_{12} - X''_{23}$. Di solito gli avvolgimenti si seguono nell'ordine primario - secondario - terziario dall'esterno verso l'interno, e ciò per evidenti ragioni di economia nell'isolamento. Risultano allora

$$X'''_{13} > X'''_{23} \quad \text{e} \quad X''_{12} > X''_{23}$$

Quando però il secondario ed il terziario sono destinati entrambi ad erogare energia su due reti diverse, può convenire disporre il primario in mezzo, allora risultano

$$X'''_{13} < X'''_{23}\ ; \quad X''_{12} < X''_{23}$$

e quindi la corrente I_3 agisce nel senso di diminuire lo scarto di tensione tra primario e secondario allo stesso modo come la corrente I_2 agisce nel senso di diminuire lo scarto di tensione tra primario e terziario solo quando gli angoli di fase φ_2 e φ_3 hanno lo stesso segno.

Si vede quindi che in questo caso, disponendo il primario in mezzo, le cadute di tensione risultano diminuite. Questa disposizione può essere anche consigliata dal fatto che, facendo essa diminuire in valore assoluto la dispersione tra primario e terziario, mentre aumenta quella tra secondario e terziario, riduce la variazione che si ha nella caduta di tensione passando dal funzionamento normale al funzionamento con due soli avvolgimenti.

Quando il primario è in mezzo agli altri due, conviene, dal punto di vista dell'isolamento, disporre il terziario interno ed il secondario esterno.

Dal punto di vista dell'esercizio però può tornare utile qualche volta fare l'inverso, cioè disporre il terziario all'esterno. Ciò si verifica quando per es. le condizioni dell'impianto siano tali che al terziario si possa effettuare una regolazione della tensione migliore che non al secondario; è evidente allora che conviene ridurre la dispersione al secondario.

Altre considerazioni che debbono essere tenute presenti nello scegliere la disposizione degli avvolgimenti sono quelle relative agli sforzi elettrodinamici che possono verificarsi in caso di c.c. sul secondario o sul terziario.

OSSERVAZIONE 3ª.

Per renderci conto del grado di approssimazione che si ottiene con la costruzione delle figg. 4 e 5 sostituendo le circonferenze di centro B e raggio BM alle curve MN consideriamo

la figura 7, in cui si è voluto esagerare la distanza tra i centri O e B delle circonferenze per mettere meglio in evidenza l'entità del termine correttivo. Su detta figura, si sono tracciate, oltre alle circonferenze C e C' di centro rispettivamente O e B

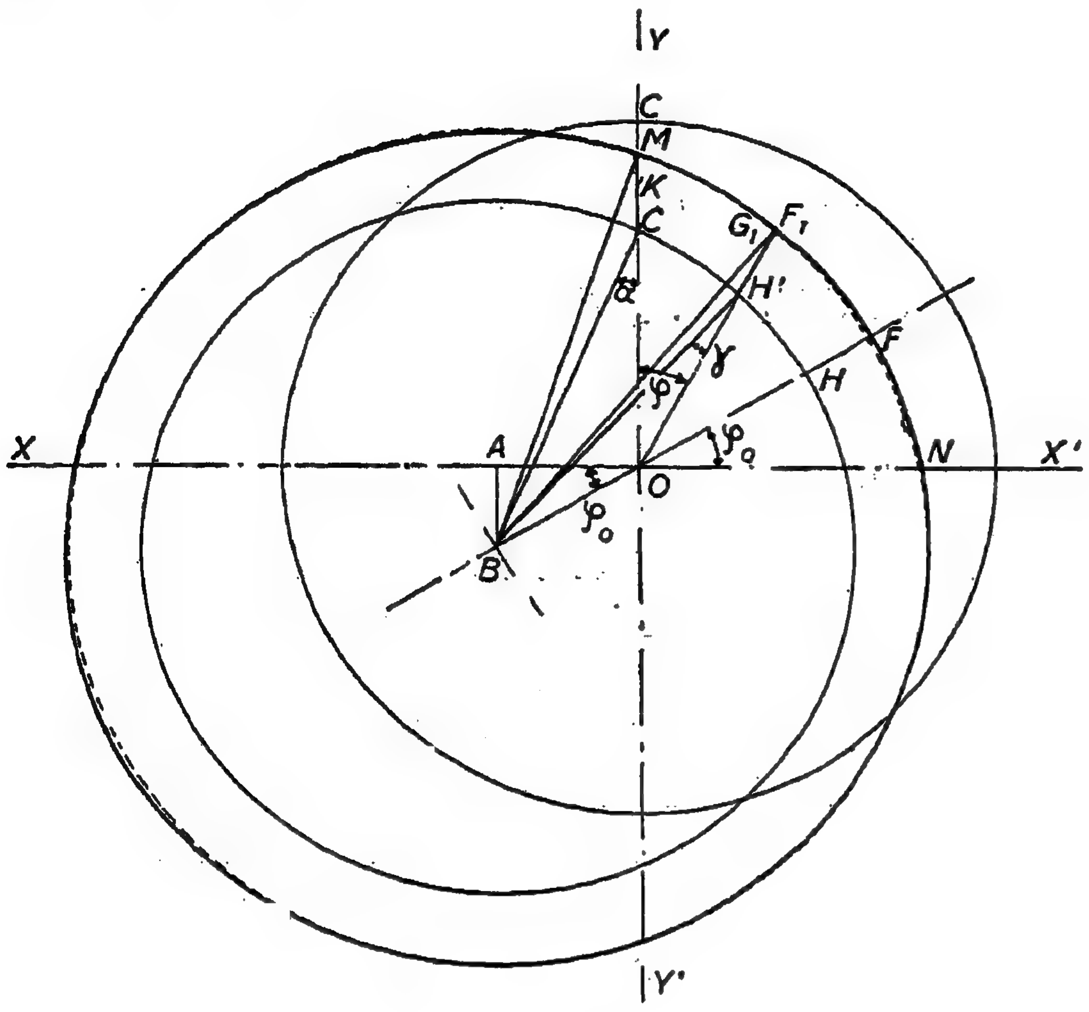


Fig. 7.

e raggio uguale alla tensione applicata V, la curva $M\,N$ ottenuta portando sui raggi vettori uscenti da O ed a partire dalla circonferenza C' il segmento costante K, e la circonferenza punteggiata avente centro in B e raggio $B\,M$ (essendo $O\,M = O\,C' + K$).

In corrispondenza del raggio vettore relativo ad uno sfasamento qualsiasi, l'errore $\Delta\,\varepsilon$ è dato con molta approssimazione dalla differenza:

$$\Delta\,\varepsilon = B\,F_1 - B\,G_1 = B\,F_1 - B\,M$$

essendo

$$B\,M = \sqrt{V^2 + K^2 + 2\,VK \cos\alpha}; \quad BF_1 = \sqrt{V^2 + K^2 + 2\,VK \cos\gamma}$$

$$\cos\alpha = \sqrt{1 - \left(\frac{O\,B}{V}\right)^2 \cos^2\varphi_0}\,;$$

$$\cos\gamma = \sqrt{1 - \left(\frac{O\,B}{V}\right)^2 \cos^2(\varphi_0 + \varphi)}$$

Si vede quindi che $\Delta\,\varepsilon$, in valore assoluto, sarà tanto maggiore quanto più $\cos^2(\varphi_0 + \varphi)$ è diverso da $\cos^2\varphi_0$. Essendo inoltre φ_0 costante, le divergenze massime si avranno per $\cos(\varphi + \varphi_0) = 0$ e $\cos(\varphi + \varphi_0) = 1$; cioè per

$$\varphi + \varphi_0 = \frac{\pi}{2}, \text{ e per } \varphi + \varphi_0 = \frac{3}{2}\pi \quad \text{e per}$$

$$\varphi + \varphi_0 = \frac{2\,\pi}{2}, \text{ e per } \varphi + \varphi_0 = \frac{4}{2}\pi$$

e tali divergenze risultano espresse rispettivamente da:

$$\Delta\,\varepsilon_1 = \sqrt{V^2 + K^2 + 2\,VK} - \sqrt{V^2 + K^2 + 2\,VK \sqrt{1 - \left(\frac{O\,B}{V}\right)^2 \cos^2\varphi_0}}$$

$$\Delta\,\varepsilon_2 = \sqrt{V^2 + K^2 + 2\,VK \sqrt{1 - \left(\frac{O\,B}{V}\right)^2}} - \sqrt{V^2 + K^2 + 2\,VK \sqrt{1 - \left(\frac{O\,B}{V}\right)^2 \cos^2\varphi_0}}$$

Da cui si vede che $\Delta\,\varepsilon_1 > 0$ e $\Delta\,\varepsilon_2 < 0$, cioè la curva MN risulta per alcuni tratti esterna e per altri interna alla circonferenza C'.

Con i dati dell'esempio che abbiamo riportato nella fig. 4, risultano:

$$\Delta\,\varepsilon_1\,\% = \frac{\Delta\,\varepsilon_1}{V} \times 100 = 0{,}1\,\% \sim$$

$$\Delta\,\varepsilon_2\,\% = \frac{\Delta\,\varepsilon_2}{V} \times 100 = -0{,}1\,\% \sim$$

Si tenga presente però che queste divergenze massime si hanno per sfasamenti che sono molto lontani da quelli che si hanno a funzionamento normale.

NOTA I.

L'Ing. Crivellari, con procedimento affatto diverso, ricava, per le cadute di tensione tra primario e secondario e tra primario e terziario, le espressioni seguenti:

$$\mathcal{E}_1 - \mathcal{E}_2 = J_1\,r_1 + j\,J_1\,X_{12} - J_2\,r_2 \qquad \text{(a)}$$

$$\mathcal{E}_1 - \mathcal{E}_3 = J_1\,r_1 + j\,J_1\,X_{12} - j\,J_3\,X_{23} - J_3\,r_3 \qquad \text{(b)}$$

È facile vedere in che cosa differiscono la (a) dalla (4) e la (b) dalla (5).

Essendo $J_1 = (J_2 + J_3)$ la (a) si può scrivere:

$$\mathcal{E}_1 - \mathcal{E}_2 = J_1\,r_1 - J_2\,r_2 - j\,J_2\,X_{12} - j\,J_3\,X_{12}$$

e poichè $X_{12} = X'_{12} + X''_{12}$ si ha ancora:

$$\mathcal{E}_1 - \mathcal{E}_2 = J_1\,r_1 - J_2\,r_2 - j\,J_2\,(X'_{12} + X''_{12}) - j\,J_3\,X_{12}$$

ovvero

$$\mathcal{E}_1 - \mathcal{E}_2 = (J_1\,r_1 - j\,J_2\,X'_{12}) - J_2\,(r_2 + j\,X''_{12}) - j\,J_3\,X_{12}$$

$$\mathcal{E}_1 - \mathcal{E}_2 = J_1\,(r_1 + j\,X'_{12}) - J_2\,(r_2 + j\,X''_{12}) - j\,J_3\,X''_{12} \qquad (\text{a}_1)$$

La quale coincide con la (4) solo nel caso in cui

$$X''_{12} = X'''_{13} - X'''_{23} \qquad \text{(c)}$$

Per l'esempio da noi riportato, abbiamo:

$$X'_{12} = 6{,}87; \qquad X'''_{13} - X'''_{23} = 7{,}03$$

quindi, nel caso nostro, i valori calcolati con la (a) risultano alquanto superiori a quelli calcolati con la (4).

Con sviluppo analogo, dalla (b) si ricava:

$$\mathcal{E}_1 - \mathcal{E}_3 = J_1\,[r_1 + j\,(X'_{12} + X''_{23})] - j\,J_2\,(X''_{12} - X''_{23}) - J_3\,[r_3 + j\,(X''_{12} + X'''_{13})] \qquad (\text{b}_1)$$

la quale coincide con la (5) solo quando

$$X'_{13} = X'_{12} + X''_{23}\,; \quad X'''_{13} = X''_{12} + X'''_{23}$$

nel caso nostro abbiamo:

$$X'_{13} = 8{,}86\,; \qquad X'''_{13} = 8{,}86$$

$$X'_{12} + X''_{23} = 8{,}70\,; \quad X''_{12} + X'''_{23} = 8{,}70$$

Cioè i coefficienti di J_1 e J_3 risultano nella formula (5) maggiori di quelli che si hanno nella (b_1).

Eseguendo sulle (a_1) e (b_1) le stesse trasformazioni eseguite sulle (4) e (5), ed indicando con ε_4, ε_a le cadute di tensione espresse rispettivamente dalla (4) e dalla (a) e con ε_5, ε_b quelle espresse rispettivamente dalla (5) e dalla (b) otteniamo:

$$\varepsilon_4 - \varepsilon_a = -[X'''_{13} - (X'_{12} + X'''_{23})]\,[I_3 \operatorname{sen}(\varphi_3 + \alpha_3) + j\,I_3 \cos(\varphi_3 + \alpha_3)]$$

$$\varphi_5 - \varphi_b = [X'_{13} - (X'_{13} + X''_{23})]\,[I_1 \operatorname{sen}(\varphi_1 - \alpha_1) + j\,I_1 \cos(\varphi_1 - \alpha_1)] + [X'''_{13} - (X''_{12} + X'''_{23})]\,[j\,I_3 \cos(\varphi_3 + \alpha_3) - I_3 \operatorname{sen}(\varphi_3 + \alpha_3)].$$

Nel caso in cui $\varphi_3 = \frac{\pi}{2}$ (anticipo), tenendo conto delle (9) e trascurando le parti immaginarie e gli angoli α, si ha in definitiva:

$$\varepsilon_4 - \varepsilon_a = -(X'''_{13} - X'_{12} - X'''_{23})\, I_3$$

$$\varepsilon_5 - \varepsilon_b = (X'_{13} - X'_{12} - X''_{23})\, I_2 \operatorname{sen} \varphi_2 - 2\,(X'''_{13} - X''_{12} - X'''_{23})\, I_3$$

Da cui si vede che mentre per la caduta di tensione tra primario e secondario la differenza tra i valori forniti dalle formule (4) ed (a) dipende solamente dal valore di I_3 per la caduta tra primario e terziario, la differenza tra i valori forniti dalle formule (5) e (6) dipende anche dalla intensità e dalla fase della corrente I_2.

che si raggiunge, e ne è prova il confronto fatto, è lecito ammettere tale semplificazione.

E che tale semplificazione sia utile e conveniente ammetterla lo giustifica il fatto che con tale supposizione tutti i coefficienti di reattanza si possono determinare mediante le sole prove di c. c. senza che occorra leggere la tensione sull'avvolgimento inerte, o, quel che è peggio, determinare lo spostamento angolare tra la tensione applicata all'avvolgimento alimentato e quella ai morsetti dell'avvolgimento inerte come è necessario fare nel metodo Guastalla.

La determinazione dei coefficienti di reattanza come si è

TABELLA

N.° d'ordine esempi	Tipo di trasformatore		Metodo Della Salda	Metodo americano	Metodo Guastalla	Metodo Palestrino Caminiti
1	primario esterno	caduta secondario %	1,58	0,35	0,38	0,427
		» terziario %	— 2,68	— 1,80	— 1,98	— 1,798
2	primario intermedio	caduta secondario %	2,53	2,56	—	2,62
		» terziario %	3,68	3,76	—	3,50
3	primario intermedio	caduta secondario %	3,08	2.415	—	2,42
		» terziario %	— 2,66	— 2,55	—	— 4,41
4	primario intermedio	caduta secondario %	— 2,33	— 2,62	—	— 2,59
		» terziario %	2,83	3,6	—	3,50
5	primario intermedio	caduta secondario %	2,66	2,4	—	2,42
		» terziario %	0,57	0,16	—	0,20
6	primario esterno	caduta secondario %	6,67	8,56	—	9,65
		» terziario %	9,10	11,06	—	9,65
7	primario esterno	caduta secondario %	0,2	— 1,2	—	— 1,23
		» terziario %	— 3,5	— 1,8	—	— 1,57

NOTA II.

Sia su *L'Elettrotecnica* come su *L'Energia Elettrica* sono comparsi importanti studi sui trasformatori a tre avvolgimenti. Riteniamo pertanto utile ed interessante dare i risultati che si ottengono col nostro metodo, applicandolo a casi sviluppati dagli egregi colleghi Della Salda (*L'Elettrotecnica*, 15 giugno, 25 novembre 1925 e 25 dicembre 1929) e Guastalla (*L'Energia Elettrica*, marzo-agosto 1925).

La concordanza dei risultati è più che soddisfacente anche se si fa paragone col metodo americano.

Il solo caso in cui i risultati un po' più diversificano si è quello con primario intermedio e $\cos\varphi = 0$ anticipo al terziario.

In ultima analisi il nostro metodo giunge per altra via alle stesse equazioni del metodo Guastalla.

I risultati del calcolo però non coincidono con quelli ottenuti dal Guastalla, e ciò unicamente a causa della diversa interpretazione e determinazione dei coefficienti di reattanza: ciò non deve stupire perchè nello studio dei trasformatori si fanno in generale ipotesi sulla ripartizione dei flussi, ipotesi che non sono sempre le stesse per tutti gli autori.

Nel nostro metodo per la determinazione di cotesti coefficienti di reattanza si è adottato il sistema di supporre la reattanza di c.c. fra due avvolgimenti suddivisa in parti uguali fra gli avvolgimenti stessi.

Questa ipotesi semplificativa è stata causa di molte discussioni, ma dai risultati che se ne ricavano e dall'approssimazione

visto è praticamente semplice e con tali valori è possibile rappresentare le cadute di tensione mediante diagrammi circolari di comoda lettura secondo il concetto classico del Kapp.

Torino, agosto 1930.

ING. C. PALESTRINO.

ING. C. CAMINITI.

BIBLIOGRAFIA

A. INCONTRI: « Sulle cadute di tensione nei trasformatori a tre avvolgimenti ». - *L'Elettrotecnica*, 15 aprile 1925.

C. DELLA SALDA: « Sulle cadute di tensione nei trasformatori a tre avvolgimenti ». - *L'Elettrotecnica*, 15 giugno e 25 novembre 1925 - 25 dicembre 1929.

G. GUASTALLA: « Sul funzionamento dei trasformatori a tre avvolgimenti ». - *L'Energia Elettrica*, marzo e agosto 1925.

M. PAPIN: « Sur la formule donnant la chute de tension d'un transformateur sous un facteur de puissance déterminé ». - *R.G.E.*, 3 agosto 1929.

V. GENKIN: « Sur la theorie d'un transformateur à trois enroulements ». - *R.G.E.*, 26 ottobre 1929.

A. BOYAJIAN: « Theory of three-circuit transformers ». - *J.A.I.E.E.* aprile 1924.

LEO FALK: « Kurzschlussspannung und spannungsabfall in Dreiwicklungs - Transformatoren, Stromverteilung in parallel geschalteten Wicklungszweigen ». - *E.T.Z.* 16 agosto 1928; 22 e 29 agosto 1929.

ING. A. RONCALDIER
CONDIRETTORE GENERALE DELLA S. I. P.

La marcia in parallelo delle grandi reti

PREMESSA.

Il problema della marcia in parallelo è stato trattato a fondo durante l'ultima Sessione della Unipède (1928). In particolare i seguenti notevoli studi pubblicati a cura dell'Unipède stessa hanno esaminato la questione in modo abbastanza completo, dando luogo a una discussione del più grande interesse:

P. FERRERIO. *Condizioni tecniche per la messa in parallelo;*

DECRY. *Condizioni tecniche per la messa in parallelo;*

HAVEAUX. *Marcia in parallelo delle centrali di Valenciennes e di Lourches;*

J. IBLER. *Regolazione della frequenza;*

K. VESELY. *Un problema di quattro centrali;*

In seguito all'ultima Conferenza internazionale dei Grands Réseaux (Parigi 1929) si è ancora discusso lo stesso problema. Ricorderò qui gli studi di:

REZNICEK. *Marcia in parallelo delle centrali;*

PUPPIKOFFER. *Messa in marcia e accoppiamento in parallelo degli alternatori,*
che sono stati pubblicati nei rendiconti di tale Conferenza.

La stampa tecnica ha portato a nostra conoscenza alcuni lavori relativi alla marcia in parallelo, fra i quali ricordiamo i seguenti:

R. RUDENBERG. *Das Verhalten elektrischer Kraftwerke und Netze biem Zusammenschluss,* (*E. T. Z.*, 4 luglio 1929);

H. PILOTY. *Wirkung des Zusammenschlusses grosser Netze auf ihren Betrieb,* (*E. T. Z.*, 4 luglio 1929);

G. M. KEENAN and E. W. MIDDLETON. *Handling Problems of interconnected Operation,* (*Electrical World,* 17 agosto 1929);

G. M. KEENAN and E. W. MIDDLETON. *Outline of Fundamentals of System Interconnection.* (Serial Report of the Electrical Apparatus Committee, 1928-1929. National Electric Light Association).

Rammenterò pure lo studio del Prof. Barbillion presentato al Congresso delle Società scientifiche (1930) e intitolato: *Studio sommario dell'interconnessione nelle reti francesi e dei mezzi che sembrano imporsi per il loro pronto compimento,* studio che l'A. stesso ha avuto la gentilezza di inviarmi.

Scopo di questa Memoria è anzitutto di ricordare i più recenti lavori sulla questione, di cui occorre mettere in evidenza alcuni punti di maggiore importanza.

In special modo il nostro studio presenterà pure un riassunto generale dei differenti aspetti sotto i quali l'ingegnere deve esaminare il problema per lo studio di un progetto di interconnessione. Questo riassunto comprenderà:

Capitolo I.

GENERALITÀ

1° L'INTERCONNESSIONE: SUO SCOPO E SUA NATURA.

Si chiama interconnessione il collegamento tra due o più centri di produzione o di distribuzione allo scopo di assicurare un conveniente scambio di energia da un sistema a un altro. Le grandi linee di trasporto non costituiscono a priori un sistema di interconnessione perchè esse legano normalmente un centro produttore a un centro consumatore.

2° VANTAGGI DELL'INTERCONNESSIONE.

a) *Continuità del servizio.* — Si può considerare l'interconnessione come una semplice misura di assicurazione contro gli incidenti del servizio. L'interconnessione costituisce allora una alimentazione supplementare, ausiliaria, di un certo sistema di distribuzione; essa può sostituire, occorrendo, totalmente o parzialmente l'alimentazione normale di esso. In questo caso l'interconnessione costituisce semplicemente una riserva eccezionale.

b) *Diminuzione delle spese d'esercizio e di impianto.* — Si può considerare l'interconnessione come un aiuto normale, al quale si ricorre per coprire una parte del diagramma.

Il progetto dovrà tener conto nei riguardi del prezzo dell'interconnessione della diversità dei carichi nei due centri da collegare, cioè della potenza disponibile in un senso o nell'altro secondo l'ora, la stagione ecc.

Si terrà conto anche dell'economia risultante dal fatto che la riserva indispensabile in ciascun centro produttore può essere minore se c'è interconnessione.

L'interconnessione permetterà pure altre economie nei riguardi dei programmi di costruzione dei due centri collegati. Se il centro A e il centro B hanno ciascuno una progressione del carico di 10.000 kW per anno e se l'unità riconosciuta più vantaggiosa è di 20.000 kW, il centro A installerà questa macchina immediatamente mentre il centro B installerà un'altra macchina l'anno seguente. Talvolta le condizioni d'impianto o le possibilità finanziarie del centro A possono essere ben più favorevoli di quelle del centro B; sarà allora il centro A che svilupperà i suoi impianti di produzione e B sarà servito per mezzo di collegamento.

c) *Migliore utilizzazione delle risorse idrauliche e termiche.* — Non essendo il regime dei corsi d'acqua lo stesso per regioni abbastanza lontane (e aventi condizioni climateriche differenti), le centrali idroelettriche di queste regioni potranno aiutarsi vicendevolmente per mezzo dell'interconnessione. Le condizioni ideali sarebbero quelle di regimi perfettamente opposti: al periodo di piena in una regione dovrebbe corrispondere il periodo di magra nell'altra. L'interconnessione permetterebbe allora di compensare la mancanza d'acqua di una regione colla abbondanza dell'altra, derivandone in conseguenza la più completa utilizzazione delle risorse idrauliche e notevoli economie negli sbarramenti, nelle centrali termiche d'integrazione ecc.

Queste condizioni non si realizzano in pratica che in modo approssimativo; tuttavia si hanno esempi dove l'interesse offerto dall'interconnessione per la migliore utilizzazione delle risorse idrauliche risulta singolarmente evidente. Tale è il caso delle Alpi italiane e degli Appennini, che possono talvolta avvantaggiarsi da un collegamento reciproco: le prime offrono un regime idraulico caratterizzato da ghiacciai (piene in primavera ed estate), i secondi un regime essenzialmente pluviometrico (torrenziale con piene in autunno e in inverno).

Un altro esempio molto interessante è quello presentato dalla Francia, i cui tre gruppi di centrali idroelettriche (Alpi, Pirenei, Massiccio Centrale) sono sottoposti a regimi molto differenti, la cui compensazione può essere ottenuta coll'interconnessione.

3° Inconvenienti dell'interconnessione.

I vantaggi precedenti non sono ottenuti che a prezzo di alcuni inconvenienti di cui ecco i più significativi:

a) *Complicazione del servizio.* — A causa dell'interconnessione la regolarità del servizio, la divisione delle responsabilità ecc. divengono più difficili, sopratutto se gli interessi dei gruppi industriali così collegati sono, per caso, contradittorî.

b) *Ripercussioni degli incidenti.* — È evidente che un incidente di esercizio ha una ripercussione tanto più vasta quanto più sviluppata è l'interconnessione. In altre parole, le reti sane risentono gli effetti degli incidenti sulla rete difettosa.

Fortunatamente i sistemi moderni di protezione (selezione) hanno fatto progressi notevolissimi e possono mantenere il servizio sulle parti sane, mediante l'esclusione immediata delle parti difettose.

c) *Maggior sollecitazione degli apparecchi di interruzione.* — L'interconnessione aumenta la corrente di corto circuito che l'interruttore deve rompere; ne risulta un complesso di apparecchi di interruzione più numerosi e più costosi. Nessuna economia potrebbe essere ammessa sotto questo punto di vista. La nostra esperienza personale ci porta a credere che non si prevedono mai interruttori a capacità di rottura abbastanza elevata ed è precisamente nella insufficienza degli apparecchi che bisogna ricercare l'origine delle più gravi interruzioni del servizio.

Capitolo II.

RAPPORTI CONTRATTUALI TRA SISTEMI COLLEGATI

1° Tariffìcazione.

Il caso più generale dell'interconnessione è lo scambio di energia tra gruppi industriali (finanziarî) differenti. La tariffìcazione è allora di primaria importanza. Basta pensare:

che lo scambio d'energia può effettuarsi nei due sensi;

che il prezzo dell'energia deve dipendere dalla potenza assorbita, dalla stagione e dall'ora di utilizzazione;

che le spese dell'interconnessione stessa (costruzione, manutenzione, servizio) devono essere sopportate dagli interessati; per convincersi che i rapporti contrattuali in questione sono fra i più delicati e complicati.

Le difficoltà più gravi, tuttavia, possono essere eliminate se le due parti interessate giungono a semplificare al massimo il problema. Una delle semplificazioni che la nostra esperienza personale ci permette di sottolineare particolarmente è la seguente: *prendere in considerazione la sola energia scambiata (kWh) lasciando la più gran tolleranza per la potenza istantanea (kW).*

Ciò in relazione al fatto che le reti collegate presentano, in generale, scambi d'energia molto irregolari nei riguardi della potenza; una tariffìcazione che tenesse conto minuziosamente della potenza sarebbe dunque di applicazione difficile e talvolta quasi impossibile.

2° Ripartizione del carico.

Alle difficoltà della tariffìcazione si aggiungono difficoltà pure gravi derivanti al servizio dall'interconnessione. Gli interessi delle società collegate, talvolta contraditorî, complicano di molto il servizio; qui sopratutto la buona volontà e lo spirito di collaborazione sono necessarî per eliminare qualsiasi disaccordo.

Le condizioni ideali sarebbero raggiunte con un controllo unico (centralizzato) del carico. Il *load dispatcher* farebbe la ripartizione del carico avendo per solo scopo l'interesse generale: in altre parole egli darebbe la preferenza a quella centrale che in quel momento e in quelle determinate condizioni può produrre l'energia al prezzo minimo.

Per es., in un sistema essenzialmente idroelettrico, dove le centrali termiche non hanno che un compito di riserva straordinaria il *load dispatcher* terrà in servizio le centrali ad acqua corrente e coprirà le punte colle centrali a serbatoio, dando la precedenza ai bacini il cui regime idrologico è più favorevole. Egli non ricorrerà alla produzione termica che in caso di assoluta necessità, imposta sia dalla estrema siccità sia dall'integrazione eventuale di energia idraulica.

In un sistema essenzialmente termico, il *load dispatcher* coprirà la base del diagramma colle centrali più potenti a piccolo numero di unità, di costruzione modernissima e caratterizzate da rendimento massimo in caso di funzionamento a regime press'a poco costante. Coprirà invece le punte colle centrali più piccole e meno moderne, per le quali la marcia a regime variabile non importa spese eccessive, ben inteso, col concorso delle eventuali centrali idroelettriche.

Se le centrali collegate appartengono a un solo gruppo, questo ripartitore unico è realizzabilissimo ed era già stato realizzato prima che ci ritornasse dall'America col simpatico nome di *load dispatcher*.

Se al contrario vi sono in gioco interessi diversi, il *dispatcher* sembra di una realizzazione estremamente difficile, dato il desiderio, d'altronde legittimo, di ciascuna società di serbare la più completa indipendenza nei riguardi della marcia delle centrali.

Tuttavia in parecchi paesi queste difficoltà non ostacolano sensibilmente l'interconnessione. Difatti dove vi sono dei grandi gruppi (per es. in Italia) *tutti i vantaggi della interconnessione sono realizzati all'interno di ciascuno di essi* sotto la direzione quindi di un ripartitore unico. Il collegamento esterno da un gruppo all'altro assicurerà allora una *supercompensazione* del carico, e sarà regolato da accordi diretti tra i due *dispatcher* interessati.

In queste condizioni, che non sono quelle ideali ma che restano pratiche, appaiono altre difficoltà ben singolari: coprire le spese dell'interconnessione stessa, della sua manutenzione e del suo servizio. Si potrebbe pensare che la necessità della grande interconnessione (che esige linee grandiose, immobilizzi molto forti e tutta un'organizzazione di servizio) ci obbligherà, nell'avvenire, alla costituzione di Società aventi per scopo la sola interconnessione e che troveranno in un *pedaggio* sulla circolazione dell'energia la copertura dei loro bilanci.

In Italia almeno, questo non sembra il caso, dato che i gruppi hanno già costruito o studiato le più importanti linee di interconnessione. Le difficoltà finanziarie dell'interconnessione perdono così molta della loro importanza pratica, per il fatto che la quasi totalità delle linee di interconnessione si identifica colle linee normali di trasporto, di cui l'interconnessione non è sovente che un impiego in un certo senso facoltativo e che non interessa talvolta che una sola parte della linea.

Capitolo III.

LA TECNICA DELL'INTERCONNESSIONE

Il funzionamento delle reti collegate presenta caratteristiche tecniche molto interessanti, che sono state esposte da numerosi autori. Lo studio completo dei fenomeni elettrici e meccanici relativi alla interconnessione ci porterebbe troppo lontano e certamente fuori dei limiti di questo sguardo generale. Ci limiteremo dunque semplicemente a esporre le questioni sulle quali la nostra attenzione deve particolarmente posarsi nei riguardi del progetto e dello studio di un sistema interconnesso.

1° Rapporti di scambio tra centrali collegate.

L'interconnessione potrebbe paragonarsi al tubo di comunicazione tra due bacini. È evidente che due bacini così collegati non sono più indipendenti; qualsiasi modificazione d'uno di essi porta una certa ripercussione sull'altro; nello studio dell'insieme non si potrebbero trascurare le caratteristiche del tubo che assicura l'interconnessione: sezione, perdita di carico, ecc.

Analogamente due centrali collegate avranno un funzionamento che dipenderà dalle caratteristiche delle due centrali stesse e anche da quelle della linea d'interconnessione. In particolare fra le caratteristiche di questa linea (specialmente tra la resistenza, la selfinduzione, e la capacità), le potenze attive e reattive trasmesse e le tensioni alle due centrali, vi sono relazioni delle quali bisogna tener conto.

La circolazione di una certa corrente I da C_2 a C_1 non è possibile se non vi è tra le due tensioni E_2 ed E_1 una differenza vettoriale la cui grandezza è legata alle cadute di tensione in linea. In altre parole *non è più possibile regolare indipendentemente le tensioni E_1 ed E_2 delle due centrali.*

Sovente ogni centrale C_1 o C_2 alimenta una distribuzione particolare; la tensione alle sbarre di ogni centrale dovrà mantenersi presso a poco costante a qualsiasi carico (per mezzo dell'impiego per es. di regolatori di tensione). In questo caso per l'interconnessione occorrono trasformatori a rapporto regolabile, che compensino le differenze di tensione inevitabili nell'interconnessione a causa della variazione del carico.

In tal modo si realizza una certa indipendenza di ciascuna centrale rispetto a quella collegata. La regolazione di questi trasformatori (per assicurare l'indipendenza delle tensioni), quella dei regolatori dei motori primi (per determinare la potenza attiva), e la regolazione dell'eccitazione (per la potenza reattiva) assicureranno a tutto il sistema una relativa elasticità di funzionamento per tutte le condizioni di servizio e permetteranno di suddividere il carico attivo e reattivo fra le centrali.

Nel caso in cui più centrali siano collegate, potremo ripetere quello che abbiamo detto per ogni coppia di centrali direttamente collegate. La complicazione del problema aumenta rapidamente dovendo in genere corrispondere a ciascuna centrale l'imposizione di una tensione costante.

2° Potenza massima e stabilità della trasmissione.

Si sa che *grosso modo* la potenza trasmessa non dipende solamente dalla tensione, dalla resistenza e dall'induttanza della linea, ma che è pure proporzionale al seno dell'angolo di fase tra le due tensioni E_1 ed E_2 alle estremità della linea. Si vede dunque che per una certa linea e per una data tensione si realizzerà il valore massimo di questa potenza allorchè l'angolo di sfasamento raggiunge i 90°.

Tale potenza massima dipende essenzialmente (per le linee aeree) dal quadrato della tensione e dall'induttanza della linea, e sarà tanto più piccola quanto più lunga è la linea.

Per una potenza maggiore della potenza massima il funzionamento non è più stabile, la marcia in parallelo non è più possibile e le macchine escono di fase.

In pratica la potenza trasmessa è ben più piccola della potenza massima, di modo che il sistema possiede un margine di stabilità sufficiente per sopportare senza danno brusche variazioni di carico. Sfortunatamente queste variazioni di carico sono talvolta accompagnate da variazioni molto sensibili della tensione: ne segue che la potenza massima di stabilità, (che dipende dal quadrato di questa tensione) può bruscamente subire una diminuzione considerevole e tale che il servizio non sia più stabile (macchine fuori sincronismo).

La stabilità del funzionamento sarà quindi tanto meglio assicurata in quanto si disporrà di mezzi per mantenere la *tensione costante*. Tutti gli apparecchi o tutte le caratteristiche delle macchine che tendono a mantenere costante la tensione sono favorevoli alla stabilità (regolatori rapidi di tensione, macchine a piccola reazione di indotto ecc.).

Il problema della stabilità diviene estremamente complicato durante il periodo agitato dei fenomeni transitori. In questo caso bisogna tener conto di tutte le caratteristiche meccaniche ed elettriche delle macchine e dei loro regolatori.

Sotto l'effetto del fenomeno transitorio tutto il sistema può sorpassare i limiti della stabilità statica senza che le macchine escano di sincronismo; la loro inerzia, la coppia sincronizzante ecc., possono ristabilire l'equilibrio dopo alcune oscillazioni, anche al disopra del limite di stabilità. Se al contrario l'effetto del fenomeno perturbatore non è neutralizzato dalla reazione sincronizzante del sistema, questo non ritornerà più sotto questo limite e le macchine usciranno dal sincronismo.

La stabilità transitoria è stata oggetto di studi analitici e di ricerche sperimentali molto numerose sopratutto in America. In particolare si sta studiando l'effetto dei fattori che hanno una influenza marcata sulla stabilità e cioè:

manovre degli apparecchi di sezionamento;
variazioni normali e anormali del carico;
natura del carico;
natura, durata e localizzazione del guasto;
resistenza di terra;
reattanza del sistema;
caratteristiche d'eccitazione;
tempo dei relais e degli interruttori.

Sembra che i tecnici più esperti concentrino la loro attenzione specialmente sull'ultimo di questi punti; noi vi ritorneremo a proposito degli apparecchi di protezione.

La questione della stabilità assume un'importanza tanto maggiore quanto più lunga è la linea e più considerevole la potenza da trasportare. Per una data tensione l'angolo di sfasamento cresce col carico e colla lunghezza della linea, di modo che, aumentando il carico o la lunghezza della linea, ci si avvicina alle condizioni limite (90°) e si diminuisce il margine di sicurezza contro le oscillazioni (fenomeni perturbatori).

È precisamente per questo che il Signor Baum ha proposto nel 1917 la suddivisione di una lunga linea in più parti, ad ogni estremità di ciascuna di esse corrispondendo una tensione costante (ottenuta coll'impiego di compensatori sincroni). Ciò corrisponde a diminuire l'angolo di sfasamento in ogni tronco della linea; la stabilità da considerare sarà quella di ciascun tronco, sensibilmente più favorevole di quella della linea completa. Si arriva così a esaminare il trasporto dell'energia a qualsiasi distanza.

3° Controllo e ripartizione del carico.

Da quanto abbiamo detto deriva la complessità della regolazione e della ripartizione del carico in un sistema interconnesso. Bisogna infatti poter disporre di una certa circolazione di potenza, in un senso determinato e in un dato istante, e questo rispettando le *limitazioni imposte alla variazione di tensione di ciascun nodo del sistema.*

Naturalmente *questo problema sarà di risoluzione tanto più facile in quanto si disponga di una rete «elastica» nei riguardi delle tensioni*, cioè capace di *soddisfare per se stessa alle condizioni di servizio più svariate.* Questo non può realizzarsi che coll'abbondanza di compensatori sincroni, trasformatori con rapporto di trasformazione regolabile, regolatori a induzione ecc.

4° Ripartitore del carico (load dispatcher).

Sui vantaggi del ripartitore unico per un sistema interconnesso dovremmo ripetere quello che abbiamo già scritto precedentemente. Aggiungiamo solo che tutto il servizio richiede una centralizzazione molto spinta, che sola può assicurare la rapidità delle decisioni e la ben definita responsabilità assolutamente indispensabili in situazioni così delicate.

Il *dispatcher* deve conoscere in ogni istante lo stato della rete intiera, sia per quello che concerne la parte idraulica (serbatoi, disponibilità d'acqua...) e le macchine, sia per le linee, sottostazioni, ecc. Egli deve conoscere a fondo tutte le caratteristiche della rete e del servizio di ogni centrale, allo scopo di poter impartire in ogni circostanza gli ordini più indicati.

Naturalmente un servizio così delicato non potrà essere affidato che ad un personale scelto, la cui autorità sia perfettamente riconosciuta da tutti i direttori delle centrali e delle sottostazioni. Sembra superfluo aggiungere che per la ripartizione centralizzata si dovrà disporre di un servizio telefonico assolutamente sicuro.

Lo schema della rete, che è la base stessa del lavoro del *dispatcher*, deve essere il più chiaro possibile e non contenere che le indicazioni necessarie. L'indicazione di qualsiasi dettaglio delle centrali è infatti superflua; basta che siano messi in evidenza il macchinario, le sbarre omnibus, i coltelli separatori e gli interruttori relativi alle macchine e alle linee. Una indicazione particolare sarà data per gli interruttori adibiti alla messa in parallelo.

L'ideale sarebbe di disporre di un quadro luminoso che indicasse automaticamente la posizione dei coltelli separatori e degli interruttori, il carico delle macchine e delle linee, le tensioni, ecc. La tecnica moderna ha fatto progressi formidabili nella trasmissione a distanza delle segnalazioni: ciò nondimeno un quadro di tal fatta per un sistema abbastanza esteso costerebbe oggi giorno una somma eccessiva.

5° Apparecchiatura di protezione.

Nel caso della grande interconnessione (che talvolta deve collegare reti a sistemi protettivi ben diversi), il problema della protezione è dei più complessi.

L'apparecchiatura di protezione deve rispondere alle seguenti condizioni:

evitare il più possibile l'uscita delle macchine dal parallelo;

avere efficacia tanto nel caso di una sola linea che di più linee in parallelo;

avere efficacia per qualsiasi senso di circolazione della potenza;

avere una grande elasticità di manovra;

avere un prezzo ragionevole.

I relais differenziali sono di due categorie: a equilibrio di corrente o a equilibrio di potenza. Il loro impiego è, in genere, assai delicato; essi esigono normalmente l'impiego di fili pilota e non si adattano al molteplice servizio dell'interconnessione. Tuttavia vi sono casi in cui questi relais differenziali trovano soddisfacente applicazione.

Per quanto concerne la selezione, in America si è sempre più del parere di regolare i relais a tempo inverso (distacco tanto più rapido quanto più grave è il guasto).

Il relais a impedenza sembra trovi buona accoglienza; noi crediamo che questo tipo di relais risponda a un vero bisogno; tuttavia dobbiamo attendere i risultati pratici d'esercizio prima di dare un giudizio definitivo.

Per le reti ad alta tensione (per es. 220 kV) che hanno il neutro normalmente a terra, una protezione di terra si impone. Un relais istantaneo (senza ritardo) deve infatti interrompere il servizio tosto che la corrente di terra oltrepassi il valore ammesso dalla Direzione.

Nella quasi totalità dei relais bisognerà eliminare o almeno, *ridurre al minimo il ritardo.* Diversi apparecchi che si trovano oggi sul mercato presentano un ritardo intollerabile. Le condizioni di stabilità diverranno sempre più delicate e il mantenimento del sincronismo durante le perturbazioni diventerà sempre più difficile con la crescente estensione delle reti. In queste condizioni non vi è che un mezzo: *selezionare immediatamente* a mezzo di relais senza ritardo (istantanei) *la parte difettosa della rete*: bisogna cioè che le macchine non abbiano il tempo, mi sia permessa l'espressione, di subire l'influenza del guasto (grazie alla rapida eliminazione di questo). È noto che l'inerzia propria della macchina (inerzia meccanica ed elettrica), richiede un certo tempo per una modificazione sensibile del regime di marcia di questa; se quindi arriviamo a isolare il guasto prima che la perturbazione abbia avuto un effetto sensibile sul regime, questo non sarà quasi neanche toccato e la coppia sincronizzante interverrà per ristabilire subito l'equilibrio normale. Al contrario, se si isolerà il guasto con ritardo, l'influenza di esso sarà già stata nefasta per la stabilità; il guasto verrà eliminato dopo che il limite di stabilità sarà stato sorpassato e la macchina dovrà inevitabilmente uscir di parallelo con interruzione del servizio anche nelle parti sane.

La rapidità di scatto dipende essenzialmente dalle caratteristiche del relais e degli interruttori impiegati. Anche con relais detti istantanei (senza ritardo) per l'inerzia propria degli apparecchi si esige un certo tempo di funzionamento che sarebbe difficile portar sotto un certo limite (1/10 di secondo per gli apparecchi normali); anche il comando dell'interruttore e il suo funzionamento esigono un tempo tanto più lungo quanto

più l'apparecchio è grande, i pezzi pesanti e la corsa lunga. In altre parole questo tempo di rottura cresce colla tensione di servizio, mentre noi desidereremmo il contrario, poichè con la tensione crescono, in generale, l'importanza della rete e l'incertezza della stabilità.

Con apparecchi per 220 kV di tipo normale, si deve contare su un tempo di scatto minimo di circa mezzo secondo; nella maggior parte dei casi questo tempo è breve abbastanza, ma i tecnici americani ritengono che occorrerebbe ancora una riduzione sensibile per assicurare la stabilità con qualsiasi perturbazione del servizio. Si riterrebbe come perfetto un apparecchio che scattasse in 5 periodi (1/10 di secondo circa). I costruttori americani sembra abbiano compreso questa necessità ed essi hanno immediatamente studiato le modificazioni da portare ai loro interruttori per diminuire il tempo d'apertura. Tentativi recenti, effettuati dalla Philadelphia Electric Company su un apparecchio per 220 kV della G.E.C. (vedi *Electrical World* 12 ottobre 1929) avrebbero dimostrato che la durata media (su 27 prove) di un corto circuito è di circa 10 periodi e quella dell'arco stesso (nell'interruttore) è in generale, notevolmente più piccola. La corrente di corto circuito ha raggiunto in qualche prova 3000 Ampère. L'apparecchio essendo monofase, lo si è inserito successivamente tra fase e neutro e tra fase e fase; la capacità di rottura in trifase avrebbe sorpassato il milione di kVA. Queste prove sembrano dimostrare che si può, con una costruzione appositamente studiata, ridurre sensibilmente il tempo d'apertura e avvicinarsi molto al limite ideale del quale abbiamo parlato più sopra, anche per apparecchi a 220 kV.

Ma tale rapidità di funzionamento non è ottenuta senza inconvenienti. Prima di tutto, il meccanismo di scatto richiede una costruzione molto accurata; la capacità di rottura dell'interruttore deve poi essere più grande allorchè si voglia l'apertura istantanea. Per questa ragione anche la capacità di 2.500.000 kVA, sempre sulle grandi reti a 220 kV americane, è oggi considerata come un po' debole.

Si vede dunque che vi è qualche differenza tra una rete di distribuzione e la grande interconnessione.

Per la prima la questione della stabilità non entra quasi neppure in gioco; si può tollerare uno scatto con ritardo (con una conseguente minor sollecitazione degli apparecchi di interruzione); si può contare su apparecchi limitatori di corrente (che diminuiscono l'eccitazione e la tensione nel caso di un corto circuito) con o senza regolatore di tensione.

Per la seconda, la protezione contro l'instabilità si impone avanti le altre e prevale su qualsiasi altra concezione protettrice. Bisogna impedire ad ogni costo un abbassamento della tensione nel caso di un corto circuito, poichè la potenza massima trasmissibile dipende dal quadrato della tensione. Devesi quindi prendere in considerazione soltanto il regolatore di tensione; il limitatore sarebbe al contrario nocivo.

Per di più, bisogna evitare l'abbassamento di tensione provocato dal corto circuito stesso (reazione d'indotto); dunque bisogna interrompere *senza ritardo* la parte colpita da guasto, approfittando del fatto che questa reazione non può manifestarsi che in un certo tempo.

ING. A. RONCALDIER.

ING. ULISSE DEL BUONO
DELLA SOCIETÀ MERIDIONALE DI ELETTRICITÀ

Sulla messa a terra del neutro nelle linee ad alta e bassa tensione

I. - Rapporto della Commissione speciale nominata dalla UNFIEL.

PREMESSA.

La Commissione permanente nominata dalla UNFIEL per lo studio dei problemi relativi alla messa a terra del neutro negli impianti ad alta e ad altissima tensione e nelle reti a bassa tensione, comprende tanto rappresentanti delle principali Società produttrici e distributrici d'energia elettrica che rappresentanti delle grandi case costruttrici di materiale elettrico. Questa Commissione ha studiato la questione ed è ora sufficientemente in grado di illustrare le tendenze prevalenti nella tecnica italiana sulla questione della messa a terra del neutro.

La Commissione si è tracciato un programma di lavoro abbastanza vasto, che comprende studi teorici e sperimentali affidati ad alcuni membri della Commissione e inchieste presso le Società distributrici, allo scopo di raccogliere dati statistici su alcuni punti particolari come, per esempio, il numero rispettivo di scatti automatici e di terre nelle reti, gli incidenti alle persone ecc. Attendendo i risultati di questi studi, occorreva anzitutto sentire l'opinione dei Membri della Commissione sui punti principali del problema, allo scopo di arrivare a qualche conclusione per quanto possibile definitiva.

La Commissione ha preso come punto di partenza dei suoi lavori il rapporto presentato sullo stesso problema dall'Ing. Ulisse del Buono (che è pure il Presidente della Commissione UNFIEL) alla Conferenza Internazionale delle Grandi Reti Elettriche (giugno 1929); ha seguita anche la stessa ripartizione della materia, esaminando cioè il problema sotto questi punti di vista:

1° Economia e sicurezza d'impianto;
2° Sicurezza e continuità dell'esercizio;
3° Influenza sulle linee di telecomunicazione;
4° Pericolo per le persone.

Dai rapporti scritti presentati da parecchi Membri e dalle discussioni che ne sono sorte si possono trarre le conclusioni che qui riassumiamo.

1° ECONOMIA E SICUREZZA DI PRIMO IMPIANTO.

In generale i Membri della Commissione sono del parere che mettendo a terra il neutro si può realmente realizzare una piccola economia sulle spese di impianto, dovuta al minor grado di isolamento necessario per la linea e le macchine; ma che è preferibile tuttavia rinunciare a questa economia per raggiungere un grado di sicurezza più elevato, isolando gli impianti con neutro a terra come se essi dovessero funzionare con neutro isolato.

Ciò sopratutto perchè è stato riconosciuto che gli impianti elettrici devono essere isolati non soltanto in relazione alle condizioni di impiego normale, ma anche in relazione alle condizioni anormali dovute alle perturbazioni atmosferiche e alle sovratensioni che si producono nel servizio.

In secondo luogo, quando col neutro a terra si usi il medesimo grado di isolamento che con neutro isolato, si ha il vantaggio che l'impianto può funzionare sia nelle condizioni di neutro isolato che in quelle di neutro a terra.

2° SICUREZZA E CONTINUITÀ DEL SERVIZIO.

Su questo punto i pareri sono discordi.

Coloro che sono favorevoli all'uso del neutro isolato pretendono che nel caso di messe a terra accidentali istantanee, se il neutro è isolato, è ancora possibile assicurare la continuità del servizio. Parecchi distributori affermano anche che col neutro isolato essi non hanno avuto perturbazioni da notare.

Un altro gruppo di tecnici presso a poco numeroso quanto il primo si è pronunciato in favore del neutro a terra: affermando che nel caso di una terra duratura su una fase è in ogni modo impossibile assicurare la continuità del servizio, sia che il neutro sia isolato o no, di modo che per diminuire la sovratensione verso terra, è preferibile avere il neutro a terra.

I partigiani della messa a terra del punto neutro hanno pure fatto notare, citando anche qualche esempio, che col neutro isolato nel caso di una terra su una fase si produce sulle altre fasi una corrente di capacità abbastanza elevata, che potrebbe eventualmente produrre l'auto eccitazione degli alternatori.

Si è anche ricordato il vantaggio della messa a terra del neutro nei riguardi dell'installazione di relais selettivi.

Riferendosi agli impianti esistenti, si può affermare che la pratica varia secondo le tensioni di esercizio adottate: al disopra dei 50÷60 kV la maggioranza dei tecnici è favorevole alla messa a terra del neutro; gli impianti tra 50.000 e 300 V, invece, sono in genere con neutro isolato; mentre per le tensioni di distribuzione (sotto i 300 V circa) non vi è una tendenza nettamente definita verso l'uno o l'altro di questi sistemi.

Riguardo al miglior sistema per l'esecuzione delle terre, la maggioranza degli esercenti sembra essere favorevole alla messa a terra diretta del punto neutro, senza l'intermediario nè di resistenze nè di reattanze, ad eccezione dei casi in cui si possan temere forti correnti di corto circuito; si usa allora inserire nella connessione a terra resistenze di limitato valore.

L'impiego di bobine Petersen per la messa a terra del neutro non è a quanto pare molto diffuso in Italia: mancano pertanto dati sperimentali sufficienti. Le sole prove in corso già da un certo tempo hanno condotto ai risultati seguenti: in una linea a 80 kV l'impiego delle bobine Petersen ha dato risultati sfavorevoli in seguito alla perditanza considerevole della linea; invece in un impianto a 30 kV si sono avuti risultati soddisfacenti.

3° Influenze perturbatrici sulle linee di telecomunicazione

I timori espressi dall'Amministrazione dei Telegrafi e dei Telefoni riguardo alla possibilità di perturbazioni che alle linee di telecomunicazione nelle vicinanze di linee di trasmissione potrebbero derivare nel caso della messa a terra del punto neutro sono parse in generale esagerate. Alcune prove fatte d'accordo fra le Società esercenti interessate e l'Amministrazione avrebbero provato la possibilità della coesistenza di linee di trasporto dell'energia con linee telegrafiche e telefoniche parallele senza che siano necessarie troppe precauzioni. Nondimeno questo punto non è ancora ben chiarito e sarebbe opportuno raccogliere dati supplementari.

La misura adottata di tenere lontano le linee a correnti deboli per sottrarle all'influenza perturbatrice delle linee ad alta tensione non può del resto essere nè generale nè definitiva, a causa del numero sempre crescente delle linee elettriche industriali e della loro tensione sempre più grande. Bisognerebbe quindi stabilire sia le misure di protezione delle linee e delle cabine telegrafiche e telefoniche, sia delle misure che riguardino le società esercenti: questa questione deve pertanto essere accuratamente esaminata e approfondita.

4° Pericolo per le persone.

Agli effetti del pericolo per le persone è evidente che nel caso di contatto diretto non può trattarsi che di linee a bassa tensione perchè le linee ad alta tensione sono sempre pericolose tanto col neutro isolato che a terra.

Agli effetti delle differenze di potenziale che si stabiliscono alla superficie del suolo quando vi passa una corrente a terra, è certo che la messa a terra del neutro aumenta i rischi nel caso di una messa a terra accidentale della linea di trasmissione o della rete di distribuzione. È perciò consigliabile di ben curare l'esecuzione delle messe a terra.

I dati statistici sugli incidenti alle persone che si producono nelle reti di distribuzione sono piuttosto contradditorî, e in ogni modo insufficienti per stabilire in un modo preciso se il neutro a terra riduce o no il pericolo. La questione è in ogni modo troppo importante perchè la si possa esaminare da un punto di vista puramente generale e teorico. In realtà non si potrebbe affermare che esista per le tensioni impiegate in pratica, indipendentemente dalle condizioni teoriche, una differenza reale di pericolo; l'effetto prodotto dipende da parecchie cause, come la resistenza del contatto della mano e dei piedi dell'infortunato e la resistenza del suolo sul quale egli posa, resistenze che sono estremamente variabili col grado di umidità; dipende pure dalla resistenza propriamente detta del corpo dell'individuo, dalle sue condizioni fisiologiche ecc. Per tutte queste ragioni è impossibile finora decidere in favore dell'una o dell'altra soluzione.

La Commissione ha pure esaminato le questioni seguenti:

a) *Quali sono i punti neutri di un impianto che si devono mettere a terra.*

Anche su questo punto i pareri sono divisi. Alcune Società che hanno il neutro a terra hanno effettuato la messa a terra sia alle centrali che alle sottostazioni; altre solamente alle centrali. Sarebbe dunque prematuro trarre conclusioni di carattere generale.

Tuttavia si può dire che per quanto riguarda le perturbazioni sulle linee telegrafiche e telefoniche è preferibile mettere il neutro a terra in un sol punto dell'impianto; nei riguardi dell'eventualità di terre accidentali, la questione non è ancora stata decisa.

b) *Qual'è il miglior modo di esecuzione delle terre.*

Non è ancora stata stabilita una regola generale da adottarsi per l'esecuzione delle messe a terra; si usano parecchi sistemi differenti, ma aventi tutti lo scopo di ottenere messe a terra efficaci e durature.

Nel caso di linee di trasmissione di energia, la Commissione è d'accordo che, per l'efficacia della messa a terra del neutro, questa deve coesistere col filo di guardia: per gli impianti dove non vi è filo di guardia la messa a terra del neutro richiede una cura maggiore nell'esecuzione della messa a terra dei pali.

La Commissione ha infine notato che finora i risultati sull'impiego o meno del neutro a terra non sono confrontabili, perchè riguardano impianti differenti; e ha espresso il parere che per decidere sui vantaggi o svantaggi della messa a terra del neutro bisognerà attendere i risultati di alcuni anni di esperienza.

La Commissione ha messo pure in evidenza, a questo riguardo, l'opportunità di esperimenti e di ricerche sistematiche.

II. - Riassunto delle risposte ricevute dalle Associazioni estere.

Svizzera (*Union des centrales Suisses d'électricité*).

Reti ad alta ed altissima tensione.

In queste reti la messa a terra del neutro è facoltativa. Essa si generalizza tuttavia sempre più e generalmente vien fatta in modo conforme alle direttive tracciate nella « Guida per la protezione degli impianti elettrici a corrente alternata contro le sovratensioni ».

Reti a bassa tensione.

La messa a terra del neutro è raccomandabile. Essa sarà probabilmente resa obbligatoria per i nuovi impianti e dovrà farsi in tutte le sottostazioni di trasformazione. È probabile che la messa a terra si faccia a poco a poco anche negli impianti già esistenti e diventerà allora generale.

Olanda (*Vereeniging van Directeuren van Electriciteitsbetrijen in Nederland*).

In Olanda la distribuzione *a bassa tensione* ha luogo generalmente sotto i 380/220 V; il neutro dei trasformatori è messo a terra secondo le prescrizioni di sicurezza olandesi. Si fa tuttavia notare l'influenza della resistenza della connessione a terra sul valore che può prendere la tensione verso terra delle fasi sane in caso di messa a terra accidentale di una delle fasi della rete.

Le reti di distribuzione *ad alta tensione* sono quasi esclusivamente a 10 V e quasi unicamente in cavo sotterraneo. In origine il neutro non era messo a terra, ma sviluppandosi sempre più queste reti, si è riconosciuta talvolta l'opportunità di mettere il neutro a terra. La connessione a terra non si fa in genere direttamente ma attraverso dispositivi speciali aventi lo scopo di diminuire il valore della corrente di corto circuito.

Le linee aeree di alimentazione e di collegamento tra centrali, generalmente alla tensione di 50 kV, hanno il neutro a terra per mezzo di una bobina Petersen o Bauch.

Paragonando i risultati di queste reti con quelli di reti a neutro isolato l'esperienza ha dimostrato che la messa a terra contribuisce molto ad assicurare la sicurezza del servizio.

Infine in una parte delle reti a 50 kV eseguita in canalizzazione sotterranea, e generalmente per mezzo di cavi monofasi, il neutro è messo direttamente a terra.

Il sistema di esecuzione delle messe a terra per le reti ad alta tensione non differisce, in massima, da quello per le reti a bassa tensione; tuttavia per le reti ad alta tensione la messa a terra è fatta in modo particolarmente accurato e si cerca di ottenere una connessione con una resistenza più debole possibile.

STATI UNITI D'AMERICA (*National Electric Light Association*).

Negli Stati Uniti d'America tutte le linee di trasmissione di energia elettrica a 220 kV hanno il neutro messo direttamente a terra.

Una Compagnia molto importante funziona a 154 kV in triangolo; dei relais speciali sono stati installati, ma gli ingegneri americani non sono favorevoli al funzionamento di impianti ad alta tensione con collegamenti a triangolo. Una grande quantità di reti a tensioni comprese tra 60 e 132 kV funziona col neutro a terra.

Alcuni sistemi a 77 kV hanno una debole resistenza (qualche ohm) e vi è un esempio di uso di bobine Petersen a 110 kV.

Le reti da 26 a 44 kV hanno il neutro messo a terra direttamente o con un'impedenza di alcuni ohm o con un'impedenza di circa 50 ohm.

Quelle tra 11 e 13,2 kV hanno il neutro messo a terra sia direttamente sia attraverso un'impedenza.

Le linee a 4,8 e 7,6 kV sono generalmente collegate a triangolo. La distribuzione a 4 kV è praticamente fatta a 4 fili, essendo il neutro connesso a terra. I sistemi a 2,3 kV sono generalmente isolati.

Per i circuiti *a bassa tensione* il National Electric Code ed altri Regolamenti in America preferiscono, e in alcuni casi esigono, la messa a terra del neutro allorchè la tensione verso terra non eccede i 150 V.

Naturalmente la messa a terra deve essere ben eseguita e non essendo questo possibile si preferisce la disposizione con neutro isolato.

GRECIA (*Soc. Elettrica di Produzione*).

In questo Paese la pratica corrente è di mettere il punto neutro a terra, sia per le reti ad alta tensione, che per quelle a bassa tensione. Per queste ultime la messa a terra si fa presso le sottostazioni di trasformazione e non presso gli utenti.

LUSSEMBURGO (*Compagnia Granducale di Elettricità del Lussemburgo*).

Le reti a bassa tensione (380/220 V) hanno il punto neutro a terra. È impossibile fino a oggi constatarne i risultati, dato che l'uso del neutro a terra è cominciato solo dopo il 1929.

GIAPPONE.

Questo rapporto afferma che la messa a terra si impone per impedire il formarsi di sovratensioni prodotte per induzione elettrostatica sulle macchine e sugli apparecchi ad alta tensione, o il pericolo di contatti accidentali tra alta e bassa tensione. La pratica della messa a terra del neutro è ben stabilita al Giappone con regolamenti speciali ai quali si devono uniformare tutti gli impianti industriali. Tali Regolamenti specificano il modo di eseguire la connessione a terra, cioè le piastre, la connessione, ecc.

ING. ULISSE DEL BUONO.

ING. NOVERINO FALETTI
DELLA SOCIETÀ DINAMO

Un caso particolare di protezione differenziale

È il caso della protezione differenziale di un gruppo alternatore-trasformatore quando il trasformatore abbia il collegamento triangolo-stella ed alimenti una linea di trasmissione funzionando col punto neutro dell'avvolgimento secondario direttamente collegato alla terra. In tale caso se non si ricorre, come si vedrà, ad opportuni accorgimenti, il relais differenziale funziona ogni qualvolta si abbia un arco a terra su una fase in linea, provocando l'intempestiva messa fuori servizio del gruppo.

È noto che il relais differenziale ha il compito di proteggere il gruppo alternatore-trasformatore dai guasti che si manifestano nel gruppo stesso, nel tratto compreso fra le due terne di riduttori di corrente installati rispettivamente sul neutro dell'alternatore e sui montanti del secondario del trasformatore — e che esso deve invece rimanere insensibile a qualsiasi guasto che si produca all'infuori dei due gruppi di riduttori suddetti e particolarmente quindi ai guasti in linea. Un guasto al macchinario deve determinare la immediata messa fuori servizio del gruppo: epperciò il relais differenziale è un relais molto sensibile, ad azione istantanea o quasi; invece un guasto in linea deve poter essere sopportato per alcuni secondi dai gruppi generatori, per permettere l'intervento degli apparecchi limitatori di corrente, o permettere agli interruttori delle derivazioni dalla linea principale di distaccare i tronchi di linea guasti, evitando interruzioni generali del servizio.

La fig. 1 rappresenta lo schema normale d'inserzione del relais differenziale nel caso in esame.

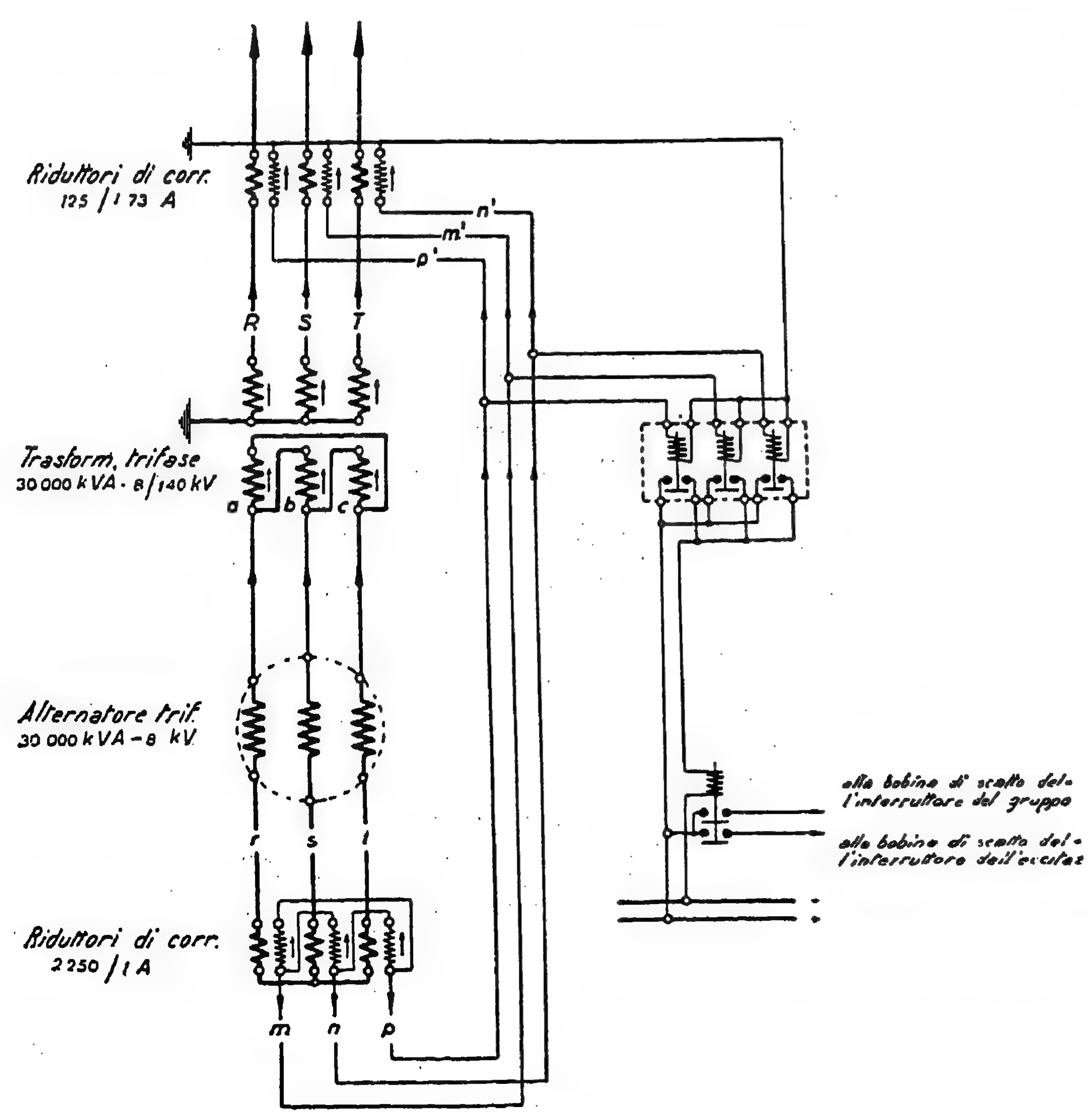


Fig. 1. - Schema d'inserzione del relais differenziale.

Le bobine del relais sono percorse dalla differenza fra le correnti *m*, *n*, *p* ed *m'*, *n'*, *p'* che provengono rispettivamente dai riduttori installati sul neutro dell'alternatore e sui montanti secondari del trasformatore.

I diagrammi vettoriali della fig. 2 mostrano chiaramente che, nel caso di normale funzionamento del gruppo, anche con sovraccarico, il relais rimane inattivo, perchè le correnti *m*, *n*, *p* sono rispettivamente uguali in grandezza e fase alle *m'*, *n'*, *p'* e le bobine del relais non sono percorse da corrente.

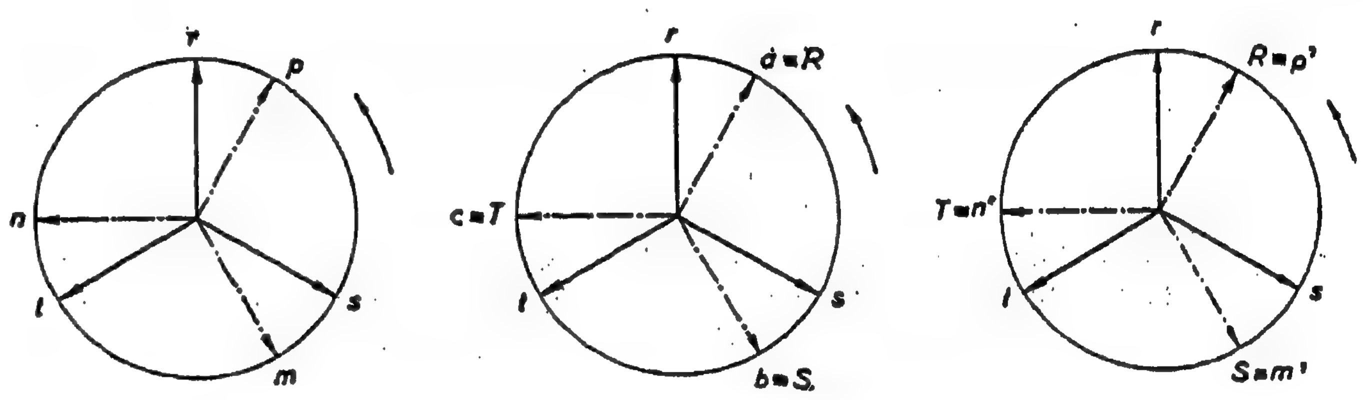


Fig. 2. - Diagrammi delle correnti negli avvolgimenti dell'alternatore, del trasformatore e nei secondari dei riduttori di corrente che alimentano il relais differenziale.

$m = s\text{-}r,\ n = t\text{-}s,\ p = r\text{-}t \qquad a = r\text{-}t,\ b = s\text{-}r,\ c = t\text{-}s$

$m = n = p = 1{,}73$ Amp. $\qquad m' = n' = p' = 1{,}73$ Amp.

È facile dimostrare che in tutti i casi di guasti che avvengono nell'interno del gruppo (corto circuito fra due o tre fasi, arco a terra su una o due fasi ecc.) il relais funziona regolarmente, con sensibilità diversa a seconda del genere del guasto. È pure facile dimostrare che il relais rimane inattivo in tutti i casi di guasti che avvengono in linea, salvo che per il caso particolare di cui si è detto al principio della presente nota: arco a terra di una fase in linea quando il punto neutro del trasformatore è pure collegato con la terra.

La fig. 3 mostra l'andamento della corrente di guasto in questo caso e l'andamento delle correnti che essa richiama — in sovrapposizione a quelle dovute al carico normale e che non hanno influenza sul relais — negli avvolgimenti del trasformatore, dei riduttori e nelle bobine del relais.

Se si indica con *i* la corrente di terra espressa in frazione della corrente normale del gruppo (in modo che $i = 1$ stia ad indicare una corrente di guasto uguale a quella normale), si vede che le bobine del relais sono percorse ciascuna da una corrente uguale a $0{,}58\ i$, e poichè il relais, nelle condizioni di massima sensibilità, funziona quando le sue bobine sono percorse da una corrente uguale a 0,34 Amp. circa (20% della corrente nominale di 1,73 Amp.), ne consegue che il gruppo viene messo fuori servizio per ogni arco a terra che si verifica in linea e che assorba una corrente pari al 60% circa $\left(i = \frac{0{,}34}{0{,}58} = 0{,}59\right)$ di quella corrispondente al pieno carico normale del gruppo.

Un cosiffatto intervento del relais differenziale è quindi del tutto indesiderabile: esso provoca interruzioni di servizio che potrebbero qualche volta essere evitate. Molto spesso infatti questi archi a terra, per la loro distanza dalla centrale e per la

loro stessa resistenza assorbono correnti che, pur funzionando col neutro a terra, non sono di molto superiori alla corrente normale di un gruppo; se il relais differenziale non intervenisse a mettere immediatamente fuori servizio il gruppo, molto spesso

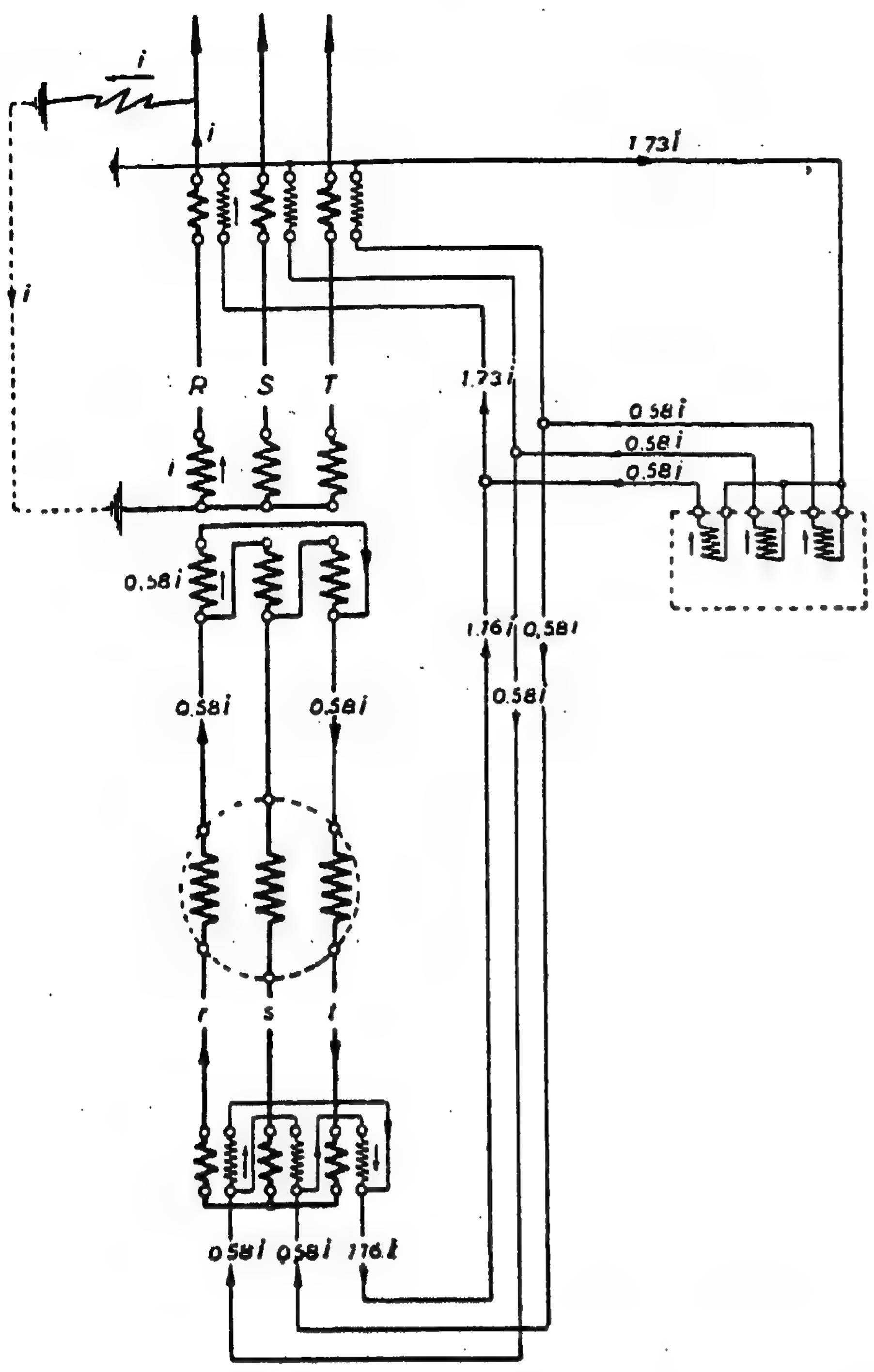


Fig. 3. - Andamento della corrente di guasto quando va a terra una fase in linea funzionando col neutro del trasformatore a terra.

questi archi si spegnerebbero da sè o per l'intervento del limitatore di corrente e si sarebbe evitata un'interruzione; comunque il distacco della linea guasta non avverrebbe che in caso di permanenza del guasto ed il gruppo potrebbe eventualmente continuare ad alimentare altre linee sane che funzionassero in parallelo con la prima.

La centrale «San Francesco» a Mese della Interregionale Cisalpina si trova precisamente nel caso particolare in esame e l'inconveniente di cui si tratta si è verificato con tanta fastidiosa frequenza che si può dire che il 90% delle andate fuori servizio dei gruppi generatori è da attribuire al funzionamento del relais differenziale; quasi sempre l'andata fuori servizio avviene istantaneamente senza che gli apparecchi del quadro — amperometri, wattmetri, limitatori di corrente — accusino assorbimenti eccessivi di corrente.

Si sono pertanto studiati i provvedimenti da prendere per eliminare un siffatto inconveniente, sopratutto in vista dell'installazione di nuove linee di trasmissione che permetteranno

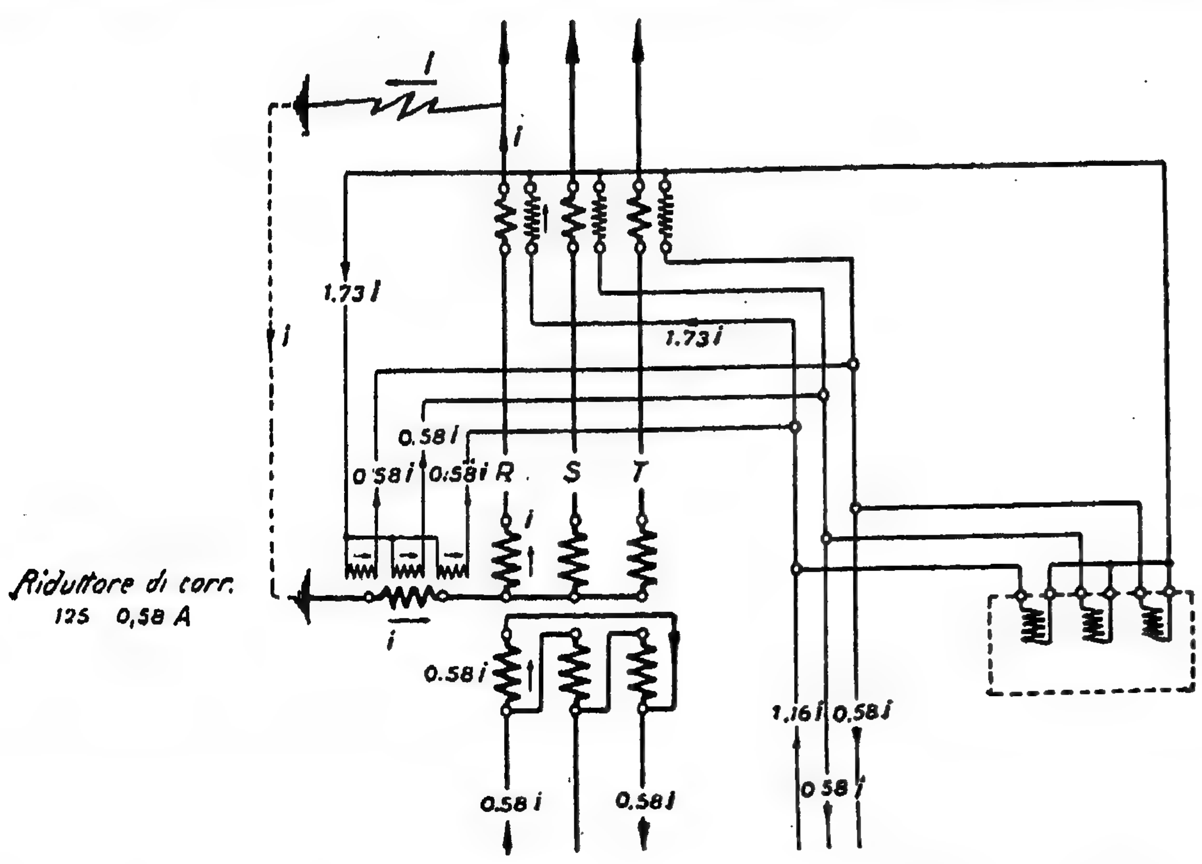


Fig. 4. - Andamento della corrente di guasto in seguito all'inserzione di uno speciale riduttore di corrente sul collegamento a terra del neutro.

ai gruppi generatori della centrale di funzionare su due e più linee in parallelo.

Una prima idea è stata quella di ricorrere allo schema di fig. 4. Inserire cioè sul conduttore di collegamento fra il neutro del trasformatore e la terra un riduttore di corrente munito di tre avvolgimenti secondari identici, per ciascuno dei quali si abbia un identico rapporto di trasformazione 125/0,58 Amp.

Questi avvolgimenti secondari costituiscono tre impedenze elevatissime al passaggio della corrente nel caso che il primario del riduttore non sia percorso da corrente, nel caso cioè che non vi siano archi a terra in linea; presentano invece resistenza nulla al passaggio, in ciascuno di essi, della corrente 0,58 *i* nel caso di un arco a terra che assorba la corrente di guasto *i*.

Nel primo caso quindi l'inserzione dello speciale riduttore, nel collegamento a terra, non modifica per nulla l'andamento delle correnti nei circuiti della protezione differenziale preesistente; nel secondo caso invece la corrente 1,73 *i*, proveniente dal secondario del riduttore inserito sulla fase che va a terra, viene richiamata dai tre secondari dello speciale riduttore e non passa più per le bobine del relais, il quale rimane così inattivo.

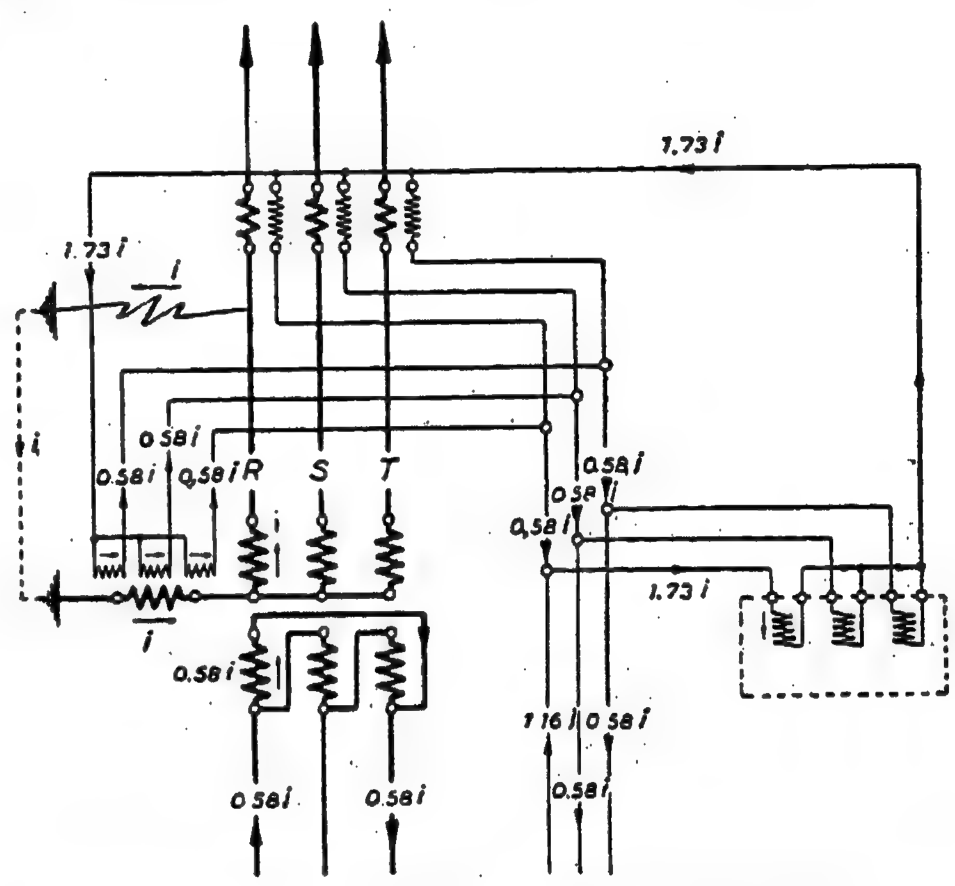


Fig. 5. - Come a fig. 4 nel caso di guasto interno al gruppo.

Potrebbe sorgere il dubbio che nel caso dell'andata a terra di una fase in un punto compreso fra il neutro del trasformatore ed il riduttore di corrente, il relais differenziale non funzionasse, come invece dovrebbe trattandosi di guasto interno al

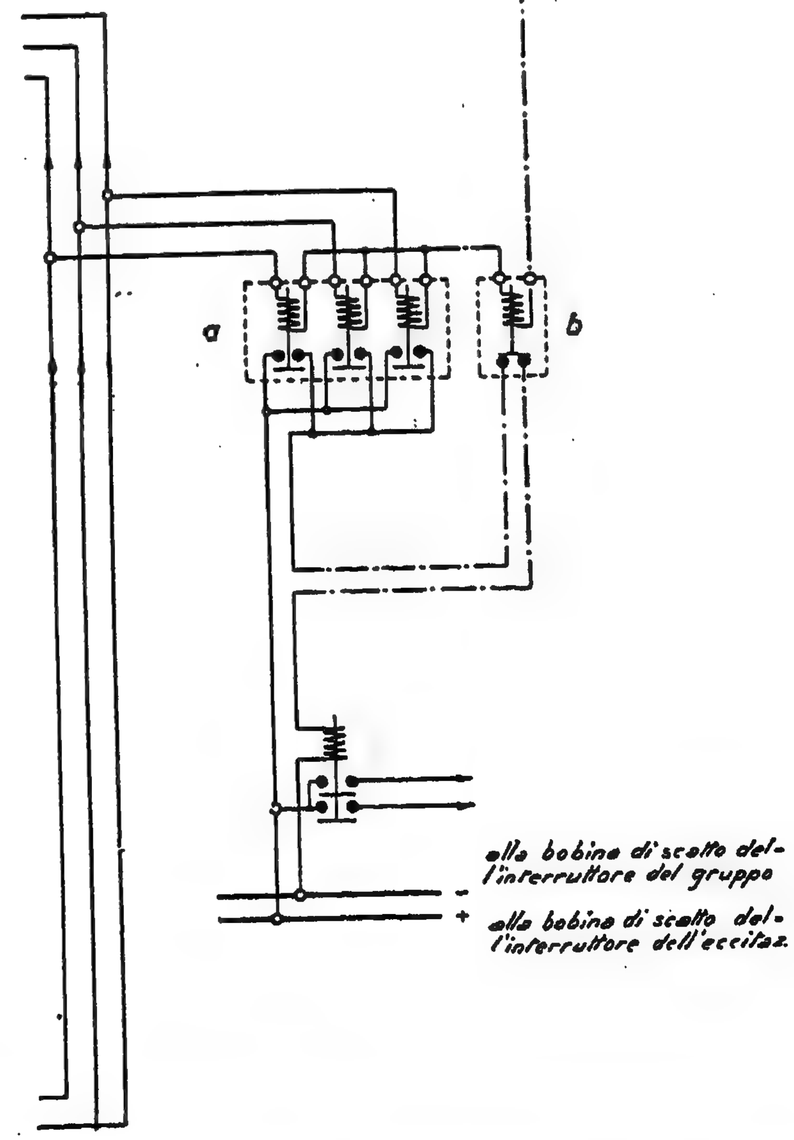


Fig. 6. - Schema del relais differenziale col relais di blocco.
a = relais differenziale ordinario; *b* = relais di blocco.

gruppo. La fig. 5 fa però vedere che, in siffatto caso di guasto, una delle tre bobine del relais è percorsa dalla corrente $1{,}73\, i$ e tranquillizza quindi sul funzionamento corretto del relais anche in questo caso.

La Casa fornitrice del relais differenziale ha proposto un'altra soluzione, più semplice e meno costosa e che perciò è stata adottata; essa è rappresentata nello schema della fig. 6 ed è basata sul fatto che il filo di collegamento fra il punto comune dei secondari dei riduttori di alta tensione e quello delle bobine del relais è percorso da corrente nel solo caso di guasto che stiamo considerando, mentre che, come è facile dimostrare, in tutti gli altri casi di guasti in linea o nell'interno del gruppo non circola in esso nessuna corrente. Su questo filo di collegamento è stato pertanto inserito un relais unipolare ad induzione, dello stesso tipo del differenziale, ma con sensibilità doppia, il quale, funzionando per effetto della corrente che percorre il suddetto conduttore di collegamento, interrompe il circuito di scatto su cui agisce il differenziale annullando l'effetto del funzionamento di quest'ultimo. La sensibilità di questo relais ausiliario o di blocco, che è doppia di quella del relais differenziale, ed il fatto che la sua bobina è percorsa da una corrente tripla di quella che percorre le bobine del differenziale, garantiscono che il contatto del relais di blocco si apra prima che si siano chiusi quelli del differenziale e, nel ritorno al normale, si chiuda dopo che si siano aperti quelli del differenziale.

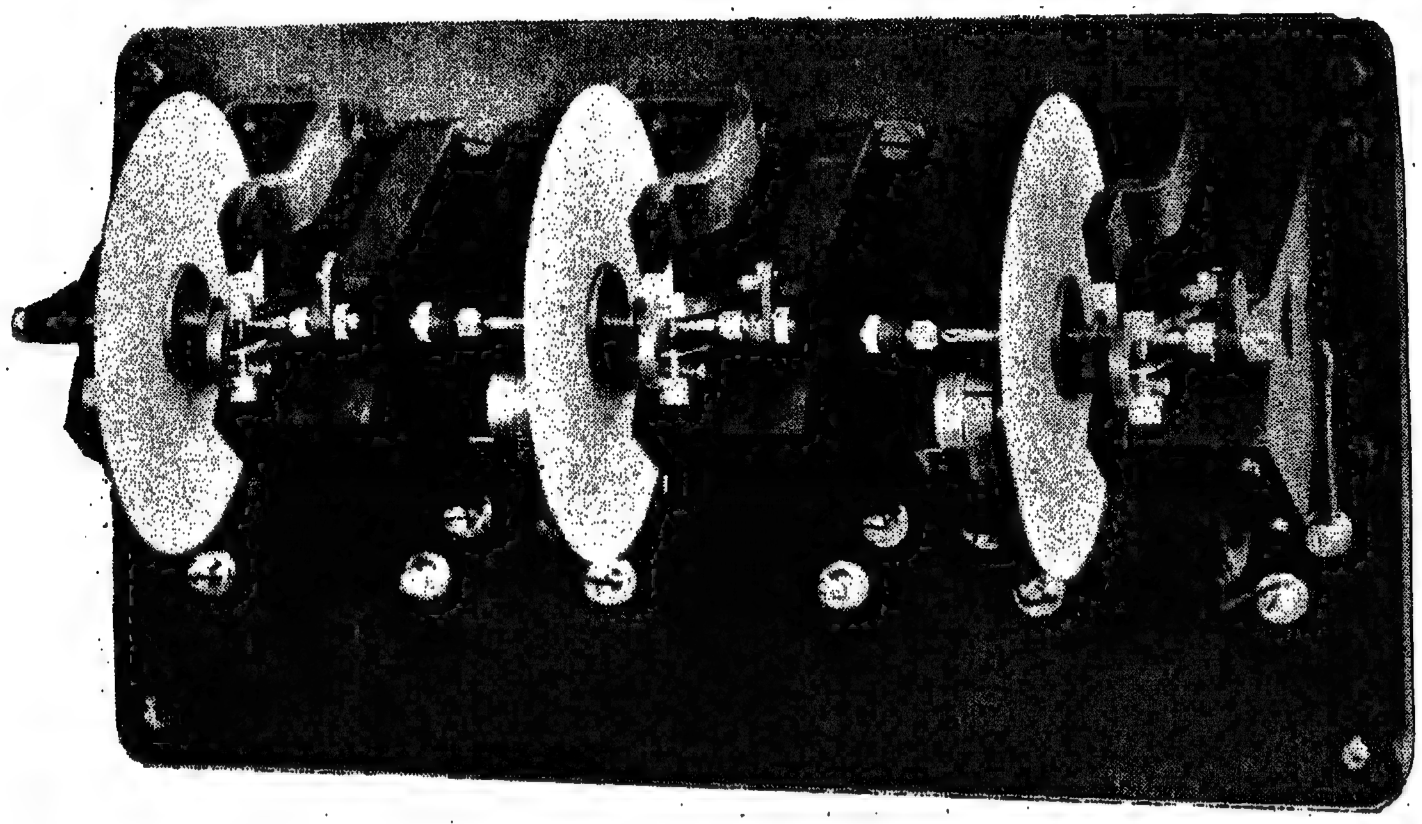


Fig. 7. - Relais differenziale tripolare tipo A D 6/3 per Amp. 1,73.

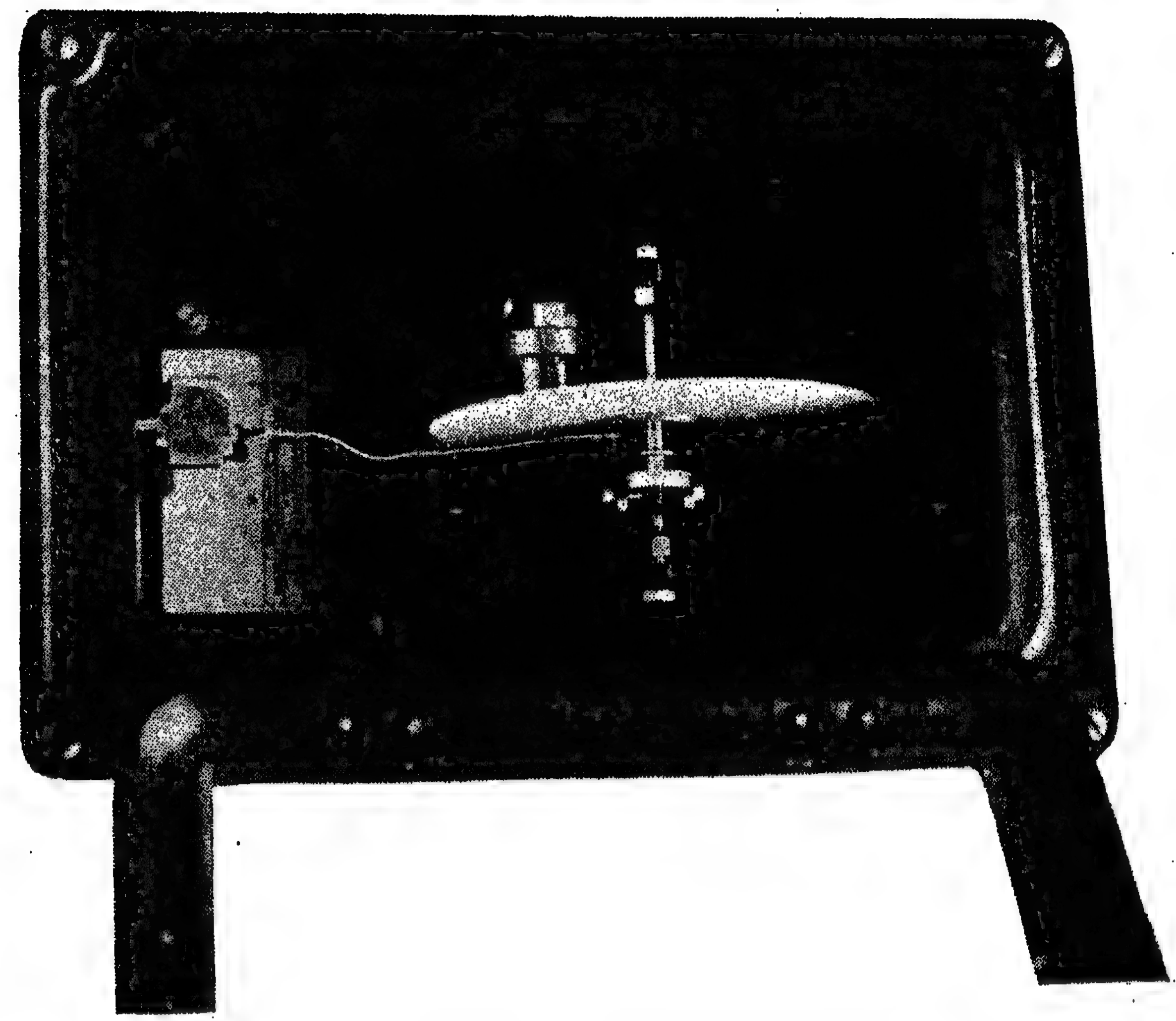


Fig. 8. - Relais di blocco unipolare tipo A D 4/1 per Amp. 1,73.

Il relais ausiliario è stato installato per esperimento su uno dei gruppi della centrale « San Francesco », e l'esperienza di alcuni mesi di esercizio ha confermato pienamente il suo corretto funzionamento. Il gruppo munito del relais di blocco non è più andato fuori servizio per effetto del funzionamento del relais differenziale, ma solo in seguito a intervento dei relais di massima corrente; è avvenuto inoltre che, funzionando due gruppi in parallelo sulla stessa linea e verificandosi un arco a terra di una fase in linea, è andato fuori servizio, per l'intervento del relais differenziale, il gruppo sprovvisto di relais ausiliario, mentre quello che ne era provvisto è rimasto in servizio, evitando così una interruzione generale. Il risultato non poteva essere più soddisfacente ed è stato pertanto deciso di installare tale relais di blocco su tutti i gruppi della centrale.

ING. NOVERINO FALETTI.

Il consumo industriale dell'energia elettrica e la sua incidenza sui costi dei prodotti

Riteniamo di far cosa grata ai lettori riportando dalla Rivista Realtà (1° *settembre* 1930) *una comunicazione dell'Ing. Guido Ucelli ed una fatta seguire ad essa dall'On. Ing. Giacinto Motta al «Rotary» di Milano. — Le due interessantissime conferenze trattano gli importanti argomenti del consumo industriale dell'energia elettrica, del suo incremento, dei suoi effetti economici e della piccola incidenza dei suoi prezzi sul costo dei prodotti.*

In tema di consumo di energia elettrica

La constatazione che il consumo di energia elettrica tende all'aumento, malgrado l'attuale ridotta attività di singole industrie, è facilmente giustificata, almeno per quanto riguarda l'industria meccanica.

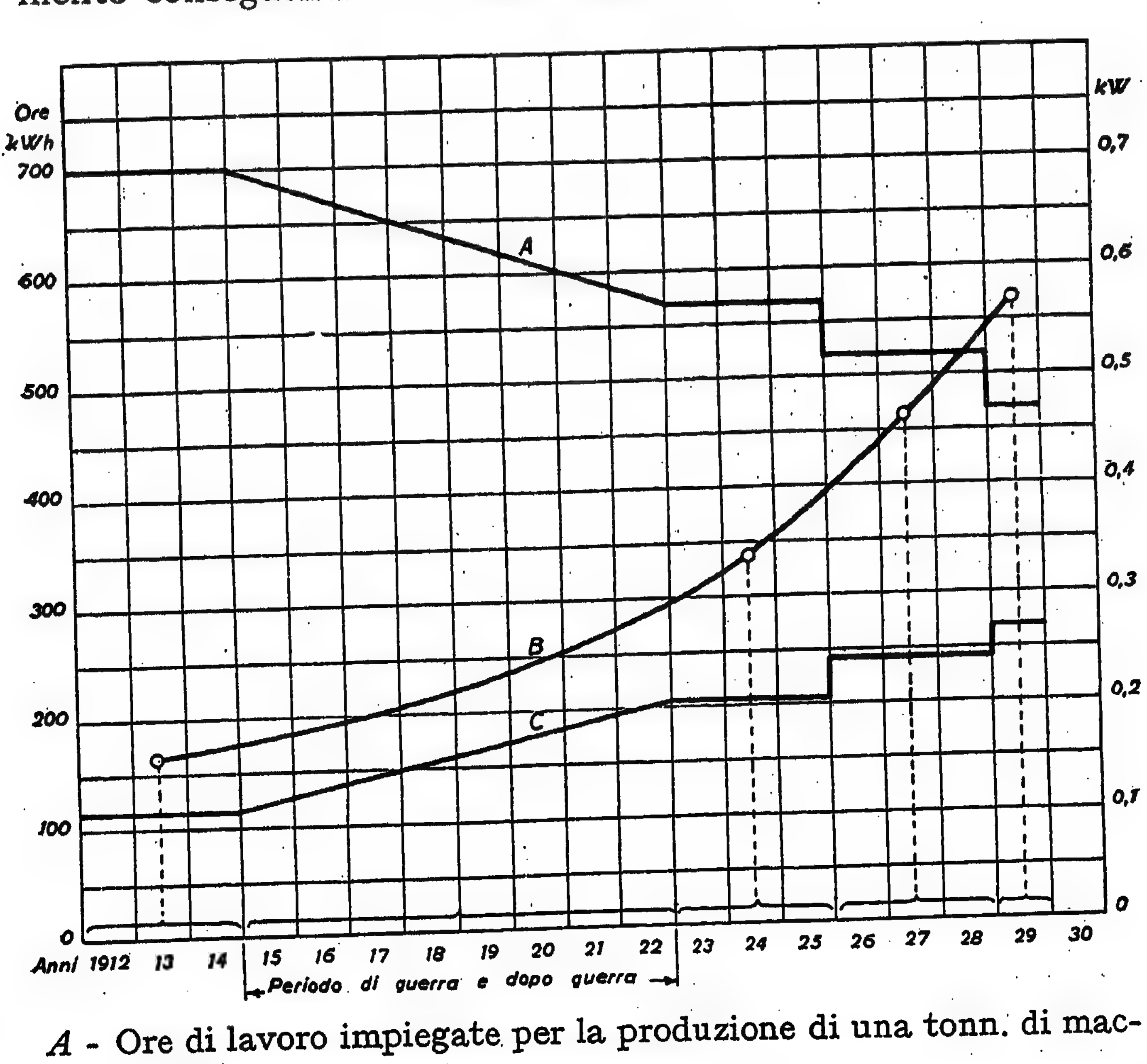
Il fenomeno riesce spiegabile, se si considera che uno dei postulati fondamentali dell'organizzazione razionale è di ridurre al minimo il lavoro manuale e di estendere per quanto possibile quello meccanico non solo, ma di intensificare al massimo lo sfruttamento dei mezzi produttivi.

I mezzi di sollevamento e in parte i mezzi di trasporto interni vengono elettrificati, si estende sempre più l'uso di nuovi processi di lavoro mediante aria compressa, — nelle fonderie per la formatura dei getti mediante macchine a scosse, macchine lancia-sabbia, ecc. e per la sabbiatura e sbavatura —, nelle officine coll'adozione di smerigliatrici, martelli e trapani pneumatici.

Dalle macchine utensili si esigono velocità di taglio e di avanzamento sempre maggiori, velocità rese ora possibili dall'introduzione dei nuovi acciai e leghe speciali (al cobalto, Widiametal, ecc.), che permettono di lavorare normalmente con velocità di quasi 100 metri al minuto, cosa che alcuni anni addietro non era neppure concepibile. Il comando di simili macchine richiede motori sempre più potenti e consumi sempre più elevati di energia.

Si rileva anche la tendenza ad estendere l'impiego della corrente continua nelle officine meccaniche, per la maggior facilità di regolare la velocità delle macchine operatrici a seconda delle esigenze dei singoli lavori.

Queste trasformazioni (di energia elettrica in energia pneumatica, di corrente alternata in corrente continua) rappresentano pure un maggiore consumo di kW per le perdite di rendimento conseguenti alle trasformazioni.



A - Ore di lavoro impiegate per la produzione di una tonn. di macchinario.
B - kW impegnati per operaio.
C - kWh impiegati per ogni tonn. prodotta.

Anche il consumo di energia per l'illuminazione delle officine si accentua, per la necessità di migliorare le condizioni di lavoro del personale.

Senza voler generalizzare le constatazioni suesposte che si riferiscono particolarmente alla Società Riva, è però evidente che anche gli altri stabilimenti meccanici non possono sottrarsi alla evoluzione della tecnica del lavoro.

Sarebbe molto interessante avere dei dati statistici su questo argomento, almeno per le più importanti aziende, così da poter meglio controllare il fenomeno.

Per quanto riguarda la Società Riva, a conferma ed a dimostrazione delle considerazioni suesposte, come risulta dalla tabella e dai diagrammi qui pubblicati, nel periodo prebellico il consumo di energia corrispondeva ad una media di 0.165 kW per operaio, mentre tale consumo è salito a 0,570 kW nel 1929, con aumento quindi del 350 per cento.

È per contro interessante notare che nel 1929 la produzione totale di macchinario (in tonnellate) è stata leggermente inferiore alla media del triennio precedente, per stasi nell'esecuzione dei nuovi grandi impianti idroelettrici, occupandosi le Officine Riva solo della costruzione di macchinario idraulico.

Periodo	Consumo medio annuale in kWh	Media annuale ore di lavoro	kW impegnati per operaio
1912-13-14	145.000	880.000	0,165
1923-24-25	388.000	1.159.000	0,337
1926-27-28	534.000	1.146.000	0,265
Anno 1929	580.000	1.017.000	0,570

Ad illustrazione dei concetti seguiti nella compilazione di questo studio, è da aggiungere che, trattandosi di una industria di grossa meccanica con lungo ciclo di lavorazione, il periodo di un solo anno non può dare un'idea precisa e regolare dell'andamento, ma conviene considerare invece la media di un triennio.

Si è quindi analizzato il triennio 1912-1914 come un periodo normale prebellico, trascurando gli anni dal 1915 al 1922 che risultarono eccezionali per lo stato di guerra e per le note limitazioni e restrizioni nel consumo dell'energia elettrica, mentre l'immediato dopoguerra rappresenta pure un deprecato periodo anormale per le continue agitazioni delle maestranze con scioperi ripetuti, occupazione delle fabbriche, ecc.

Col 1923 si può considerare la ripresa della normale attività del paese.

Dalle condizioni suesposte che si ritiene si verifichino in genere per le officine di costruzioni meccaniche, si può arrivare alla conclusione che, dato il dimostrato continuo incremento dell'impiego di energia elettrica, non appena si verificherà una ripresa di attività, le società distributrici di energia dovranno fronteggiare un rilevante incremento di consumo: ciò che d'altra parte dovrebbe verificarsi anche considerando i consumi ancora notevolmente superiori assorbiti da analoghe industrie in paesi di più avanzata evoluzione tecnica.

Auguro che analoga indagine possa essere fatta per altre industrie onde poter ricavare elementi e dati di carattere generale.

ING. GUIDO UCELLI.

L'incidenza del prezzo dell'energia elettrica

L'ing. Guido Ucelli ha esposto una delle spiegazioni possibili dell'incremento nel consumo di energia elettrica verificatasi in Italia in questi ultimi mesi. Aggiungo qualche mia considerazione.

Intanto, il 20 giugno u. s., ho telegrafato al Capo del Governo quel che è successo in maggio. In maggio vi è stato un incremento medio del 4½ %. Nell'Italia settentrionale tale incremento è stato del 3,26; nell'Italia centrale dell'8,34; nell'Italia meridionale del 5,02, nelle Isole del 12,95. Nei primi cinque mesi dell'anno abbiamo un incremento medio del 5,18 rispetto allo stesso periodo dell'anno scorso, incremento che è minore di quello verificatosi nello scorso anno, ma che nondimeno esiste.

Le spiegazioni di questo fatto — l'ho già detto — sono difficilissime, forse impossibili. L'ing. Ucelli ne ha data una, che certamente è interessante. Egli ha detto che l'incremento dipende dalla progressiva meccanizzazione dell'industria, cioè dal progresso umano in marcia, perchè, credo di poterlo dire senza suscitare dispute, il progresso umano porta ad un alleggerimento della fatica, e se il cavallo meccanico sostituisce l'uomo, è tanto di guadagnato.

Le cifre contenute nella tabella presentata dall'ing. Ucelli sono molto istruttive. Io le ho commentate per conto mio.

Le ore di lavoro che le officine Riva dedicavano alla costruzione di una tonnellata di macchinario erano 703 nel 1912-13-14, e sono discese a 470 nel 1929, con un risparmio, dunque, di 233 ore. Calcolando ogni ora di lavoro a tre lire, si ha un risparmio totale di circa 700 lire. Vada il nostro plauso alle Costruzioni Meccaniche Riva, così come deve andare ad ogni cittadino predisposto al lavoro produttivo, il quale si preoccupi di diminuire il costo di produzione.

Che cosa ha permesso di raggiungere questo risultato? Non vi è dubbio che è stata precisamente la forza meccanica; ed infatti simultaneamente è andato aumentando il consumo di energia elettrica, salendo da 116 kWh a 270 kWh per tonnellata.

Può essere interessante fare un bilancio. Calcoliamo l'energia elettrica a 30 centesimi al kWh. Ciò vuol dire che le 35 lire che ai prezzi odierni si consumavano anteguerra di energia elettrica per ogni tonnellata di prodotto, sono andate crescendo fino a raggiungere 81 lire: quindi, 46 lire di incremento, le quali hanno permesso di risparmiare 700 lire di mano d'opera. Dunque, facciamo il panegirico dell'energia elettrica, la quale con un irrilevante aumento di spesa fa risparmiare una spesa enorme di mano d'opera. Rapportando queste 46 lire di maggiore spesa per energia elettrica alle 700 lire di minore costo di mano d'opera, si ha una percentuale inferiore al 7 %.

E qui viene naturale estendere il ragionamento. Si spendono 81 lire di energia elettrica per una tonnellata di prodotto. Quanto vale una tonnellata di prodotto? Noi sappiamo che in media le turbine si vendono oggi dalle 5,50 alle 8 lire al kg, diciamo 5,50 per le grandissime; 6 lire per le normali. Ora, 81 lire, costo dell'energia elettrica, su 6.000 lire, valore di una tonnellata di prodotto, dànno qualcosa come l'1,3 %. L'energia elettrica pesa in quella lavorazione con la modestissima incidenza dell'1,3% sul prezzo del prodotto. Ecco perchè ho detto che dovevamo fare il panegirico dell'energia elettrica, considerata come forza messa a disposizione dell'uomo per diminuire la sua fatica e a disposizione dell'organizzatore, per diminuire il costo del prodotto.

Mi si potrebbe dire: che cosa c'entra il prezzo del prodotto? La turbina è fatta con la ghisa, con l'acciaio, e questi bisogna comperarli. Quello che si produce in officina è soltanto un incremento del valore delle materie prime. Le tabelle del collega Ucelli non dànno gli elementi per fare questo conto, ma una idea se ne può avere ugualmente sulla base delle statistiche che il paese più meccanico del mondo — gli Stati Uniti — offre a lato di quello che lo segue immediatamente dopo — la Germania.

A questo proposito mi si permetta di deplorare ancora una volta che qui fra noi ci sia tanto terrore a far conoscere quali sono gli elementi concreti, pratici, positivi della produzione, e ciò in tutti i campi, compreso il mio. Nel recente Congresso degli industriali di energia elettrica ho pure deplorato il fatto che i miei colleghi avevano tappato la bocca all'amico Cenzato il quale era incaricato di dirci quanto costava la distribuzione nei grandi centri dell'energia elettrica. Infatti essi non fornirono i dati che li riguardavano se non a patto che si facesse una media generale.

Io deploro questo, primo: per una considerazione di ordine morale (se la parola « morale » non potesse far apparire istrione colui che l'adopera, e quindi diciamo pure spirituale), perchè è fuori di dubbio che quando un problema è posto a carte scoperte, la discussione diventa più simpatica, più chiara, più sincera, e l'elemento suspicione, che è in fondo a ciascuno di noi, scompare di botto. La seconda ragione è che senza conoscere i fatti, diventa difficile non soltanto poter esaminare gli interessi che sono sempre in contrasto, ma anche suggerire le vie per il perfezionamento della produzione con vantaggio di tutti. Negli Stati Uniti la pubblicazione delle statistiche ha raggiunto una tale ampiezza e una tale completezza che non si potrebbe augurare niente di meglio al nostro paese, se volesse avviarsi su questa strada.

Ebbene, negli Stati Uniti l'energia elettrica consumata in tutti gli stabilimenti industriali, se riferita al valore totale dei prodotti, ha un'incidenza del 2%. È confortante che questo risultato combaci perfettamente con le nostre affermazioni. Ove però si riferisca il consumo all'incremento di valore che si determina nella trasformazione delle materie prime, nelle singole categorie di industria, allora si trova, o meglio si è trovato, negli Stati Uniti che l'incidenza dell'energia elettrica sale al 5%. Questo ci permette di dire che l'incidenza è talmente piccola che se anche l'energia elettrica fosse fornita gratuitamente ad alcune attività economiche della nazione, le difficoltà che queste attività devono risolvere rimarrebbero pressochè inalterate.

Abbiamo avuto qui un esempio concreto di lavorazione meccanica. Abbiamo visto cioè che il costo dell'energia elettrica occorrente a produrre una tonnellata di turbine idrauliche è di 81 lire; se anche esso si riducesse a 50, il prezzo delle turbine rimarrebbe invariato, perchè l'incidenza è inferiore, si badi bene, all'approssimazione con cui si può determinare in preventivo il costo del prodotto.

Qui dunque l'incidenza è tale che se anche si annullasse, il problema per l'attività economica produttiva di turbine rimarrebbe inalterato.

Ma dove questa verità ha un valore assolutamente determinante di tutte le soluzioni, è nell'agricoltura. Nell'agricoltura, in base a constatazioni di esattezza matematica, si verificano le stesse condizioni constatate nelle industrie. Cioè l'incidenza della spesa di energia elettrica applicata all'agricoltura in tutte le sue forme, è ancora più piccola che non nella trasformazione industriale. Anche a lume di buon senso questo si capisce; infatti durante quattro mesi dell'inverno, l'agricoltura praticamente riposa, e nelle altre stagioni il massimo consumo è quello richiesto dall'acqua di irrigazione (dove deve essere sollevata), salvo che il buon Dio non pensi lui ad arrestare con la pioggia il motore irriguo. Nelle fattorie poi il consumo di energia elettrica è trascurabile.

Supponiamo pure, dunque, di regalare l'energia elettrica (è inutile notare che questo regalo dovrebbero pagarlo le altre categorie di utenti, perchè manifestamente le aziende elettriche non possono sottrarsi alle conseguenze economiche di questo regalo): il problema economico dell'agricoltura rimarrebbe tale e quale.

L'ing. Casini ha perfezionato questo ragionamento. Dopo aver fatto un'analisi che gli è costata qualche anno di studio nelle singole applicazioni agricole, ha formulato questa verità che io annunzio per conchiudere. Perchè possa essere consumata, l'energia elettrica deve essere portata alle fattorie. Per portarla alle fattorie bisogna fare la strada elettrica, cioè la linea. Questa strada ha bisogno di apparecchi che si chiamano trasformatori. La spesa annua è rappresentata dall'interesse e dall'ammortamento del capitale investito in questo sistema arterioso che deve trasportare l'energia elettrica. Ebbene, rispetto agli oneri inerenti a questo investimento di denaro, il costo dell'energia elettrica è assolutamente trascurabile, talchè se anche l'energia elettrica fosse fornita gratuitamente dalle imprese, ma giustamente dovesse l'agricoltore andarsela a prendere nei luoghi più vicini alla fattoria, il problema rimarrebbe ugualmente grave, anzi per tutta l'Italia gigantesco. In base ai calcoli del Casini risulterebbe che, per portare l'energia elettrica a tutte le fattorie delle campagne italiane, occorrerebbero 5 miliardi di lire. Il consumo di queste fattorie potrebbe essere, sì e no, di 500 milioni di kWh; se anche raggiungesse un miliardo di kWh, ogni kWh sarebbe gravato di almeno 75 o 80 centesimi di oneri per il fatto solo degli investimenti.

Ho preso occasione dalla relazione dell'ing. Ucelli per cercare di raggruppare le idee e gli elementi che sono a mia disposizione e così contribuire a formare su questo problema quell'opinione delle classi dirigenti che una volta si diceva governasse il mondo, e che anche adesso, grazie alla perfetta obiettività dell'Uomo che regge l'Italia, può sempre essere ascoltata.

ING. GIACINTO MOTTA.

Ordinamento amministrativo-contabile della sezione utenti di una azienda elettrica di primaria importanza

(*Continuazione e fine, vedi Fasc. VII, Vol. VII, Luglio* 1930)

RAPPORTI DELLA SEZIONE UTENTI CON IL PUBBLICO E CON IL REPARTO IMPIANTI INTERNI DI OFFICINA

Non mi soffermo sulla descrizione del contenuto dei moduli di contratto o di domanda riguardanti le diverse forme di fornitura di energia elettrica, di quelli riguardanti il nulla osta all'installazione dell'impianto, rilasciati dal proprietario dello stabile, e della richiesta dell'installatore ad eseguire l'impianto, perchè ogni Società distributrice d'energia elettrica predispone detti documenti con criteri e modalità proprie, tenendo presenti anche le necessità di carattere legale allo scopo di renderli perfetti ed efficaci a tutti gli effetti.

Potrà, se del caso, essere preso in esame il formato del modulo di contratto per il suo riferimento al problema dell'archiviazione, in merito al quale venne sufficientemente scritto nel precedente articolo (numero di luglio 1930).

Nella presente nota verranno invece particolarmente esaminate le varie operazioni che «abitualmente» si compiono dalla presentazione della domanda dell'utente alla fornitura dell'energia, con riferimento all'opportunità di evitare duplicati di scritturazione ed alla necessità d'inquadrare ogni singolo contratto o domanda nel sistema di statistica descritto nel citato articolo precedente.

PROTOCOLLO CONTRATTI O DOMANDE.

Il protocollo contratti è a fogli sciolti, doppi, e ciò per poter eseguire, a mezzo ricalco, la copia per il Reparto Impianti Interni di Officina.

Nella fig. 1 si ha una rappresentazione ridotta del modulo stampato sulla prima metà del foglio; l'altra metà è uguale alla prima ed ha in più l'indicazione di «Copia per l'Officina». La larghezza normale di mezzo foglio è di cm 38.

I fogli finchè sono sciolti si conservano in un apposito raccoglitore, salvo rilegarli in un unico fascicolo alla fine di ogni trimestre o bimestre.

Ciascun contratto viene contraddistinto da un numero che accompagnerà sempre l'utente, ragione per cui detto numero farà parte delle indicazioni contenute nella targhetta metallica, ampiamente esaminata e descritta in precedenza.

Per ogni contratto, oltre al numero dell'utente ed alla via, verranno scritti nelle apposite colonne del foglio del registro protocollo i numeri relativi alla categoria e alla classe, nonchè le sigle convenute per la qualifica dell'impianto, e precisamente Lc - Lf - Fc - Ff.

Le classi della categoria « E » sono opportunamente ripartite in quattro colonne, all'unico scopo di facilitare lo spoglio delle domande necessario, ad ogni fine mese, per la compilazione dei dati statistici.

Giornalmente la copia del foglio protocollo viene trasmessa al Reparto Impianti Interni di Officina, il quale provvede tempestivamente ai necessari sopraluoghi e verifiche.

Simile al protocollo contratti e delle stesse dimensioni è il protocollo cessazioni (fig. 2), pure questo eseguito in duplice copia a mezzo ricalco.

Con l'uso di questi due protocolli riesce facile determinare mensilmente il movimento degli utenti e conseguentemente ricavare i dati statistici riguardanti, sia pure in via approssimativa (in quanto le variazioni della consistenza iniziale dell'impianto sono per la quasi totalità «ad libitum» dell'utente), le lampade, gli H. P. e gli eventuali apparecchi installati.

I fogli di protocollo, perchè sciolti, possono, volendo, essere scritti anche a macchina.

Oltre al protocollo contratti sopra descritto il quale, ripetesi, segue l'ordine numerico progressivo, l'ufficio tiene in ordine alfabetico di utente i varii moduli di contratto in attesa di perfezionamento, sui quali, come descritto nell'articolo precedente, vengono riportate le necessarie indicazioni. In tal modo l'Ufficio Contratti è in grado di individuare la domanda dell'Utente oltrechè col nome, anche col numero e con la data.

Il protocollo contratti viene tenuto aggiornato nelle indicazioni riguardanti il collaudo, la posa del contatore e la fornitura di corrente, per modo che, in qualsiasi momento e in brevissimo tempo, sia possibile determinare la situazione delle varie domande riguardanti impianti non ancora funzionanti, senza dover ricorrere allo spoglio dei relativi contratti o di altri documenti.

COLLAUDO – ESAZIONE TASSE DIVERSE – DEPOSITI.

Ad evitare scritturazioni superflue, il modulo di collaudo (fig. 3), da compilarsi e presentarsi a cura dell'installatore autorizzato, venne predisposto in modo da servire anche come documento interno del Reparto di Officina interessato.

Al momento della presentazione da parte dell'installatore del modulo in esame, l'Ufficio Contratti provvederà ad esigere le tasse contrattuali di collaudo, di posa contatore, nonchè il deposito a garanzia del consumo.

Giornalmente i moduli di collaudo saranno trasmessi al Reparto Impianti Interni, il quale provvederà all'esecuzione del collaudo, restituendo successivamente il modulo stesso, debitamente completato, all'Ufficio Contratti.

Per le tasse di collaudo e posa-contatori, nonchè per il deposito a garanzia consumi vengono rilasciate apposite ricevute (fig. 4) stampate su foglio doppio, che comprende la matrice.

Per evitare perdita di tempo all'utente e contemporaneamente per rendere più sollecito e snello il servizio in esame, si consiglia di effettuare l'esazione delle tasse e del deposito sopradescritti, direttamente agli sportelli dell'Ufficio Contratti, il quale seralmente verserà alla Cassa Principale, previo controllo dell'Ufficio di Contabilità della Sezione Utenti stessa, le somme incassate nella giornata, servendosi all'uopo delle reversali di introito (figg. 5 e 7) stampate su foglio doppio come le ricevute per l'utente.

Mentre l'ammontare delle tasse di collaudo e posa contatore è stabilito dalle apposite tariffe, l'entità invece del deposito a garanzia consumo, viene determinata dall'Ufficio Contratti di volta in volta, sulla base del consumo bimestrale presunto in relazione alla consistenza dell'impianto denunciata sul modulo di collaudo.

Delle reversali d'incasso (figg. 5 e 7) verrà dato carico alla Cassa Principale giornalmente, mediante documento scritto, il cui esame farà parte dell'argomento di un successivo articolo.

Delle esazioni sopra esaminate si eseguirà apposita annotazione sul frontespizio della cartella-contratto dell'Utente, nella quale poi verrà riposto, previa registrazione sul Protocollo, il modulo di collaudo debitamente completato, che l'Ufficio Contratti riceverà di ritorno dal Reparto Impianti Interni.

POSA CONTATORE.

Il Reparto Impianti Interni dispone per la posa in opera dei contatori mediante compilazione di appositi buoni, facenti parte di un unico bollettario.

Per ogni installazione di contatori, relativi alla medesima utenza, vengono eseguiti, a cura del Reparto Impianti Interni,

Ufficio Contratti e Cessazioni

Protocollo domande

N. ....

Data ....

Numeri							Qualifica impianto				UTENTE	LOCALITÀ	COLLAUDO					Contatore posto in opera il	Fornita corrente il	Subentra a	*Annotazioni*
Domanda	Categoria		Classe per categoria esercenti				Illuminazione		Forza m.				Data	N.° lampade	N.° HP						
	Priv.	Eser.	1/10	11/20	21/30	31/40	a cont.	a forf.	a cont.	a forf.											

Fig. 1.

Ufficio Contratti e Cessazioni

Protocollo cessazioni

N. ....

Data ....

Numeri							Qualifica impianto				UTENTE		LOCALITÀ	N.° lampade	N.° HP			*Annotazioni*
Cessazione	Categoria		Classe per categoria esercenti				Illuminaz.		Forza m.		N.° domanda	Cognome e Nome						
	Priv.	Eser.	1/10	11/20	21/30	31/40	a cont.	a forf.	a cont.	a forf.								

Fig. 2.

Spett. Società Elettrica ....

L'installatore autorizzato sottoscritto avverte che l'impianto elettrico del Sig..........
installato in Via.......... N.º.......... piano..........
nei locali adibiti a..........
è completamente ultimato in base alle prescrizioni tecniche stabilite da codesta Spett. Società.
Chiede pertanto che venga eseguito il collaudo.

L'impianto comprende:	Annotazioni del Collaudatore
N.º.......... lampade ad incand. da.......... Watt.	....
» .... » » ».......... »	....
» .... » » ».......... »	....
» .... » » ».......... »	....
....	....
....	....
....	....
N.º.......... motori da.......... HP	....
» .... » ».......... »	....
....	....
....	....

.... lì.......... L'Installatore autorizzato

Avvertenza: All'atto della consegna del presente modulo dovrà essere versata la tassa di collaudo nella misura di L. 10 per ogni impianto.

Esito del collaudo:..........
....
Data.......... Il Collaudatore

Fig. 3. - Modulo di collaudo.

N.º..........

lì..........

Esatte dal Sig ....
per l'impianto di Via ....
Lire ....
così costituite:

a) Per posa in opera dei contatori all'impianto di	illuminazione L.	....	....
	forza motrice »	....	....
b) Per tassa collaudo degli impianti o di subentro	illuminazione L.	....	....
	forza motrice »	....	....
Bollo quietanza	L.	....	....
Totale	L.	....	....

Il Cassiere

Fig. 4. - Modulo di ricevuta per l'utente per tassa di collaudo e posa contatori.

N.º..........

UFFICIO CONTRATTI

Servizio di Esazione Tasse di Collaudo e Posa Contatori

lì..........

Versato alla Cassa Principale la somma di
Lire ....
....
per altrettante esatte il giorno ....
di cui alle ricevute da N.º.......... a N.º..........
e così costituite:

a) Posa contatori .... L. ....
b) Tasse di collaudo o di subentro ... » ....
c) Rimborso bolli contratti.......... » ....

Totale L..........

Il Controllo Il Capo Ufficio Contratti

Fig. 5. - Modulo reversale di introito.

N.º..........

lì..........

Quietanza per la somma di
Lire ....
ricevute a titolo di anticipazione sull'importo della energia elettrica che sarà consumata da..........
....
....

Il Cassiere

L. ....

NB. In caso di rimborso consegnare la presente insieme all'ultima bolletta consumo.

Fig. 6. - Modulo di quietanza per somme anticipate sull'importo del consumo di energia elettrica.

N.º..........

UFFICIO CONTRATTI

Servizio di Esazione Anticipazioni

lì..........

Versata alla Cassa Principale la somma di
Lire ....
....
per altrettante esatte il giorno ....
di cui a ricevute da N.º.......... a N.º..........
a titolo di anticipazione sull'importo dei consumi futuri.

Il Capo Ufficio Contratti

L. ....

Il Controllo

Fig. 7. - Modulo di reversale di versamento.

REPARTO IMPIANTI INTERNI

3) Per il Magazzino Contatori – Buono di Prelevamento N.° ____

Data..

Utente .... N.° ....

Via..N.°.............. piano..............

Locali adibiti a..

Utenza	Ditta	Tipo	Volta	Amp.	NUMERI		Data di uscita	
					Ditta	Società		

IL CAPO REPARTO .... IL MAGAZZINIERE .... L'INCARICATO DELLA POSA IN OPERA ....

Fig. 8.

REPARTO IMPIANTI INTERNI

Ordine di fornitura di Corrente N.°..............

Data..

Utente.. N.°..............

Via..N.°.............. piano..............

Locali adibiti a..

Utenza..

Il Capo Reparto

Io sottoscritto dichiaro che venne fornita corrente all'impianto sopra specificato il........................ ore..............

e che il contatore N.......................,.............segnava

kW-ora........................

L'Utente

Firma ed annotazioni dell'incaricato:........................

....

....

L'impianto è allacciato alla rete facente capo alla sottostazione N.°.............. di Via........................

(Fig. 9)

REPARTO IMPIANTI INTERNI

Ordine di fornitura di Corrente N.°..............

Data..

Utente.. N.°..............

Via..N.°.............. piano..............

Locali adibiti a..

Utenza..

Il Capo Reparto

Fornita corrente il........................ore..............

Contatore N.° ....,........................

Lettura kW-ora........................

Nome dell'incaricato ....

Annotazioni:

....

....

....

....

L'impianto è allacciato alla rete facente capo alla sottostazione N.°.............. di Via........................

(Fig. 9 *a*)

N.° ....

Ordine di sospensione di corrente

lì ....

Sospendere corrente all'impianto del

Sig. ....

....

in ....

....

per ....

....

....

....

Utente ....

NR.......... G..........

EVASIONE DELL'ORDINE

lì ....

Sospesa corrente all'impianto qui contro indicato il giorno:

.... ore ....

Il contatore N. .... / ....

segnava kWh. ....

Osservazioni ....

....

....

....

L'Utente L'Incaricato

....

(Indicare il nuovo indirizzo se l'Utente è traslocato).

Fig. 10.

N.° ....

Ordine di fornitura di corrente

lì ....

Ridare corrente all'impianto del

Sig. ....

....

in ....

....

....

....

Utente ....

NR.......... G..........

EVASIONE DELL'ORDINE

lì ....

Ridata corrente all'impianto qui contro indicato il giorno

.... ore ....

Il contatore N. .... / ....

segnava kW-ora ....

Osservazioni ....

....

....

....

L'Utente L'Incaricato

....

Fig. 11.

N.° ....

lì ....

....

....

....

....

....

....

....

....

Utente ....

NR.......... G..........

EVASIONE DELL'ORDINE

lì ....

....

....

....

....

....

....

....

....

L'Utente L'Incaricato

....

Fig. 12.

quattro buoni con una sola operazione di scritturazione e per le indicazioni riguardanti i seguenti dati:

data:
utente (cognome, nome e numero):
via, numero e piano:
locali adibiti a:
utenza:
Volta:
Ampère.

I quattro buoni che, per distinguerli, chiameremo con mod. 1), mod. 2), mod. 3) e mod. 4), sono stampati su due fogli doppi e differiscono soltanto nelle diciture della seconda riga, che sono rispettivamente per i diversi moduli:

1) Movimento contatori - *Ordine di installazione N.*............
2) Sezione utenti - *Bollettino di installazione N.*............
3) Magazzino contatori - *Buono di prelevamento N.*............
4) Contabilità generale - *Buono di prelevamento N.*............

ed indicano la destinazione di ciascuno. Detti moduli vengono naturalmente firmati diversamente e precisamente il mod. 1) dal Capo reparto e dall'incaricato della posa dei contatori, il mod. 2) dal Capo reparto, il mod. 3) dal Capo reparto, dal magazziniere e dall'incaricato della posa dei contatori, il mod. 4) dal Capo reparto e dal magazziniere. Nella fig. 8 è rappresentato al vero il mod. 3); la destinazione dei moduli in oggetto è la seguente:

3 vengono trasmessi al magazzino contatori (modd. 1), 3) e 4);
uno viene trattenuto dal Reparto impianti interni (mod. 2).

L'impiegato del magazzino contatori completa i buoni a lui trasmessi, delle indicazioni riguardanti i seguenti dati:

ditta;
tipo;
numeri;
data di uscita;

e consegna il buono 1) all'operaio incaricato della installazione, mentre il buono 2) lo inoltra, pel tramite del Reparto, alla Contabilità Generale per il movimento contabile, conservando il buono 3) per la registrazione dell'uscita sulla scheda di magazzino.

Il buono 2) trattenuto dal Reparto impianti interni serve, in un primo tempo, a tenere in evidenza i contatori in corso di installazione, e allorchè l'incaricato restituirà il buono 1) completato ed esaurito, il Reparto completerà, a sua volta, il buono 2) lo invierà alla Sezione Utenti.

Questa, in base al buono ricevuto, eseguisce sul protocollo la registrazione della data della posa in opera del contatore, dopo di che ripone il buono nella cartella-contratto individuale esistente fino allora presso l'Ufficio Contratti, previa annotazione relativa sul frontespizio. Successivamente rimette detta cartella-contratto all'incaricato della punzonatura della targhetta metallica e della stampa dei vari cartellini di rubrica descritti dettagliatamente in precedenza, nonchè del foglio mobile del libro lettura, del quale sarà detto in successivo articolo.

FORNITURA DI CORRENTE.

Per le utenze nuove l'ordine di fornitura di corrente viene dato per iscritto dal Reparto impianti interni mediante un modulo facente parte di un bollettario a madre (fig. 9*a*) e figlia (fig. 9), compilate con un'unica operazione di scritturazione a mezzo ricalco.

L'incaricato della fornitura di corrente avrà cura di far firmare dall'utente la dichiarazione contenuta nel bollettino stesso. In tal modo si eviteranno future discussioni e contestazioni con l'utente in merito alla data di inizio del funzionamento e del rilievo del contatore.

Il Reparto impianti interni, una volta ricevuto dall'incaricato il bollettino (fig. 9) regolarmente completato, riporta i dati relativi all'operazione della fornitura di corrente sulla matrice del buono (fig. 9*a*), quindi lo invia alla Sezione Utenti la quale, alla sua volta, provvede per la registrazione relativa sul protocollo contratti, sulla cartella contratto e sul foglio mobile del libro lettura. Con tale ultima scritturazione viene perfezionata la posizione dell'utente.

ORDINI DIVERSI.

Varie sono le ragioni per le quali durante la vita di un'utenza si rende necessario intervenire con ordini e disposizioni tendenti, fra l'altro, a salvaguardare sia l'interesse dell'utente che quello della Società distributrice.

Tali ordini devono essere impartiti agli appositi incaricati per iscritto, e pure per iscritto devono essere riportati gli estremi della evasione. Inoltre è opportuno che gli ordini seguano una progressione numerica e, conseguentemente, di data, e infine che consentano, durante il periodo necessario per l'evasione, di essere tenuti costantemente in evidenza.

Anche in ciò il concetto del bollettario è il più razionale e semplice, in quanto applicando il sistema a ricalco si evitano inutili ripetizioni di scritturazione e possibilità di errori. I bollettari che stiamo esaminando constano di una matrice e di due figlie.

La matrice serve appunto per consentire la progressione numerica e di data, e una delle due figlie serve quale ordine originale da consegnarsi all'incaricato, l'altra serve al Reparto per seguire gli ordini in via di esecuzione.

In proposito devesi osservare che gli ordini che vengono consegnati per l'evasione all'incaricato: (fig. 10) «*Ordine di sospensione di corrente*», (fig. 11) «*Ordine di fornitura di corrente*», (fig. 12) «*Ordini varii*» sono di un formato più lungo della matrice e della seconda figlia. Queste due infatti non contengono che la parte riguardante semplicemente l'ordine e non l'evasione, cioè esse ripetono soltanto la prima parte stampata, il che è più che sufficiente per lo scopo a cui devono servire.

Gli ordini di cui alle figg. 10, 11, 12, possono venire emessi sia dalla Sezione Utenti che dal Reparto impianti interni. Nel primo caso è opportuno che gli ordini vengano inviati per competenza al Reparto impianti interni, il quale provvederà alla loro evasione, dopo di che restituirà l'ordine stesso alla Sezione Utenti, alla quale farà pure pervenire i bollettini degli ordini emessi ed evasi direttamente.

Tutti i tagliandi, costituenti la seconda figlia dei bollettari degli ordini sopraesaminati, durante il periodo dell'evasione si conservano in ordine numerico, e man mano che giungono i corrispondenti ordini evasi, vengono levati ed annullati.

Dopo eseguite le necessarie ed esaurienti registrazioni, gli ordini evasi verranno riposti nelle cartelle-contratto degli utenti ai quali detti ordini si riferiscono.

Infine si fa presente l'opportunità che i tre bollettini esaminati siano stampati su carta di colore diverso, allo scopo di facilitare la ripartizione e la determinazione degli ordini stessi.

* * *

FATTI E TESTIMONIANZE

UNA AUTOREVOLE RISPOSTA ALLE AFFERMAZIONI DEL SIGNOR SACKETT

Il Congresso della Union Internationale des Producteurs et Distributeurs d'énergie électrique tenutosi nel Settembre a Bruxelles — al quale parteciparono i rappresentanti di 18 Nazioni delle 23 aderenti alla Union e di cui ci riserviamo di parlare più diffusamente nel prossimo numero — ha approvato il seguente ordine del giorno:

L'Union Internationale des producteurs et distributeurs d'énergie électrique,

frappée de la fréquence de certaines attaques retentissantes contre les entreprises privées de distribution d'électricité, renouvelées encore récemment à la session de Berlin de la Conférence mondiale de l'énergie à propos des entreprises de distribution des Etats-Unis d'Amérique, constate, sans beaucoup d'étonnement, que l'industrie qu'elle représente, tout en partageant avec d'autres branches industrielles importantes (telles que, par exemple, les chemins de fer, les téléphones, etc...) le caractère d'une industrie chargée d'un service public, jouit cependant du privilège peu enviable d'exciter plus particulièrement dans certains milieux des critiques dont la passion n'est pas exclue et qui se manifestent par une abondance de conseils, de jugements et de reproches parfois sévères que tous ceux qui croient représenter l'opinion publique se confèrent à eux-mêmes le droit de lui donner et la compétence nécessaire pour le faire.

Tout en trouvant l'explication de cet empressement à critiquer spécialement l'industrie électrique par la relative jeunesse de cette dernière et par son apparente simplicité,

rappelle aux auteurs de ces critiques, à quelque pays qu'ils appartiennent, que l'un des principes les plus incontestables et les plus élémentaires qu'il conviendrait d'appliquer en pareil cas est le suivant :

Il est absolument impossible de discuter sérieusement la question des prix de revient du produit industriel que constitue l'énergie électrique sans tenir compte des frais représentés par les intérêts dûs aux capitaux engagés ou plus exactement immobilisés dans les installations et surtout par le vieillissement de celles-ci, lequel se présente d'autant plus vite que le développement de la consommation s'accentue lui-même plus rapidement ; il n'est possible d'apprécier approximativement le poids dont les amortissements pèsent sur les entreprises que si l'on tient compte du fait que de nombreuses usines centrales thermiques ont dû, de toute nécessité, être renouvelées de fond en comble à diverses reprises dans un délai de trente ans et que les progrès scientifiques réalisés dans l'aménagement et l'utilisation des ressources hydrauliques amènent à des résultats analogues ; enfin, des transformations importantes sont également indispensables dans les réseaux de distribution, en raison de l'impossibilité absolue de prévoir à l'avance ce que sera exactement la demande d'énergie des consommateurs, tant au point de vue du degré de saturation auquel elle arrivera et du délai dans lequel elle y parviendra, que du point de vue particulièrement important de la répartition de cette demande d'énergie entre les consommateurs des diverses catégories ou placés sur les différents points du réseau ; il tombe pourtant sous les sens qu'il est économiquement nécessaire de proportionner aussi rigoureusement que possible l'importance des réseaux à l'importance de la consommation.

L'Union Internationale rappelle encore qu'il est impossible de discuter la question des prix de vente du courant aux usagers si l'on oublie que, pour assurer à l'entreprise de distribution le revenu qui lui est nécessaire pour vivre et pour favoriser en même temps le développement des applications de l'électricité, il est indispensable d'adopter des tarifs différents suivant les catégories variées à l'infini des besoins à satisfaire. C'est d'ailleurs ce qu'ont fait de tout temps et depuis leur création d'autres industries chargées de services publics et notamment les chemins de fer.

Par application de ce principe, les prix doivent varier, non seulement d'après la puissance absorbée par chaque consommateur, parce que le coût unitaire des immobilisations varie en sens inverse de la puissance, mais encore suivant l'intensité de son emploi, c'est-à-dire la durée de l'utilisation de cette puissance, parce que le prix de revient du kilowattheure est, pour une part importante, inversement proportionnel à cette durée. C'est par ces très simples considérations que s'explique la grande variété des prix payés par différents consommateurs sur le même réseau ; il est ainsi de toute évidence, pour tout esprit impartial, que la prétendue injustice de l'inégalité des prix payés pour la fourniture d'un kilowattheure correspond, en réalité, à une nécessité impérieuse de pure et simple justice. En conséquence, il est impossible, d'après le plus élémentaire bon sens, de comparer le prix de revient moyen *d'un kilowattheure avec l'un des prix de vente pratiqués pour un kilowattheure en vertu des tarifs établis pour telle ou telle catégorie de consommateurs ; la comparaison de ce prix de revient* moyen, *qu'il faudrait d'ailleurs probablement déterminer exactement, avec le prix de vente* moyen, *est seule conforme à la logique.*

L'Union Internationale affirme enfin avec force que l'industrie qu'elle a l'honneur de représenter a pleine conscience d'avoir réussi, au moins aussi bien que les autres industries qui assurent l'exécution de services publics (gaz, eau, téléphone, etc. ...) à remplir la tâche qui lui était dévolue et à constituer une véritable force promotrice du progrès et du bien-être toujours plus accentué des populations qu'elle dessert, tout en diminuant d'une façon ininterrompue et dans une mesure fort notable depuis le commencement du siècle les prix de vente du produit qu'elle fournit à ses clients.

SACKETT E GIARRATANA

La Dio mercè l'On. Giarratana non è entrato nel merito del nostro articolo: *Sackett e Giarratana.* Ha preferito scrivere sul *Popolo di Brescia* un articolo spiritosissimo, del quale non vogliamo defraudare i nostri lettori. Vedranno essi se e quale valore abbia la risposta, leggendola qui in calce (1). Per nostro conto non abbiamo motivo di ribattere. Le verità da noi esposte sono rimaste intatte, tutte.

A PROPOSITO DI COMPETENZA

Sottoscriviamo a due mani a quanto ha scritto Carlo Delcroix sul *Corriere della Sera* del 5 settembre, e che ci piace riportare. Lo scrittore pensava forse soltanto al campo politico sociale, ma le verità che egli esponeva con parole scultorie si applicano a tutti gli altri campi dell'attività umana, e in particolare poi al campo dell'industria elettrica.

..... « A questi dobbiamo aggiungere i superficiali, quelli che « a tutti i costi debbono pronunciarsi sulle questioni che non « conoscono; e lo fanno partendo dalla serie dei luoghi comuni, « come da indubitabili assiomi, per giungere ad assolute conclu- « sioni, con la impassibile tranquillità della incoscienza.

« Un poeta ha detto che il peggiore dei delitti è la superfi- « cialità, cioè la mancanza di rispetto per quel tanto di sacro « che si cela in tutte le cose, le quali vanno guardate dentro « prima che se ne parli. Il superficiale è come un giudice che « pronunzi sentenza prima di avere esaminati e meditati gli « atti e in questo caso è meglio essere ingiusti che leggeri. « È stato già detto agli uomini che vivere è una cosa seria, ma « bisogna loro ricordare che parlare, anche negli argomenti più « consueti, è una grave responsabilità.

« Di questi delinquenti preterintenzionali che, dicendo quello « che non sanno e non sapendo quello che dicono, ingannano « sè stessi e gli altri, se ne incontrano dovunque; l'ignoranza « seconda la malafede e tutt'e due hanno presa sulla incontenta- « bilità, che è al fondo della nostra natura ».....

....

Quante persone vediamo fotografate in questo magnifico brano di prosa!

ELETTRICITÀ E AGRICOLTURA

Al Congresso di Bolzano il Prof. *Salvatore Cascina* si è occupato dei rapporti fra l'elettricità e l'agricoltura. Riconosciamo nello scritto del valente professore ogni sforzo per essere obiettivo. Ma se ci è permessa un'osservazione, riteniamo che egli

---

(1) INTERMEZZO ELETTRICO

La rivista *L'Energia Elettrica*, organo della *Unione nazionale delle industrie idroelettriche*, la quale ha fatto finta di ignorarci per molto tempo, da due numeri si occupa di noi, e nell'ultimo con una ampiezza che ci fa onore, anche se l'intenzione è insolente. Coloro stessi i quali si sarebbero proposti di non rispondere « mai pubblicamente » non sdegnano dunque di scendere in lizza all'aperto, dopo aver fatto infinite esercitazioni polemiche in luoghi ben chiusi, davanti allo specchio, non sappiamo se per vanità o per sovraeccitarsi.

Le armi le conosciamo. Vecchie, anche se rilucidate con entusiasmo dai fanti e dai fanticelli pieni di amorosa sollecitudine per il loro grazioso signore, il quale, tutte le volte che parte per questi certami, si assicura del suo pubblico per essere ben guardato e sopratutto rimirato.

Che cosa faremo noi, ahimai deserti in mezzo al campo, con armi corte di fronte alle saettanti offese del nemico? Invocheremo dunque pietà? Ma ci sarà poi perdonato l'inurbano modo (il dolce signore direbbe: il villano modo) di interloquire nelle cose che non entrano e non entreranno mai nel nostro comprendonio?

Se tutta Italia è felice di pagar cara l'energia elettrica perchè questo zotico di Giarratana protesta, pretendendo di farsi sentire in alto dove non si devono occupare di ciò che va molto bene (le industrie elettriche) ma si devono occupare di ciò che va male, e la materia non manca?

Si scrive. l'on. Giarratana è solo, o quasi. Quando interloquisce, alcuni piccoli giornaletti ripubblicano in catena gli attacchi perchè — si osserva con acutissima psicologia — è quasi sollazzevole protestare. Potrebbe darsi essere questo un difetto della « vecchia mentalità » la quale dovrebbe essere sparita in regime fascista, ma l'on. Motta, presidente della *Unione* e il senatore Corbino direttore della rivista, non si arrischiano ancora in pubblico a dar lezioni di fascismo; si arrischiano solamente in privato.

A chi si vuol dare questo beverone?

Dopo la nostra interrogazione si sono occupati del problema delle tariffe elettriche nel senso da noi desiderato, cioè che siano discusse: *Il giornale d'Italia, Il resto del Carlino, Il lavoro di Genova, Il popolo di Roma, L'Impero d'Italia, Il Tevere*, giornali che hanno carattere nazionale.

Rifacciamo a memoria l'elenco dei regionali e provinciali: *Santa Milizia* organo della Federazione fascista di Ravenna, *La Voce del Mattino* di Rovigo, il *Brennero* organo della Federazione fascista di Trento, *La provincia di Bolzano* organo della Federazione, *Il popolo* di Pavia organo della Federazione fascista, *La provincia di Como, L'Italia giovane* di Novara, *L'avvento fascista* di Palermo, *La gazzetta di Novara, Il corriere* di Vigevano, *La scure* di Piacenza organo della Federazione fascista e tralasciamo i settimanali e le riviste.

Abbiamo lettere di deputati, telegrammi di podestà, copie di ricorsi alle Prefetture contro le società elettriche, precise fatture per dimostrare che si paga più del doppio del consumato, copie di bollette dove si dimostra che i contatori si pagano dieci volte il loro valore, trascrizioni di preventivi di allacciamento dalle quali risulta che, proprio a Milano, da un anno all'altro si è raddoppiata la spesa, la quale risultava già gonfiata nel primo preventivo.

Il Consiglio provinciale dell'economia di Catanzaro ci ha invitati ufficialmente a presiedere una riunione di tutti i rappresentanti locali per discutere la *vexata quaestio.*

Se fossimo stati dei vanesi e se non avessimo avuto un prudentissimo senso di responsabilità, potevamo riempire pagine e pagine di questo *Popolo* con lettere, telegrammi, documenti, pervenutici da Reggio Calabria a Laives, da Iglesias a Rovigno. C'è tutta Italia, comprese le isole.

Ciò che è significativo e mortificante ad un tempo è che molti ci pregano, confessando la loro situazione, di non fare nomi nel timore di peggio. Questo è il « regime », parola molto onorata, che poco onoratamente le idroelettriche hanno imposto all'Italia.

Dunque non siamo isolati, e crediamo di non essere in cattiva compagnia. Saremmo forse dei bizzarri da scrivere senza riflettere, e, peggio, senza capire?

Lo scrittore di *Energia elettrica*, affaccia il dubbio, e con compunta ma non rassegnata aria di tonto, continua a citare roba nostra, esclamando: *che cosa vorrà dire tutto ciò?*

A furia di battersi il testone, siccome la misericordia esiste per illuminare anche i poveri di spirito, ha trovato la risoluzione: indire un concorso per chi troverà il significato di alcune cose scritte dall'on. Giarratana. Premio lire mille.

Accidenti alla generosità delle industrie elettriche, le quali fino a ieri hanno fatto regali a decine di milioni!

Forse che per la nostra campagna le società elettriche sono già ridotte alla crisi?

O l'acutissimo tonto ha immaginato che noi potessimo spartire qualche cosa col solutore delle nostre sciarade, e non vuole — il perfido — che noi guadagniamo qualche cosa sulle nostre miserie intellettuali?

A questo è ridotta la polemica, dopo l'intervento del grande capitano dell'industria nella persona dell'on. Motta, e del suo aiutante direttore della rivista, il quale non contento dei colpi che il suo signore menava contro di noi, ha postillato da par suo il « superiore scritto ». È così ritornata all'onore della discussione la famigerata bottiglia di acqua minerale, la quale, acqua minerale, non la bottiglia, costa niente, ma imbottigliata costa dalle tre alle dieci lire, vetro escluso. Il luminoso esempio servirebbe a far capire che l'acqua per far andare gli impianti costa niente, ma gli impianti costano molto.

Dimostrazione degna di un professore di fisica di fama mondiale il quale si vuol vendicare con queste scoperte di non essere entrato all'Accademia — c'è tempo! — ma che può essere indifferente, dato che non v'è obbligo di bere acqua minerale, mentre è necessario adoperare l'energia elettrica.

Nello scritto in questione, il quale meriterebbe un volume di chiose tanto è interessante, vi è una seconda faccenda da rilevare la quale dimostra una volta di più come si combinano le cose gli idroelettrici.

Infatti l'on. Motta, dopo tutta la ferrea divisione di zone che ha ridotto l'Italia in ducati elettrici, dopo aver fatto sottoscrivere agli utenti contratti che vanno dai tre ai dieci anni, con clausole di preferenza allo scadere, il cui valore giuridico è molto discutibile, scrive: *ben venga la concorrenza, evviva la concorrenza.* Tutto ciò è aggiungere lo scherno alla prepotenza.

Ricorda l'altro fatto che dopo tre anni di discussione fu soppresso il decreto che consentiva l'imposizione dell'onere termico. Gesto liberativo? Deferenza al Ministero dei Lavori Pubblici che legiferava in materia? Neppur per sogno!

Gli idroelettrici rinunciarono al decreto quando con una azione continua di tre anni si erano finalmente assicurati di aver incluso l'onere termico in tutti i contratti.

L'on. Motta non deve credere che in queste faccende vi sia alcunchè di personale. Mettiamo troppa passione in questa diseguale battaglia, per svalutarla occupandoci di lui, come persona.

Personalmente avremmo altri argomenti per metterlo fuori questione.

È certo che appena si affaccia il problema delle tariffe, e dell'industria elettrica, quest'uomo salta fuori (qualcuno direbbe: salta negli occhi), in maniera temporalesca. Sembra di assistere all'avvicinarsi di un uragano, e molti hanno dovuto precipitarsi a mettere i bastoni in croce sulla loro aia, pregando il Santo più propizio della loro terra, per salvare il salvabile.

Di tutta l'industria elettrica è l'unico che si alzi tanto da farsi vedere da tutti quattro i punti cardinali. Nettuno — siamo in materia d'acqua — non ha mai posseduto un tridente più lancinante, o una lingua più potente.

Abbiamo letto il resoconto stenografico dell'ultimo Congresso della *Unfiel* ed all'infuori degli oratori ufficiali, nessuno ha potuto parlare per svolgere due idee di seguito. Neppure i relatori, ai quali in certi momenti si è sostituito.

Cifre alla mano. Contando in righe le parole dette, nella prima giornata l'on. Motta ha parlato per 756 righe, altri sei congressisti insieme per 264; nella seconda giornata ha parlato per 830 righe, altri otto congressisti insieme per 770; nella terza giornata si è sostituito ad un relatore ed ha fatto il discorso di chiusura di 487 righe, parlando sempre e solamente lui per tutta la seduta. (Se abbiamo saltato qualche riga, accetteremo le correzioni dell'interessato).

Come si fa dunque a non riferirsi all'on. Motta quando si parla di elettricità, senza pensare che tutto quello che gli altri sanno è esclusivamente farina del suo sacco, o, meglio, pane della sua scienza?

Una volta le sue idee non coincidevano affatto col fascismo, e tanto meno con quelle del suo Capo, le cui parole erano pallini di piombo nelle sue orecchie.

Siamo arrivati al punto che l'on. Motta sa anche quello che farebbe il Capo del Governo, che lui chiama Mussolini semplicemente.

A proposito del discorso dell'ambasciatore degli Stati Uniti Sackett al Congresso dell'energia a Berlino, l'on. Motta, dopo averlo messo al nostro fianco nel girone più profondo del suo inferno elettrico, scrive: *Ci limitiamo ad esporre due pensieri: primo, che Mussolini avrebbe, con ogni probabilità, destituito per telegrafo l'ambasciatore ecc. ecc.*

Il sottoscritto non ha mai pensato di rappresentare qualche cosa in Italia, e non accetta affatto il parallelo con un ambasciatore degli Stati Uniti, ma non ha mai pensato l'on. Motta che dall'alto sarebbe più facile far tacere un modestissimo deputato in casa, che destituire un ambasciatore all'estero?

E allora?

Allora concludiamo con una faccenda seria. La società *Edison* sta distruggendo in questi mesi molti milioni di impianti, finiti nel 1925, per farne altri nello stesso luogo. Fra gli impianti distrutti due avevano il sussidio dello Stato. Non vi è più ragione di percepire sussidi perchè gli impianti sussidiati sono demoliti, e quelli nuovi stanno per essere costruiti fuori del termine previsto per il sussidio.

Malgrado questi termini categorici, il Ministero dei Lavori Pubblici sta studiando il caso. Ora siccome l'on. Motta riconferma di essere contrario ai sussidi (gesto grandioso ora che il termine per i sussidi è decaduto) il Ministero può far senza studiare la questione: la soluzione è stata offerta dall'interessato.

Ecco perchè abbiamo scritto questo « intermezzo elettrico », nel desiderio di far risparmiare allo Stato qualche milione.

GIARRATANA.

abbia piuttosto affermato che dimostrato. Quando per esempio ha scritto che « l'energia elettrica influisce in modo decisivo « sui costi di lavorazione, di costruzione e di produzione e « determinando un ritmo più intenso su qualsiasi attività, ha « importanza molte volte assolutamente preponderante per le « bonifiche, per le irrigazioni, per le svariate colture, per la « trasformazione e la conservazione dei prodotti agricoli e per « il loro trasporto », a nostro parere ha mescolato insieme visioni realistiche e visioni utopistiche; affermazioni controllabili dai fatti e affermazioni che non potranno mai essere controllate. Sopratutto ha esagerato le funzioni della energia elettrica, la quale in questo campo non può altro fare che trasformarsi in forza motrice, ossia fornire energia meccanica che può essere ottenuta in altri modi, spesso perfino più economicamente. È appena il caso di ripetere quanto è stato autorevolmente e ripetutamente affermato, anche al Congresso degli Agricoltori di Bari, e quanto ha dimostrato anche al Congresso della UNFIEL l'Ing. Casini. Il problema dell'elettrificazione dell'agricoltura è un problema di capitali. L'energia elettrica, anche se fosse data gratis, non lo risolverebbe affatto, sopratutto perchè anche nell'agricoltura avviene quello che avviene nella quasi totalità delle industrie manifatturiere: la spesa per l'energia meccanica è una così piccola frazione del costo del prodotto, che la sua importanza come fattore produttivo non può essere esagerata, senza cadere in affermazioni contraddette dai fatti. Anche l'elettricità per quanto docile sia, e per quante sorprese abbia saputo procurare allo spirito umano, non può fare dei miracoli, quando venga impiegata a produrre forza motrice.

Ma c'è un altro ordine di affermazioni infondate che sarà bene smentire. Da parte di un certo ceto di persone estranee alle responsabilità dirette delle gestioni agricole, si afferma e si ripete con troppa facilità e con maggiore inesattezza, che i rapporti fra l'industria elettrica e l'agricoltura sono tesi. Naturalmente se ne attribuisce la colpa agli elettricisti, i quali, si sa, sono quei notissimi ingordi che preferiscono buttar via l'acqua dagli sfioratori piuttosto che vendere l'energia elettrica *al giusto prezzo* all'agricoltura, che ne farebbe oro sonante.

Abbiamo già avuto occasione di stampare, e non sarà inopportuno ripetere, che dove non intervengono i mestatori, l'elettricità fa il suo cammino anche nelle applicazioni agricole. Gli impianti per sollevamento d'acqua, per esempio, salgono alla cifra cospicua di parecchie migliaia, circa 11.500 nel 1929 per una potenza di 46.000 kW e l'incremento dal 28 al 29 è stato di circa 2500 impianti per 9000 kW. Ciò vuol dire che la reciproca convenienza della compravendita di energia elettrica è stata riconosciuta. Ciò dimostra che i rapporti fra gli agricoltori e i venditori di energia non sono, nè più nè meno, che i rapporti esistenti, da che mondo è mondo, fra chi compra e chi vende un prodotto qualsiasi. I primi trovano sempre che il prezzo è alto, i secondi sostengono sempre che il prezzo è basso. Ma se combinano, se cioè il contratto si conclude, *vuol dire che il prezzo e le condizioni relative*, checchè dicano i demagoghi, sono stati trovati di reciproca convenienza. Dunque i tutori non richiesti degli agricoltori (non alludiamo con questa designazione all'Eg. prof. Cascina di cui la serietà è fuori discussione) sono pregati di prendere nota: a smentire le loro affermazioni stanno le cifre: 11500 impianti di sollevamento d'acqua azionati elettricamente in pochi anni e un incremento di 2500 impianti nell'ultimo anno!

I lavori della "IIª Conferenza mondiale dell'energia" (1)

(*Continuazione e fine, vedi fascicolo VIII, volume VII, agosto* 1930, *pag.* 710)

QUESTIONI ECONOMICHE INERENTI ALL'ACCUMULAZIONE DELL'ENERGIA

(Sezione 15ª)

La maggior parte dei rapporti di questa sezione tratta, più o meno diffusamente, delle caratteristiche e dei limiti di convenienza dei principali sistemi di accumulazione dell'energia, oggi in uso (accumulatori idraulici, accumulatori di vapore, accumulatori di calore, accumulatori elettrici).

I singoli relatori, pur occupandosi prevalentemente di determinati sistemi, hanno istituito anche alcuni confronti fra i vantaggi e le condizioni di esercizio di diversi tipi di impianti accumulatori; e sebbene i risultati di tali confronti non siano sempre generalizzabili, da un esame sintetico delle relazioni presentate si possono trarre tuttavia alcune conclusioni abbastanza interessanti.

Dalle argomentazioni esposte dai diversi autori risulta anzitutto che, per la produzione dell'energia di punta è *in generale* più conveniente ricorrere ad appositi impianti di accumulazione che non ai così detti « impianti di punta », siano idraulici che termici.

Gli impianti del primo tipo, infatti, sono nella maggior parte dei casi caratterizzati da un minor costo di prima installazione e consentono inoltre una migliore e più estesa utilizzazione degli impianti già esistenti, con particolare vantaggio nel caso di impianti termici, i quali possono venire adibiti al servizio di base. Gli impianti a sollevamento d'acqua (accumulatori idraulici) sono i soli per ora che consentano l'accumulazione di quantità veramente ingenti di energia; essi possono prestarsi in qualche caso anche ad una buona regolazione mensile del carico. Tali impianti hanno avuto il loro massimo sviluppo in Germania, ove, ad es., è stato costruito di recente un accumulatore della capacità giornaliera di oltre 500.000 kWh.

L'accumulatore di vapore (sistema Ruth) trova un buon campo d'applicazione nelle centrali termoelettriche, per la regolazione del carico diurno.

Per l'integrazione di punte non molto forti possono rendere pure degli ottimi servizi gli impianti a motori Diesel e gli accumulatori elettrici, purchè collocati nelle immediate vicinanze dei centri di consumo.

Nelle righe seguenti riportiamo un breve sommario di ciascuno dei rapporti appartenenti alla Sezione in esame.

WAHL UND AUFTEILUNG DER ANTRIEBSKRAFT IN GROSSEN ENERGIEVERSORGUNGSANLAGEN UNTER BERÜCKSICHTIGUNG DER ENERGIESPEICHERUNG UND DER SPITZENKRAFTERZEUGUNG (*Dott. ing. Wöhrle* e *collaboratori* - Germania).

Questo rapporto è diviso in tre parti distinte: La 1ª parte, elaborata dal dott. ing. *Wöhrle*, riguarda le caratteristiche e l'utilizzazione delle principali fonti di energia di cui dispone la Germania (risorse idriche e combustibili). L'A. si mostra alquanto pessimista per ciò che concerne le grandi utilizzazioni idroelettriche; egli afferma infatti che mentre i piccoli impianti ad acqua fluente possono ancora convenire specialmente là dove esiste la possibilità di allacciarli a grandi reti di distribuzione, i grandi impianti (pure ad acqua fluente) non possono invece far fronte alla concorrenza degli impinti termici, se non quando sia possibile immagazzinare, sotto una qualunque forma, l'energia di supero producibile nei periodi di minore richiesta.

Quanto poi ai serbatoi artificiali, l'ing. *Wöhrle* sostiene che essi non possono convenire se non a patto di servire oltre che alla produzione di energia anche ad altri scopi, come irrigazione, approvvigionamento di acqua potabile, ritenuta delle piene, ecc. Effettivamente però è da notarsi che tali affermazioni non sono senz'altro valide per tutta la Germania.

L'A. esamina anche le diverse possibilità di utilizzazione dei combustibili tedeschi e mette in rilievo lo sviluppo assunto negli ultimi anni dall'utilizzazione delle ligniti, a scopo di produzione di energia.

In seguito accenna ai principali requisiti degli impianti ad accumulazione idraulica e di quelli ad accumulazione elettrica e indica sommariamente quali sono le condizioni di esercizio e di distribuzione che consentono di realizzarne la migliore utilizzazione.

Nella 2ª parte, gli ingegneri *Gleichmann*, *Reichard*, *Berdelle* e *Schult* si occupano delle peculiari caratteristiche costruttive e di funzionamento dei principali tipi di impianti industriali per produzione di energia, oggi in uso.

L'ing. *Gleichmann* tratta degli impianti termici a vapore, facendo una netta distinzione fra quelli adibiti al servizio di base e quelli di punta e indicando per ciascun tipo quali sono i criteri in base ai quali conviene scegliere le caratteristiche e la potenza delle macchine. I dati e i risultati d'esperienza che il *Gleichmann* riporta in questa parte della relazione sono veramente utili ed interessanti.

Il *Reichard* si occupa degli impianti idroelettrici, e facendo pure la distinzione fra centrali di base e centrali di punta, cerca di delimitare i campi di più conveniente applicazione dei diversi tipi di turbine; egli accenna brevemente e in modo alquanto pedestre anche alla funzione che possono esplicare gli impianti ad accumulazione idraulica e riporta alcuni dati relativi ai recenti impianti di « Niederwartha » e di « Herdecke ».

Il *Berdelle* torna ancora sui vantaggi degli accumulatori elettrici (già accennati nella prima parte dall'ing. *Wöhrle*) e sulla loro possibilità di impiego come riserva di punta oraria od istantanea.

L'ing. *Schult* tratta invece dell'impiego dei motori Diesel nelle centrali di punta e ne mostra i vantaggi principali rispetto al caso dell'adozione di macchine a vapore.

Nella 3ª parte, infine, il dott. ing. *Krohne*, facendo riferimento a due casi distinti di approvvigionamento d'energia (l'uno relativo alla città di Berlino e l'altro relativo alla intera regione della Sassonia) svolge alcune considerazioni interessanti sopra le modalità di esercizio e i limiti di convenienza dell'allacciamento di diversi tipi di impianti di produzione ad uno stesso centro di consumo o ad una stessa rete di distribuzione. Allo scopo di poter confrontare fra di loro le condizioni economiche di esercizio dei vari tipi di impianti presi in esame, l'A. parte dalla considerazione dei costi di impianto per kWh, in funzione delle ore di utilizzazione. Accanto a questi costi egli considera però anche quelli di trasporto e di trasformazione dell'energia prodotta (e collocata). Per riguardo a questi ultimi costi il Krohne trova (ovviamente!) che mentre conviene assegnare *possibilmente* agli impianti utilizzanti le risorse più lontane dal luogo di consumo il servizio di base, il carico di punta, invece, è meglio affidarlo agli impianti più vicini ai centri di utilizzazione.

Per provvedere al carico di punta è raccomandabile di ricorrere ad impianti caratterizzati dai più bassi costi di installazione possibili.

Per ciò che concerne il costo di produzione del kWh si rileva, da un diagramma riportato dall'autore, che ad ogni tipo di impianto considerato (impianti a vapore, impianti con motori Diesel, impianti ad accumulazione idraulica, impianti ad accumulatori elettrici) corrispondono dei limiti ben determinati di

(1) I rapporti presentati alla IIª Conferenza mondiale dell'energia insieme coi rapporti e le conferenze generali sono stati riuniti in 21 volumi che saranno posti in vendita entro il corrente anno dal « V. D. I. Verlag ». (Berlino N W 7).

utilizzazione entro i quali esso tipo offre i maggiori vantaggi economici rispetto a tutti gli altri. Così, ad esempio, per le minime utilizzazioni (carichi di massima punta) le migliori condizioni economiche vengono realizzate con gli impianti ad accumulatori elettrici; per utilizzazioni comprese fra 50 e 200 ore gli impianti più convenienti sono quelli ad accumulazione idraulica; mentre nel caso di utilizzazioni comprese fra 200 e 900 ore i più convenienti sono gli impianti con motori Diesel e infine, per utilizzazioni maggiori, la massima conve nienza spetta agli impianti termici a vapore. Naturalmente, questi risultati, trovati per il caso specifico dell'approvvigionamento di Berlino, non sono senz'altro estensibili a tutti i casi; ciò nonostante essi sembrano abbastanza significativi e degni di nota.

Wasserkraftpumpwerke für Energiespeicherung in Deutschland, ihre Eingliederung in die Energieverteilung und ihre wirtschaftliche Gestaltung unter besonderer Berücksichtigung des selbsttætigen Betriebs (*Prof. Dott. ing. Gleichmann, Dott. ing. Wöhrle e collaboratori* - Germania).

Questo rapporto, che è certamente uno dei più completi e interessanti della Sezione 15ª, si compone di una introduzione e di 6 relazioni particolari riguardanti ciascuna un determinato aspetto del moderno e importante problema dell'accumulazione idraulica (mediante impianti a sollevamento d'acqua).

Nell'introduzione gli A.A. svolgono diverse considerazioni di carattere generale sulle caratteristiche, la funzione e i vantaggi degli impianti ad accumulazione idraulica.

Nelle parti successive, poi, trattano in modo più ampio e particolareggiato delle principali questioni tecniche ed economiche inerenti

1º) alla funzione degli impianti a sollevamento d'acqua in un sistema di impianti di produzione e di distribuzione di energia;

2º) al progetto e alla costruzione della parte idraulica e muraria degli stessi impianti;

3º) alla scelta, alla costruzione e all'esercizio delle pompe di sollevamento;

4º) alla scelta, alla costruzione e all'esercizio dei generatori elettrici;

5º) alla condotta e alla regolazione degli impianti a sollevamento d'acqua;

6º) ai moderni dispositivi di comando e di controllo automatici o semiautomatici (adottati per gli impianti in oggetto).

Il rapporto contiene una descrizione particolareggiata de principali impianti ad accumulazione idraulica sinora costruiti o tuttora in corso di costruzione in Germania e riporta numerosi ed utilissimi risultati di esperienza tratti dall'esercizio di questi stessi impianti. Un riassunto anche succinto di tutti gli elementi contenuti in questo rapporto esorbiterebbe certamente dai limiti assegnati alla presente recensione.

Die Pumpspeicherung im Rahmen einer grosstædtischen Elektrizitætsversorgung (*ing. E. Bodenseher* e *Ing. R. Gabler* - Austria).

Premesse alcune considerazioni affatto elementari sull'accumulazione dell'energia e sui diversi tipi di impianti ad accumulazione oggi in uso, gli AA. prendono in esame il caso della fornitura d'energia di punta alla città di Vienna. Essi suppongono di produrre tale energia mediante un impianto ad accumulazione idraulica costruito in località appropriata a 20 km. dalla città. Questo impianto non richiederebbe la creazione del serbatoio inferiore di compensazione perchè l'acqua potrebbe essere attinta in qualunque periodo e nella quantità voluta dal Danubio. Il serbatoio superiore, della capacità di 2 milioni di mc, si troverebbe a 245 m al di sopra del livello di magra del fiume.

In base ad una accurata analisi condotta con metodi rapidi e ingegnosi gli A.A. determinano poi le caratteristiche, il costo di costruzione ed i rendimenti di diversi altri tipi di impianti ad accumulazione (o di punta) e arrivano a concludere quanto segue:

che nel caso considerato, richiedendosi una fornitura annuale di energia di punta pari a 77 milioni di kWh, sarebbero da escludere senz'altro sia gli accumulatori di vapore che quelli elettrici; un impianto di motori Diesel richiederebbe una spesa d'esercizio troppo elevata; un ordinario impianto idroelettrico avrebbe lo svantaggio di richiedere una linea di trasporto assai lunga e costosa. In definitiva non resterebbe da scegliere che fra un impianto di punta a vapore ed uno ad accumulazione idraulica.

Gli autori approfondiscono il confronto fra le spese di esercizio e di manutenzione di questi due tipi di impianti e concludono a favore del secondo.

L'analisi del fabbisogno d'energia di punta della città di Vienna, condotta in base ai più caratteristici diagrammi di carico della città stessa, e la determinazione delle condizioni di migliore utilizzazione del divisato impianto a sollevamento d'acqua costituiscono i punti più interessanti e, in certa misura, anche istruttivi di questo rapporto.

Betriebsergebnisse und Aussichten der Ruthsspeicher (*N. Frenne* e *Th. Stein* - Svezia).

Questo rapporto tratta separatamente dell'applicazione degli accumulatori di vapore sistema Ruth negli impianti industriali e nelle centrali elettriche.

Il paese nel quale gli accumulatori Ruth hanno avuto sinora il più largo impiego è la Svezia, ove sono stati adottati principalmente dalle manifatture che trattano la cellulosa.

In questa industria essi permettono di regolare meglio la produzione delle caldaie, consentendo al tempo stesso un riscaldamento più rapido e intenso degli apparecchi di cottura. Essi consentono anche di migliorare e di intensificare la produzione senza il bisogno di aumentare la potenza delle rimanenti installazioni. Pure sensibile è l'economia di combustibile che gli accumulatori in oggetto permettono di realizzare, a parità di produzione.

In questi ultimi anni gli accumulatori di vapore hanno trovato un impiego sempre più vasto anche nelle centrali elettriche, specialmente in Germania e in Svezia, per l'integrazione delle punte di carico.

Di queste applicazioni degli accumulatori Ruth si occupa, con particolare riguardo ai relativi vantaggi e alle condizioni più favorevoli di esercizio lo *Stein*, il quale descrive anche alcune delle più recenti e notevoli installazioni come quella di Charlottenburg e di Oberlungwitz.

Secondo le conclusioni del relatore, la produzione dell'energia di punta mediante gli accumulatori di vapore risulterebbe in Svezia, più economica che se fosse effettuata mediante appositi impianti idroelettrici.

Production thermique de l'énergie et accumulation (*E. Rauber* e *J. Lebrun* - Francia).

Sulla scorta di diversi diagrammi di carico diurno e di quello annuale (1928) relativi alla zona di distribuzione di Parigi della « Union d'Electricité » gli autori indagano, in modo elegante, ma non sempre rigoroso, quali vantaggi potrebbe apportare, nell'utilizzazione degli impianti termoelettrici adibiti all'alimentazione della zona suddetta, un appropriato sistema di accumulazione dell'energia; ed in base a calcoli approssimativi relativamente semplici determinano l'entità dei risparmi che tale sistema permetterebbe di realizzare, rispetto all'esercizio attuale.

L'indagine viene riferita ai seguenti tre tipi di accumulazione:

1º) accumulazione elettrica;

2º) accumulazione di vapore;

3º) accumulazione idraulica.

Le conclusioni alle quali pervengono gli AA. possono riassumersi nel modo seguente:

a) L'accumulazione idraulica permette di modificare in senso assai favorevole i diagrammi di carico delle centrali termiche consentendo una migliore utilizzazione del macchinario ivi installato ed una sensibile economia nel consumo di combustibile, anche quando l'impianto di accumulazione venga azionato mediante energia termica (prodotta, s'intende, nelle ore di minore richiesta).

Oltre a tali economie l'abbinamento degli impianti suddetti comporta altri vantaggi collaterali non trascurabili, come ad es. la maggiore elasticità del complesso, la riduzione delle spese di produzione e di esercizio, la rivalutazione della cosidetta energia di supero, ecc.

Nel caso di impianti termoelettrici aventi una utilizzazione media di 3000 ore un impianto di accumulazione idraulica alimentato con l'energia di supero ed avente un rendimento complessivo del 50% può consentire una economia nel solo consumo di combustibile variabile dal 3 al 5%.

b) L'accumulazione termica (di vapore), nel caso di una zona relativamente estesa, può pure presentare notevoli vantaggi, specie agli effetti dell'integrazione oraria dei carichi di punta, grazie sopratutto, al suo elevato rendimento. In molti casi potranno vantaggiosamente coesistere i due sistemi di accumulazione ora esaminati.

c) L'accumulazione elettrica, rispetto ai sistemi precedenti, ha oggi un campo di applicabilità assai più ristretto, sia a causa dell'elevato costo di installazione, sia per il fatto che gli accumulatori elettrici debbono essere installati nelle immediate vicinanze del centro di consumo. In tal caso, a parte il tornaconto economico, il sistema in parola sarebbe teonicamente il più perfetto.

d) L'accumulazione dell'energia costituisce oggi un problema di notevole importanza specialmente nei riguardi della produzione di energia per via termica. Essa consente peraltro dei vantaggi non lievi anche nel caso di impianti di modesta importanza.

PROGRESS IN WATER POWER STORAGE (*W. S. Lee* - S. U. A.).

Il relatore espone i criteri seguiti per lo sfruttamento razionale ed integrale delle risorse idriche del bacino del f. Santee nel territorio meridionale della Carolina (S.U.A.) e si diffonde particolarmente sulla efficacia regolatrice dei serbatoi stagionali previsti ed in gran parte già realizzati.

Il bacino imbrifero complessivamente interessato dalle opere prese in esame ha una superficie di circa 15.000 miglia quadrate e serve ad alimentare una zona di 45.000 miglia quadrate.

L'A. riporta anche un elenco dei principali impianti previsti o costruiti, la potenza dei quali ammonta ad oltre 1 milione di kW.

GEMEINSCHAFTLICHE WASSERNUTZUNG ZUR ERZEUGUNG ELEKTRISCHER ARBEIT UND FÜR BEWÆSSERUNGSZWECKE (UTILIZZAZIONI IDRAULICHE COMBINATE PER PRODUZIONE DI ENERGIA E PER IRRIGAZIONE) (Prof. ing. *G. Ganassini* - Italia).

Premesse alcune notizie storiche sullo sviluppo secolare dell'irrigazione e su quello più recente delle utilizzazioni idroelettriche, in Italia, il prof. Ganassini tratta, in modo assai brillante, delle principali questioni tecnico-economiche inerenti alle utilizzazioni combinate per produzione di energia e per irrigazione.

Pur non essendovi stati studi particolari e disposizioni legislative specifiche, l'abbinamento di queste utilizzazioni ha avuto da noi uno sviluppo sufficiente a mettere in luce quali sono le condizioni rispettive di interferenza e di coordinazione da considerarsi per la regolare disciplina della sua applicazione.

« Il problema appare completamente diverso nelle zone alpine « e nelle appenniniche ed insulari: nelle zone alpine, la fortu« nata coincidenza della abbondanza di acqua nei fiumi du« rante il periodo di massimo fabbisogno irriguo ha consentita « la più morbida convivenza dei due scopi, con economie af« fatto distinte, salvo pochi casi isolati. Nell'Appennino invece « il fatto che l'impinguamento delle magre giova contempo« raneamente alla irrigazione ed alla produzione idroelettrica, « ha riavvicinati di più in linea tecnica ed economica i due « problemi, così che si trovano abbinati in uno stesso progetto. « Si hanno in atto da una parte esempi di enti agricoli che « hanno creato serbatoi avvistando anche la produzione idro« elettrica e dall'altra di gruppi idroelettrici che hanno subor« dinate le esigenze della forza motrice alla possibilità di fornire « acqua irrigua in determinate condizioni agli agricoltori ».

« È risultato che comunque si consideri il problema, esso tro« va la sua soluzione più compendiata nella regolazione dei de« flussi quale si persegue in linea teorica. Quando un complesso « di opere viene studiato e coordinato alla creazione di una « portata costante, si ottiene sempre un vantaggio economico « tanto per la irrigazione che per la forza motrice: la interfe« renza degli interessi comincia quando ai serbatoi si richiedono « erogazioni concentrate per sopperire alle più accentuate esi« genze stagionali delle due utilizzazioni ».

« Sarebbe difficile ed anche sterile di pratica utilità, il dettare « norme tecniche ed economiche generali per regolare le uti« lizzazioni idrauliche con la doppia finalità irrigua e di forza « motrice. Sono così molteplici e dissimili da caso a caso le « circostanze di fatto che si debbono considerare, che uno studio « comprensivo non sboccherebbe che a pregiudiziali dottri« narie o peggio ad una congerie di casistiche a sagoma forzata « che renderebbero meno agevole anzichè facilitare la concreta « elaborazione degli accordi ».

« L'acqua, per la economia della vita sociale, ha bisogno di « disciplina: sotto l'egida di essa trovano sempre sicuro svilup« po le diverse utilizzazioni ».

L'ÉVAPORATION DANS LES RÉSERVOIRS DE HAUTE ALTITUDE (*Ing. J. Leclerc du Sablon* - Francia).

Questo rapporto sarebbe stato certamente più indicato per la sezione 13ª. In esso l'A. espone i risultati di diverse prove eseguite durante il triennio 1926÷1928 nel serbatoio stagionale di Artouste, nei bassi Pirenei, allo scopo di stabilire l'entità delle perdite per evaporazione.

Vennero distribuiti, sulla superficie del lago, 5 recipienti di misura: due di questi vennero collocati in mezzo al lago e gli altri tre vennero posti in vicinanza delle sponde. I risultati trovati hanno dimostrato che mentre l'evaporazione media giornaliera accusata dai recipienti posti nel mezzo del lago variava da un valore minimo di 1.63 mm. a un massimo di 4.22 mm. presentando un valore medio globale di 2.41 mm. ~, quella che aveva luogo in prossimità della terra, variava invece da 3.02 a 4.57 mm. con un valore medio complessivo di 4.02 mm.

Tale divergenza è facilmente spiegabile se si tiene conto sopratutto della diversa temperatura che assumevano i recipienti usati nelle due condizioni anzidette.

***

Alla discussione della sezione 15ª presero parte numerosi Congressisti; ma le comunicazioni fatte non aggiunsero nulla di particolarmente interessante o di nuovo a quanto era già stato esposto nei singoli rapporti particolari e in quello generale del prof. dott. Haas. Molte di esse contribuirono, anzi, ad abbassare il tono della discussione conferendole un inopportuno carattere reclamistico.

Il dott. *Bräuer* di Berlino accennò brevemente all'accumulazione dell'energia sotto forma di idrogeno, prodotto per elettrolisi ad alta pressione;

Il dott. *Gerke* riportò alcuni dati e notizie sull'accumulazione del gas illuminante, del gas degli alti forni e di quello dei forni a koke;

Il prof. *Velander* di Stoccolma accennò alla possibilità di utilizzare, per l'integrazione delle punte istantanee nel caso di un impianto ad acqua fluente, la capacità di accumulazione del canale derivatore, (opportunamente rigurgitato);

Il dott. *Marguerre* e il dott. *Koch* misero in rilievo i vantaggi dell'accumulazione di calore nell'acqua di alimentazione (*Gleichdruckspeicherung*) ponendo a confronto (in modo però non molto obiettivo) tale sistema di accumulazione con quello Ruth.

Altri interlocutori, fra i quali anche il prof. *Schneider*, accennarono invece ad alcune questioni di carattere generale sull'accumulazione dell'energia; ma dal complesso di tutte le discussioni non emerse alcuna conclusione particolarmente degna di nota.

A. T.

L'ECONOMIA DELLE UTILIZZAZIONI IDRAULICHE NEI DIVERSI PAESI.

(Sezione 16ª)

La sezione 16ª comprende tredici rapporti, undici dei quali si riferiscono ai caratteri e allo sviluppo delle utilizzazioni idroelettriche in diversi paesi del mondo, uno tratta delle possibilità di sfruttamento delle maree in Argentina, ed uno infine si occupa delle condotte forzate in Italia. Quest'ultimo, manifestamente, avrebbe dovuto far parte piuttosto della sezione 13ª.

Sorvolando la relazione presentata dal Servizio idrografico italiano, il quale riferisce varî dati e notizie sullo stato delle utilizzazioni idroelettriche del nostro paese alla fine del 1928 (dati che sono meglio rilevabili dalle pubblicazioni annuali dello stesso Servizio e da quelle della UNFIEL), diamo un breve riassunto delle notizie riportate negli altri rapporti riguardanti le utilizzazioni idroelettriche dei seguenti paesi: Austria, Svezia, Norvegia, Cecoslovacchia, Portogallo, Canadà, Brasile, Argentina, Nuova Zelanda, India.

STAND DES AUSBAUES DER ÖSTERREICHISCHEN STAUBECKENANLAGEN UND IHR EINFLUSS AUF DI RATIONALISIERUNG DER ÖSTERREICHISCHEN WASSERKRÄFTE (*Ing. F. Kühnelt* - Austria).

Le condizioni climatiche ed idrologiche dei bacini austriaci sono tali che, per poter raggiungere, negli anni di siccità, una produzione di energia corrispondente al 75÷80% circa della quantità media normale annualmente ritraibile dal complesso degli impianti idroelettrici esistenti e in costruzione alla fine del 1928, occorrerebbe disporre di una riserva termica o idraulica capace di fornire annualmente 400 milioni di kWh.

Ora i serbatoi artificiali e i laghi-serbatoi adibiti in Austria alla produzione di energia sono ancora ben lungi dal poter sopperire a tale fabbisogno. Infatti, la capacità totale di detti serbatoi (24 in tutto), compresi anche quelli in corso di costruzione, ammonta a 174 milioni di mc. corrispondenti a 168 milioni di kWh soltanto. Assai maggiore sarebbe invece il contributo dei serbatoi progettati o ritenuti realizzabili. Si tratte-

rebbe infatti di 74 serbatoi, tra piccoli e grandi, aventi una capacità totale di circa 1.350 milioni di mc corrispondenti a ~ 1.378 milioni di kWh.

L'A. riporta un elenco completo dei serbatoi esistenti e di quelli progettati indicando per ciascuno di essi le principali caratteristiche ed illustra inoltre alcune fra le più importanti opere di sbarramento.

Die Wasserkraftnutzung der osterreichischen Donau mit Beziehung auf die internationale Schiffart (*Ing. C. Grünhut-Bartoletti* - Austria).

Il tronco del Danubio che attraversa il suolo austriaco rappresenta una fonte di energia idroelettrica veramente cospicua. Da uno studio accurato e completo dei caratteri idrologici, topografici e geognostici del tratto di fiume che si svolge tra Passau e Theben, con uno sviluppo di ~ 343 Km, risulterebbe la convenienza di utilizzare l'energia del Danubio su 13 salti. Tale utilizzazione, qualora venisse realizzata con una lievissima limitazione del traffico commerciale, consentirebbe di ricavare oltre 5 miliardi di kWh annui.

La caratteristica del Danubio più favorevole alle utilizzazioni idroelettriche consiste nell'elevato valore della sua portata minima, la quale non scende mai al di sotto di 800 mc/sec e si aggira normalmente sui 1000 mc/sec.

L'ing. Grünhut-Bartoletti riporta le principali caratteristiche delle tredici utilizzazioni sopracitate ed accenna alla loro possibile influenza sul traffico dei trasporti internazionali.

Energiebeschaffung und Energiewirtschaft der Stadt Stockholm (*R. Dahlander* - Svezia).

La svezia è uno di quei paesi che, agli effetti della produzione dell'energia, deve contare principalmente sulle proprie risorse idriche; senonchè la maggior parte di queste, e sopratutto quelle più facilmente utilizzabili, si trovano nella regione settentrionale, a grandissime distanze dalle città e dai paesi più popolati e industriali del Sud.

Si valuta che la potenza media normalmente ritraibile dagli impianti idroelettrici riconosciuti possibili in Svezia, ammonti a circa 6.500.000 kW; per potere tuttavia utilizzare buona parte di questa energia nei centri di maggior consumo occorrerebbero delle linee di trasporto aventi delle lunghezze ritenute sinora eccessive.

La città di Stoccolma, per la sua ubicazione, si trova in condizioni particolarmente sfavorevoli; cosicchè per assicurarsi la possibilità di far fronte alle future richieste di energia è stata costretta a prevedere e ad iniziare l'utilizzazione delle riserve idriche di due corsi d'acqua: il Dalälf, e l' Indalsälf posti, rispettivamente, a 150 e a 400 Km a nord della città.

Sinora è stato costruito l'impianto di *Untra*, sul Dalälf, il quale fornisce la maggior parte dell'energia attualmente richiesta dalla città di Stoccolma. Esso ha le seguenti caratteristiche:

salto utile:	12.35 ÷ 15.30 m
portata minima:	180 mc/sec
» media:	552 mc/sec

La centrale comprende quattro gruppi di turbine da 10.000HP ciascuna.

L'energia prodotta viene trasmessa sino a Stoccolma mediante una linea di 133 Km a 100 kV. Allo scopo di regolare i deflussi del fiume Dalälf è stata iniziata anche la sistemazione a serbatoi di diversi laghi che si trovano a monte dell'impianto di Untra.

Durante il periodo invernale, di maggior consumo, Stoccolma deve produrre dal 6 al 17.7% dell'energia (totale) richiesta, mediante un impianto termico di integrazione. Entro il 1930 verrà terminata una seconda centrale idroelettrica (di *Lanforsen*) a valle di quella di Untra, capace di produrre, negli anni più critici, 180.000.000 di kWh. Gli impianti dell'Indalsälf, che si trovano tuttora in fase di progetto, sono destinati a far fronte alle future richieste di energia eccedenti le disponibilità degli impianti costruiti sul Dalälf.

Si calcola che per un periodo di 15 a 20 anni l'incremento medio annuale del consumo di energia a Stoccolma, sarà del 12 % circa.

Ausnutzung der Aura-Wasserkraft durch Überführung nach dem Sunndalfjord (*E. Svanöe* - Norvegia).

Questo rapporto si occupa diffusamente di un progetto di utilizzazione integrale dei fiumi Aura e Lilledal, a scopo di produzione di energia elettrica. Secondo i piani definitivi, in corso di attuazione, le acque del fiume Aura verrebbero deviate nel bacino del Lilledal e utilizzate insieme ai contributi di questo in prossimità del Sunndalfjord.

L'A. riporta, oltre ai principali dati caratteristici degli impianti e dei serbatoi previsti, tutti gli elementi atti a giustificare il tornaconto economico del progetto esaminato.

Pumpspeicherung in der Tschechoslowakischen Republik (*Ing. V. Pavlousek* - Cecoslovacchia).

Le imprese elettriche della Cecoslovacchia hanno pensato di ricorrere, per l'integrazione dei carichi di punta, agli impianti di accumulazione a sollevamento d'acqua.

Tali impianti, perchè siano convenienti, debbono venire alimentati, nei periodi di accumulazione, mediante energia di supero — termica o idraulica — che non costi più di un terzo del prezzo di vendita dell'energia di punta che essi permettono di ricuperare.

Il rapporto accenna ad alcuni progetti elaborati a questo fine e riporta i dati relativi all'impianto del lago Nero attualmente in costruzione.

Les industries hydro-électriques au Portugal (*J. A. Lopes Galvao* - Portogallo).

L'industria del Portogallo richiede attualmente una potenza complessiva di circa 200.000 HP; di questa, la metà soltanto viene prodotta idraulicamente. Sebbene l'altezza media delle precipitazioni annuali si aggiri sugli 880 mm e il suolo sia abbastanza accidentato, la captazione delle risorse idriche del Portogallo è resa assai difficile e svantaggiosa dal carattere eminentemente torrentizio dei corsi d'acqua; carattere essenzialmente dovuto alla natura dei terreni e alla mancanza di boschi sulle falde montane.

Ciò nonostante, si calcola che, con impianti economicamente convenienti si potrebbe produrre una potenza media annua di 2.000.000 di HP. L'A. riporta un elenco dei principali impianti riconosciuti eseguibili.

Water Power Resources of Canada and Their Development (*J. T. Johnston* - Canadà).

L'utilizzazione delle risorse idriche rappresenta per il Canadà uno dei principali fattori del suo sviluppo industriale.

Secondo le più recenti valutazioni, gli impianti idroelettrici riconosciuti eseguibili nel Canadà sarebbero in grado di produrre complessivamente una potenza media giornaliera di 20.347.400 HP, durante i periodi di magra, e di 33.617.200 HP per sei mesi all'anno. Per utilizzare in modo razionale e conveniente le risorse idriche del paese si calcola che occorrerebbe una potenza installata complessiva di circa 43.700.000 HP. Le risorse del Canadà sono distribuite in modo relativamente uniforme fra tutte le provincie del paese; ma le più cospicue si trovano proprio nelle località più distanti dalle miniere di combustibili.

La potenza delle turbine idrauliche installate negli impianti idroelettrici esistenti al 31 dicembre dello scorso anno ammontava a 5.711.000 HP (contro 3.227.000 HP installati nel 1924) Negli ultimi sei anni hanno avuto un notevolissimo sviluppo anche le linee di trasporto e di collegamento.

Oggi il Canadà possiede numerose linee a 134, 168 e 220 kV; mentre nel 1924 la più alta tensione raggiunta era di 110 kV. Secondo le statistiche, gli impianti idroelettrici esistenti sono ripartiti fra le imprese elettriche, le industrie minerarie e quelle della cellulosa nelle proporzioni seguenti:

imprese elettriche	84,1 %
industrie della cellulosa e derivati	10,1 %
» minerarie	5,8 %

Dell'energia attualmente utilizzata, il 25,1% viene prodotta dagli impianti dell'industria della cellulosa, l'8.6 % da quelli dell'industria mineraria e la parte rimanente viene prodotta e distribuita dalle imprese elettriche.

L'A. accenna anche alle vantaggiose ripercussioni della produzione dell'energia per via quasi esclusivamente idrica, sull'economia dell'esportazione dei combustibili.

Storage Reservoirs in Canada (*O. Lefebvre* - Canadà).

Sulla scorta dei dati statitici più recenti ed in base alle condizioni idrografiche del paese, l'A. di questo rapporto esamina l'influenza regolatrice dei numerosi serbatoi e laghi-serbatoi esistenti o progettati, sulla produzione dell'energia idroelettrica nel Canadà.

Egli tratta inoltre, brevemente, di alcuni problemi di carattere generale inerenti al finanziamento, alla costruzione e all'esercizio dei serbatoi.

DIE GEZEITEN ALS KRAFTQUELLE IN ARGENTINIEN (*Ing. M. E. Piaggio*).

L'A. accenna a due progetti di utilizzazione dell'energia delle maree, relativi al golfo di S. Josè e all'estuario del Deseado sulla costa della Patagonia. Il golfo di S. Josè ha una superficie di 780 Kmq. Il suo imbocco, largo 7 Km, verrebbe sbarrato mediante una diga che permetterebbe di utilizzare sotto un salto variabile da 0.50 a 2.25 m una portata di 90.000 a 150.000 mc/sec. Questa portata verrebbe ripartita fra 376 turbine. I progettisti conterebbero di ritrarre da tale impianto 10.000.000 di kWh al giorno. Secondo i loro preventivi l'energia elettrica così prodotta e trasportata a Buenos Aires (a 1100 Km. di distanza!) non verrebbe a costare più di 1 dl per kWh. L'estuario del Deseado verrà utilizzato per primo a scopo eminentemente sperimentale.

WATER POWER RESOURCES OF BRAZIL (*Euzebio Paulo de Oliveira* - Brasile).

Il Brasile possiede delle notevoli fonti di energia nelle numerose cascate dei suoi corsi d'acqua. Una sommaria valutazione delle risorse idriche di questo paese, eseguita dal « Servizio geologico e minerario » porta ad una disponibilità minima utilizzabile di 15.000.000 di HP.

I bacini più importanti dal punto di vista delle utilizzazioni idroelettriche sono quelli del Paranà, e di Sao Francisco del Sud-Est. Sinora però, non è stata utilizzata che una parte minima delle risorse disponibili.

WAIKAREMOANA POWER DEVELOPMENT (*F. T. M. Kissel* - Nuova Zelanda).

Il lago di Waikaremoana si trova ad una altitudine di 642 m. a 35 km dalla costa, nell'isola settentrionale della Nuova Zelanda. A valle del lago sono stati costruiti tre impianti in cascata per una potenza totale massima di 140.000 kVA. L'A. descrive questi tre impianti, soffermandosi particolarmente su quello del salto intermedio che, in ordine di tempo è stato il primo costruito ed è il più potente (60.000 kVA).

POWER DEVELOPMENTS IN INDIA (*Prof. dott. ing. Basu* - India).

Lo sviluppo delle utilizzazioni idroelettriche in India è affatto recente. Soltanto dieci anni or sono, l'uso dell'energia elettrica era ancora un privilegio di poche grandi città industriali. Oggi invece quasi tutte le città dell'India sono provviste di impianti propri oppure vengono servite da qualche impresa industriale. La più notevole impresa industriale dell'India, che esercisce anche i maggiori impianti idroelettrici è la ditta « Tata & Sons » di Bombay.

Si valuta che la potenza media ritraibile dalle risorse idriche dell'India si aggiri sui 27.000.000 di HP.

L'A. accenna ad alcuni dei progetti più importanti che attendono tuttora la loro pratica attuazione e ne richiama le principali caratteristiche.

LE CONDOTTE FORZATE IN ITALIA (*Ing. E. Bernardini* - Italia).

Questo interessante rapporto non è altro che una rassegna storica dei progressi realizzati in Italia nella costruzione delle tubazioni forzate, a partire dall'epoca romana sino ai giorni nostri.

Parlando delle condotte forzate per impianti idroelettrici, l'A. distingue tre periodi caratteristici di sviluppo: quello dei *tubi chiodati*, quello dei *tubi saldati* e quello, attuale, dei *tubi cerchiati*

Ad illustrazione di ciascuno di questi periodi l'A. cita qualche esempio caratteristico di installazione, a partire dall'impianto di Tivoli del 1892 sino a quello recentissimo di Cardano. Quest'ultimo è sopratutto notevole oltre che per la sua potenza (la quale a lavori completi raggiungerà i 250.000 kW) anche per il fatto che la condotta forzata è il primo esempio di condotta d'acqua con *tubi cerchiati* di 2,8 a 2,5 m di diametro, per un salto di 161 m.

***

Nella discussione seguita alla lettura del rapporto generale del dott. ing. Krieger, qualche congressista comunicò dati e notizie relativi a progetti di utilizzazioni idroelettriche non contemplate nei rapporti presentati.

Altri oratori, invece, rispondendo ad uno dei quesiti formulati dal Relatore generale, trattarono in modo più o meno persuasivo della questione « se convenga o no costruire un impianto idroelettrico anche quando, dal lato economico-industriale, risulti più conveniente un impianto termico ». Naturalmente, la saggia conclusione di tante parole spese su questo argomento fu questa: « che la questione non è suscettibile di una risposta di carattere generale; ma va presa in esame e risolta caso per caso in base ad una seria valutazione di tutti gli elementi che stanno a favore e a sfavore sia dell'una che dell'altra soluzione ».

Risposta sostanzialmente non diversa ebbe anche l'altra questione, posta pure dal Relatore generale « se le grandi e le medie città debbano provvedere per conto proprio alla produzione dell'energia elettrica loro occorrente o se sia più vantaggioso che partecipino all'utilizzazione di risorse vicine insieme con altre imprese ».

Alla discussione della 16ª sezione partecipò anche il prof. *G. Ganassini*, il quale sostenne l'opportunità di distinguere nelle valutazioni delle disponibilità di energia idroelettrica la « qualità » o « marca » dell'energia producibile, per riguardo alle diverse concentrazioni diurne e stagionali con le quali detta energia può venire erogata.

A. T.

COLLABORAZIONE DI IMPIANTI DIFFERENTI PER LA PRODUZIONE DI ENERGIA.

(Sezione 17ª)

È questa la seconda Cenerentola delle sezioni, quanto a numero di rapporti (tre in tutto), malgrado l'interesse attuale grandissimo dell'argomento. Non vi è forse nessun paese tra quelli industrialmente più progrediti nel quale in una forma o nell'altra una tale collaborazione non sia allo studio o non sia stata già attuata; è certo però che la forma in cui essa si presenta è strettamente legata alle condizioni locali e sfugge almeno per ora ad una trattazione generale. I due rapporti più interessanti si riferiscono alla collaborazione di centrali termiche ed idrauliche per la produzione di energia elettrica:

N. 123 - LE GRANDI CENTRALI A VAPORE IN ITALIA (*E. Cesàri* - Italia).

N. 257 - LE RAGIONI ECONOMICHE DEL COLLEGAMENTO DI SISTEMI DI PRODUZIONE DI ENERGIA A BASE IDRICA E TERMICA (*N. E. Funk* - U.S.A.).

Cesàri dopo aver rilevato come, grazie alla fitta rete di interconnessioni che si è venuta formando in Italia, le piccole centrali termiche locali siano andate quasi del tutto scomparendo ed aver spiegate le ragioni di indole economica e politica che consigliano di ridurre la dipendenza dell'Italia dai combustibili, pone in luce come oltrechè per ragioni di carattere contingente (approvvigionamento di energia durante la costruzione di nuovi impianti idroelettrici) la costruzione di grandi centrali termiche distribuite per tutto il paese in punti opportuni si imponga anche per rendere possibile l'utilizzazione integrale delle risorse idrauliche. L'esistenza di numerosi serbatoi fa sì che le centrali termiche, quando sono in funzione, marciano a carico costante e quindi con buon rendimento. Dopo avere illustrato i caratteri comuni alle grandi centrali termiche recentemente costruite in Italia, ed accennato alla funzione rifasatrice di alcune fra di esse, l'A. le passa in rassegna una per una, spiegandone la funzione particolare nel sistema di cui fanno parte e dandone le caratteristiche principali. Rimandiamo in proposito il lettore a quanto è già stato pubblicato recentemente sull'argomento nella nostra Rivista (1).

Funk rileva come un sistema misto a base termica ed idraulica permetta di eliminare alcuni degli svantaggi inerenti ad un sistema a base esclusivamente termica od idrica, mentre conserva inalterati i vantaggi caratteristici dell'uno e dell'altro sistema. Limitandoci a considerare il caso di impianti idraulici situati a distanza dai centri di consumo ed a questi collegati da linee di trasmissione, un sistema a base puramente idrica richiede la costruzione di centrali termiche in prossimità dei centri di maggior consumo come riserve nel caso di interruzioni sulle linee di trasmissione. Questo maggiore immobilizzo non è necessario per i sistemi combinati. Così può darsi che in un sistema puramente idrico un aumento del fattore di carico ri-

(1) Ing. P. FERRERIO. — « Stato attuale e progressi probabili delle grandi centrali a vapore in Italia » *L'E. E.*, maggio 1930 pag. 392. (Relazione presentata al II Congresso dell'Unfiel, Roma 29 maggio - 1 giugno 1930).

chieda la costruzione di nuove centrali, a causa dell'insufficienza dei deflussi, mentre ciò non avverrà per un sistema misto. D'altra parte in un sistema a base esclusivamente termica, l'aumento delle dimensioni delle unità generatrici ha fatto sì che il tempo richiesto per la messa in marcia non sia quasi mai inferiore ad un'ora e raggiunga talvolta anche tre ore. Ciò implica che si tenga normalmente in esercizio una potenza di macchinario superiore alla massima effettivamente richiesta e ciò per poter fare rapidamente fronte al carico nel caso che una delle unità vada fuori servizio per una causa qualunque. Una simile necessità non esiste in un sistema misto, data la rapidità con cui si possono mettere in marcia le turbine idrauliche. Infine l'A. pone ancora in rilievo come in un sistema idrocalorico con serbatoi si possa ridurre il servizio di punta delle centrali termiche, che è notoriamente molto costoso.

A titolo d'esempio vengono riportati i diagrammi di carico del sistema alimentato dalle centrali sul Conowingo, diagrammi dai quali risulta come, a seconda delle condizioni di deflusso, alle centrali idrauliche si faccia compiere talvolta il servizio di punta, mentre altre volte viene da esse fornita la base del diagramma. Conoscendo la curva dei deflussi del corso d'acqua da utilizzare ed il diagramma di carico del sistema nei vari giorni dell'anno, possono istituirsi calcoli per determinare fino a quale potenza convenga sfruttare il corso d'acqua. In tali calcoli torna di grande utilità la curva energia-potenza che si ottiene per integrazione del diagramma di carico ordinato per potenze decrescenti (potenza-ore di utilizzazione). L'A. sviluppa numericamente un caso concreto, dal quale però non è possibile trarre conclusioni generali data la grande diversità di costo, particolarmente per gli impianti idraulici, da caso a caso.

Th. Ploppa e collaboratori esaminano nel loro rapporto

N. 10 - Possibilità di accoppiamento tra centrali elettriche e officine del gas

quali sono i vantaggi di ordine amministrativo ed economico che possono risultare da un tale accoppiamento. Gli AA. si limitano però a considerare il caso di centrali termiche locali a funzionamento continuo, caso che per noi non presenta evidentemente grande interesse.

***

La discussione non ha portato contributi degni di particolare menzione. *Menge* ha osservato che anche in Germania, analogamente a quanto succede da noi, oggi il costo dell'energia idraulica è frequentemente superiore a quello dell'energia termica. L'aumento del prezzo del carbone e la diminuzione del costo del danaro possono naturalmente spostare di nuovo la situazione a favore degli impianti idroelettrici. Altri oratori si sono occupati della possibilità di risolvere il problema delle « punte » mediante l'accoppiamento di centrali idrauliche e termiche con accumulatori di vapore. Per noi però tali problemi non hanno che scarso interesse e per le grandi aziende di carattere regionale ed interregionale devono considerarsi ormai superati. *Wöhrle* ha accennato al fatto che l'accoppiamento di centrali elettriche ed officine del gas può portare vantaggi economici sensibili se la produzione di energia ha luogo in prossimità della miniera e assume proporzioni rilevanti. Il problema viene così a riconnettersi a quello del trasporto a distanza del gas.

M.

COSTRUZIONE DI GENERATRICI E TRASFORMATORI PER GRANDI POTENZE E DI ALTRE MACCHINE ELETTRICHE.

(Sezione 18ª)

Sviluppo e stato attuale della produzione e distribuzione di energia elettrica e della costruzione di macchinario elettrico in Isvizzera (*B. Bauer* e *E. Duenner* - Svizzera).

La memoria è divisa in due parti. La prima si riferisce ai problemi inerenti la produzione e distribuzione della energia. La produzione è quasi esclusivamente idraulica. Gli AA. enumerano i criteri di produzione, distribuzione e integrazione e accennano alla possibilità di migliorare lo sfruttamento delle fonti naturali d'energia mediante costruzione di piccole centrali automatiche. Le reti di trasmissione e distribuzione esistenti sono state collegate fra di loro mediante un sistema ad altissima tensione che serve contemporaneamente ad allacciarle ad altri sistemi fuori della Svizzera, ai quali viene esportata energia. Vengono discusse le caratteristiche principali delle singole parti degli impianti e dati cenni riguardo al loro modo di esercizio. Dalle tabelle statistiche riportate risulta che la quantità specifica di energia consumata per abitante a scopi di riscaldamento corrisponde a una volta e mezzo quella consumata a scopo di illuminazione (45 kWh in confronto di 30 kWh).

La seconda parte della memoria tratta dello sviluppo preso dalla costruzione di macchinario elettrico e il suo contenuto coincide in gran parte con quello delle altre memorie presentate sullo stesso argomento.

Sulle macchine elettriche rotanti si sono presentate le relazioni:

Alternatori trifasi per grandi potenze (*E. Hunziker* - Svizzera).

Potenze limiti nella costruzione di macchinario elettrico (*F. Niethammer* - Cecoslovacchia).

Sviluppi economici nella costruzione di turboalternatori negli Stati Uniti (*M. A. Savage* - S. U. d'America).

Limiti economici nella prestazione di grandi alternatori comandati da turbine idrauliche (*F. D. Newbury* e *M. W. Smith* - S. U. d'America).

Condizioni limiti per alternatori per alte tensioni di grande potenza con speciale riguardo ai materiali di costruzione e al raffreddamento (*R. Pohl, E. Lasswitz* e Collaboratori - Germania).

Nuovi sviluppi nella costruzione dei turbo-alternatori (*H. Rickli* - Svizzera).

Coll'estensione sempre maggiore delle reti per trasmissione e distribuzione d'energia e colla necessità di raggiungere valori sempre più elevati nel rendimento delle macchine è sorto e si è reso sempre più impellente il bisogno di concentrare le massime potenze in una sola unità, ottenendo nello stesso tempo una economia di spazio. Negli ultimi anni i progressi sensibilissimi ottenuti nella costruzione dei turbo alternatori permettono di giungere a potenze unitarie limiti di gran lunga superiori a quelle raggiunte finora, pur limitando il campo di costruzione a macchine a due e a quattro poli. La limitazione della potenza massima è dovuta alle sollecitazioni ammissibili di natura elettrica, magnetica e sovratutto meccanica, alla lunghezza del rotore, all'entità delle perdite e alla possibilità di dissiparle con una razionale ventilazione e alle difficoltà di trasporto.

Finora furono costruiti o sono in costruzione turboalternatori delle seguenti potenze massime: 45000 risp. 72000 kVA, bipolari, per 50 periodi, 160000 kVA bipolari, per 25 periodi, 100000 kVA, tetrapolari, per 50 periodi e 94000 kVA, pure tetrapolari, per 60 periodi. Vengono esaminati uno per uno i fattori determinanti la potenza limite, illustrati i diversi metodi per verificare la bontà e la qualità perfetta del materiale di cui sono costituiti i rotori costruiti in un sol pezzo per macchine bipolari.

L'impiego di alluminio al posto di rame (*Rickli*) per l'avvolgimento di campo dei rotori bipolari permette di ridurre le sollecitazioni dovute alla forza centrifuga e di elevare la potenza limite delle unità. Le perdite nel ferro dello statore possono venire ridotte adottando lamierini legati mentre quelle addizionali sono state potute ridurre in maniera assai considerevole con svariati accorgimenti. Grandi progressi si possono pure registrare nella razionale ventilazione dei turbo (ventilazione radiale dello statore in parte verso l'interno, in parte verso l'esterno, ventilazione a ciclo chiuso con ventilatore separato ecc.). Si sono potuti ottenere così rendimenti elevatissimi (fino a 97,9 % a $\cos \varphi = 1$ per macchine bipolari).

Buon risultato hanno dato finora le applicazioni fatte in America dell'idrogeno impiegato quale mezzo di ventilazione a ciclo chiuso specialmente per condensatori sincroni. La difficoltà maggiore consiste nell'ottenere una tenuta perfetta all'albero delle macchine. Adottando l'idrogeno al posto dell'aria si diminuiscono le perdite di ventilazione e si riduce l'aumento di temperatura.

Per limitare le sollecitazioni dovute ai corti circuiti si aumenta in molti casi artificialmente la dispersione dei turbo, specialmente in Europa, dove si costruiscono macchine con rapporti di corto circuito inferiori a 0,8. In America invece ragioni di stabilità consigliano di non scendere oltre il valore di 1,0.

Per evitare le eccessive sollecitazioni dovute in questi casi ai corti circuiti si costruiscono in America dei turbo a due avvolgimenti.

Coll'aumento della potenza unitaria è nata la necessità di costruire grandi turbo-alternatori per tensioni fino a 30 kV.

È prevedibile che in avvenire si potranno raggiungere delle potenze limiti di 70000-90000 kVA con macchine a 3000 giri e di 225000-250000 kVA a 1500 giri.

Anche per gli alternatori mossi da turbine idrauliche la limitazione principale al raggiungimento della massima potenza è data da ragioni meccaniche (forza centrifuga e velocità di fuga del rotore).

Per il rimanente vale quanto è stato esposto per i turboalternatori.

Sempre più esigenti sono andate facendosi le condizioni imposte da ragioni d'esercizio alla rapidità di eccitazione e diseccitazione degli alternatori. Speciali eccitatrici costruite con circuito magnetico lamellato e per tensioni di eccitazione pari a un multiplo di quella normale permettono di raggiungere dei gradienti di tensione di 500 V/sec ai morsetti dell'eccitatrice principale.

Assai discusso è l'effetto stabilizzante dell'avvolgimento smorzatore. Le potenze massime per le quali sono state finora costruite le massime unità mosse da turbine idrauliche non sono ancora da considerarsi quali potenze limite, ma potranno venire facilmente sorpassate in costruzioni future.

Per le macchine a collettore il limite di prestazione è costituito oltre che dai fattori già riportati per le macchine sincrone anche da ragioni di commutazione. La tensione fra lamelle s'aggira sui 12-15 Volt mentre la velocità periferica del collettore massima raggiunta è di 40-50 m/sec.

Quali unità di potenza massima costruite finora sono da considerarsi delle dinamo a corrente continua a due collettori per 12000 kW, 250 giri, 470/505 V.

Nei motori monofasi a collettore la potenza viene anzitutto limitata dalla tensione indotta per effetto di trasformazione nella bobina commutante, che non deve superare i 2 Volt. Quale motore monofase di potenza limite è da considerarsi il motore costruito per 2700 kW a 250 giri e 16,7 periodi.

Sulla costruzione di trasformatori vennero presentati i rapporti:

Di alcuni problemi riguardanti la costruzione di trasformatori (*J. Kuebler* - Svizzera).

Problemi di attualità nella costruzione di trasformatori (*L. Roebel* e Collaboratori - Germania).

Anche nella costruzione di trasformatori si tende a raggiungere potenze unitarie sempre più elevate. Non esistono altri limiti che quelli dovuti alle sollecitazioni causate dai corti circuiti e alle necessità di trasporto.

L'impiego di lamierino legato a perdite ridotte e di diversi accorgimenti nella disposizione ed esecuzione dei conduttori permette di raggiungere rendimenti sempre più elevati.

Si va sempre più generalizzandosi l'uso di trasformatori a nucleo con bobine a avvolgimenti concentrici di forma circolare.

Tenuto conto delle forze radiali in caso di corti circuiti si possono raggiungere per unità trifase a 50 periodi delle potenze di 125000–150000 kVA. Trasformatori per 60000 kVA a 220 kV sono già stati costruiti in modo da permetterne il trasporto ferroviario in assetto completamente montato su carri speciali. Si possono eseguire trasformatori industriali per tensioni fino a 380 kV.

Il problema dell'isolamento dei trasformatori è facilitato considerevolmente nei casi in cui si possa mettere direttamente a terra il neutro dell'impianto. D'altra parte anche l'impiego della bobina di terra per limitare e compensare la corrente di terra ha sempre incontrato maggior favore anche là dove il suo uso era stato in un primo tempo combattuto. Svariati sono i mezzi adottati dai costruttori per proteggere gli avvolgimenti dagli effetti delle onde a fronte ripido. L'esperienza ha dimostrato però che quanto maggiore è la tensione d'esercizio tanto minore è il pericolo di guasti a questo riguardo. Rilievi fatti col clidonografo e coll'oscillografo catodico hanno provato che le sovratensioni più pericolose sono quelle prodotte da scariche dirette e raggiungono dei valori doppi o tripli delle sovratensioni di origine interna.

Nuovi problemi sono stati imposti ai costruttori di trasformatori nell'esecuzione di trasformatori a più avvolgimenti e di trasformatori destinati a collegare reti diverse, che devono permettere una facile regolazione della tensione sotto carico.

Trasformatori in olio per raffreddamento naturale possono costruire per potenze fino a circa 15000 kVA: per potenze superiori bisogna ricorrere a raffreddamento ad acqua o ad aria soffiata.

Trasformatori di prova sono stati costruiti in parecchi tipi per tensioni fino a 2000 kV. La introduzione delle altissime tensioni nel campo industriale ha avuto ripercussioni anche sullo sviluppo di nuovi tipi di trasformatori di misura (riduttori in cascata, riduttori del tipo isolatore).

Sui raddrizzatori furono presentate le memorie:

Raddrizzatori a vapori di mercurio (*M. Schenkel, H. Mayer-Delius* e Collaboratori - Germania).

Nuovi perfezionamenti nel campo dei raddrizzatori a vapori di mercurio (*S. Widmer* - Svizzera).

L'impiego di recipienti in ferro per la costruzione di raddrizzatori ha permesso di elevarne gradatamente la potenzialità. Il rapido sviluppo che si può registrare in questo ramo dell'elettromeccanica si deve alla raccolta e all'esame sistematico di risultati d'esercizio e allo studio profondo sia teorico che sperimentale organizzato razionalmente e condotto con grandi mezzi. Oggi si sono potute costruire delle unità da 16000 Amp che funzionano con esito soddisfacente. Il limite di tensione economico per il quale si possono eseguire raddrizzatori si estende da circa 500 a 12000 Volt. Le difficoltà di tenuta dei recipienti sono da ritenersi superate e così pure i fenomeni di ritorno di fiamma. Questi ultimi si possono sopprimere e rispettivamente evitare quasi del tutto coll'impiego di griglie di diverso tipo, opportunamente controllate da relais o automaticamente, poste in vicinanza degli anodi.

Mentre per le potenze più elevate si adotta il raffreddamento ad acqua, per intensità fino a 500 Amp. si possono impiegare raddrizzatori in bulbi di vetro raffreddati mediante ventilatori.

Macchine asincrone e loro impiego nella generazione di potenza reattiva (*M. Schenkel, W. Sarfert* e Collaboratori)

Gli AA. espongono i motivi che hanno condotto alcune Case costruttrici germaniche a propugnare e estendere l'impiego delle macchine asincrone anche a campi di utilizzazione che erano dominati finora esclusivamente dalle macchine sincrone. Discutono dei vantaggi offerti dal tipo asincrono e ne espongono le differenti caratteristiche, schemi di connessione, le particolarità delle eccitatrici e le diverse forme di esecuzione. Accennano all'uso delle macchine asincrone quali motori compensati con eccitatrice, quali condensatori-reattori e quali macchine per l'interconnessione di reti a differenti frequenze, soffermandosi a spiegarne i differenti metodi di inserzione. Concludono dimostrando sulla base di uno schema di collegamento i vantaggi che offrono le macchina asincrone impiegate quali generatrici in centrali automatiche.

Motori a corrente alternata ad alto fattore di potenza (*V. Meyer* - Danimarca)

L'A. spiega come si sia giunti ad adottare, al posto di condensatori rotanti o motori compensati o mezzi consimili, dei motori asincroni ordinari a bassissima saturazione e abbondantemente proporzionati per migliorare il fattore di potenza delle reti a 10 kV usate in Danimarca per distribuzione a scopi agricoli.

Motori di grande potenza con indotto speciale in corto circuito per inserzione diretta (*A. Booden* - Olanda)

L'A. descrive il modo che permette di adattare le caratteristiche del motore con rotore a doppia gabbia tipo Boucherot a condizioni di avviamento prestabilite, illustrando ed esponendo dati di calcolo per motori di potenza fino a 880 kW a 120 giri che, inseriti direttamente sulla rete, si avviano a pieno carico.

Il corto circuito di alternatori di grande potenza (*R. Brosens* - Belgio)

Premesso lo sviluppo di una trattazione teorica di un metodo che permette di calcolare in modo approssimativo le correnti di corto circuito, l'A. rileva la necessità di conoscere la variazione del valore della corrente di corto circuito nel periodo interposto fra l'inizio e il raggiungimento dello stato di regime e illustra con oscillogrammi il pericolo di sovratensioni nella fase sana in caso di corto circuito asimmetrico.

Regolazione di tensione nelle reti secondarie mediante regolatori ad induzione (*J. Kristen* - Svizzera).

Il regolatore ad induzione può in molti casi concorrere seriamente col trasformatore a rapporto variabile per la regolazione della tensione nelle reti secondarie. Vengono esposti svariati accorgimenti adottati per diminuire il costo di costruzione e migliorare le caratteristiche costruttive e di esercizio dei regolatori ad induzione. Si dovettero risolvere parecchi quesiti di costruzione e diversi problemi (raffreddamento, sollecitazioni in caso di corti circuiti, sovratensioni, sollecitazioni meccaniche ecc.). L'A. descrive alcune installazioni già eseguite,

sottolineando l'importanza che hanno i regolatori ad induzione per le reti di illuminazione, la cui tensione deve essere mantenuta costante più che possibile.

MACCHINARIO ELETTRICO ROTANTE PER ALTISSIME TENSIONI (*Teruo Ueda* - Giappone).

Nella memoria è svolta una trattazione teorica di alcuni problemi fondamentali per la costruzione di macchine elettriche rotanti ad altissima tensione.

RESISTENZA DEI TRASFORMATORI ALLE SOLLECITAZIONI ELETTRICHE AD IMPULSO (*V. M. Montsinger* e *W. M. Dann* - S. U. d'America)

Gli AA. propongono, sulla base dell'esperienza, delle norme per la resistenza dielettrica alle sollecitazioni ad impulso che devono avere i trasformatori e per proporzionarne l'isolamento a quello dei circuiti a cui sono allacciati. Il metodo di prova che gli AA. descrivono ha già trovato applicazione più o meno generale negli S. U.

RECENTI SVILUPPI DELL'INVERTITORE A MERCURIO E SUE APPLICAZIONI CON PARTICOLARE RIGUARDO ALLA COSTRUZIONE DI UN RETTIVERTITORE (CONVERTITORE STATICO DI FREQUENZA) - (*R. Mitsuda* - Giappone)

L'A. descrive un apparecchio capace di convertire corrente continua in corrente alternata coll'aiuto di un disco provvisto di fori, azionato da un motore sincrono, che controlla l'accensione e l'estinzione dell'arco. L'apparecchio può servire a convertire corrente continua in corrente continua a tensione diversa e, combinato con un raddrizzatore, può formare un convertitore di frequenza e, anche contemporaneamente, di fase.

e² s.

IMPIANTI DI QUADRI E APPARECCHIATURA, COMANDO AUTOMATICO DI CENTRALI, MISURAZIONE A DISTANZA E TELECOMUNICAZIONI.

(Sezione 19ª)

CRITERI MODERNI INGLESI NELL'ESECUZIONE E INSTALLAZIONE DI APPARECCHIATURA PER FORTI POTENZE (*R. W. Gregory* e *F. C. Winfield* - Gran Bretagna).

Lo sviluppo del sistema inglese ad alta e media tensione (grid) richiede l'installazione di apparecchiature per forti potenze per le tensioni di 33, 66 e 132 kV.

In Inghilterra si costruiscono oggi senza difficoltà interruttori per potenze di apertura fino a 1500 MVA e non si vede nessuna difficoltà a costruirne per potenze di 2500 MVA, specialmente per le alte tensioni. I criteri di costruzione degli interruttori in olio e dei loro meccanismi di comando si avvicinano a quelli adottati in Europa. Da notarsi che in Inghilterra i coperchi e le casse degli interruttori si fanno di acciaio capaci di resistere a pressioni interne fino a 70 kg/cm².

Gli AA. espongono molti dettagli interessanti a questo riguardo. Quello però che differenzia i criteri inglesi da quelli europei è la spiccata tendenza ad adottare apparecchiature blindate, eseguite finora per tensioni fino a 66 kV. Si pensa di estenderne l'impiego anche per 132 kV e per stazioni all'aperto. Mentre per le tensioni medie l'apparecchiatura blindata permette un notevole risparmio di spazio, per le alte tensioni questo vantaggio tende a sparire. A favore dell'impiego di tal genere d'apparecchiatura gli AA. portano anche il fatto che essa richiede minori spese di manutenzione. Si nota in questi ultimi tempi la tendenza a sostituire la massa isolante (compound) coll'olio. Vengono descritti e riprodotti diversi tipi di stazioni eseguite per il sistema inglese e altri impianti sia del tipo all'aperto che del tipo semicoperto. Viene accentuata la necessità di modificare il tipo di isolatori ora in uso per aumentarne l'isolamento, menomato dai soverchi depositi di sudiciume.

Si espongono i criteri adottati nello sviluppo del progetto dell'apparecchiatura facendo notare la opportunità di adottare due interruttori per ogni unità generatrice di grande potenza.

CRITERI AMERICANI MODERNI NELLA COSTRUZIONE DI INTERRUTTORI DI CORRENTE ALTERNATA AD ALTO POTERE DI ROTTURA. *J. B. Mc Neill* (S. U. d'America)

Negli S. U. ancor più e prima ancora che negli altri Paesi le proporzioni assunte dagli impianti elettrici e le necessità dovute alla interconnessione di potenti sistemi ad altissima tensione dettarono ai tecnici americani le vie dello sviluppo nella costruzione degli interruttori. La memoria spiega quali progressi si siano potuti raggiungere e in qual modo essi si poterono ottenere coll'aumentare la capacità di rottura (fino a 2500 MVA) e la riduzione nel tempo complessivo di scatto. Fattore quest'ultimo di somma importanza per assicurare la stabilità dell'esercizio di impianti a tensione altissima. Esaminato lo sviluppo degli interruttori in olio a scopi industriali e a media tensione (fino a circa 25 kV) per centrali potenti, l'A. si sofferma a parlare degli ultimi progressi, assai promettenti, raggiunti nella costruzione di interruttori per forti potenze e medie tensioni del tipo «Deion» senz'olio e di quelli nella costruzione di interruttori in olio ad alta capacità di rottura per le altissime tensioni ad apertura rapidissima. Ne vengono descritte le due forme principali di esecuzione: quella con meccanismo di apertura normale, ma con contatti provvisti di celle deionizzanti che permettono di ridurre in modo sensibilissimo il lavoro di rottura e la seconda con meccanismo rinforzato di apertura e camere di esplosione di costruzione speciale. Numerosi oscillogrammi riportati nella memoria dimostrano in ambi i casi la efficacia delle migliorie apportate.

APPARECCHIATURA E QUADRI MODERNI PER POTENZE ELEVATE CON PARTICOLARE RIGUARDO AL PROBLEMA DEL COSTO (*W. Petersen* e Collaboratori - Germania).

La memoria dà uno sguardo d'assieme ai criteri seguiti in Europa e specialmente in Germania.

Kesselring presenta un riassunto dei problemi essenziali inerenti alla costruzione di interruttori ad alta capacità di rottura, parla dei criteri seguiti nello sviluppo dei tipi in olio e dà brevi cenni sui nuovi tipi senz'olio (interruttori ad aria compressa e interruttori ad espansione) che si costruiscono già per le medesime potenze di rottura di quelli in olio per tensioni d'esercizio fino a 100 kV, e sulle possibilità future dei nuovi interruttori. Notevole il contributo che segue di *Cippitelli* sui coltelli separatori per tensioni d'esercizio fino a 220 kV d'esercizio. Egli passa in rassegna tutte le più notevoli costruzioni di apparecchi di questa categoria. *Neustaetter* tratta il capitolo degli isolatori portanti e passanti per le apparecchiature, del tipo costruito in materiale isolante (bakelite e simili) a condensatore e in porcellana. *Kumlik* parla delle reattanze in aria per limitare le sovracorrenti, il cui impiego va sempre più generalizzandosi in Germania in relazione all'aumento delle correnti di corto circuito negli impianti. Quali siano le nuove tendenze nella costruzione dei riduttori di corrente e tensione, specialmente in relazione alle nuove esigenze dei moderni impianti ad alte tensioni e di elevata potenza installata, espongono nel capitolo seguente *G. Keinath* e *W. Reiche*. Ragioni di sicurezza portarono allo sviluppo di riduttori di corrente senz'olio e senza massa isolante, con corpo isolante in porcellana (riduttori a foro trasversale) che, nonostante il loro costo leggermente superiore, diventano d'uso sempre più comune, tanto nei nuovi impianti, quanto in sostituzione di quelli isolati in olio o in massa installati negli impianti esistenti. Essi si costruiscono per tensioni di prova fino a 100 kV in un solo elemento e per tensioni superiori in più elementi. Per le tensioni elevate si costruiscono anche riduttori di corrente del tipo a isolatore portante, di costo sensibilmente inferiore ai soliti tipi in cassone d'olio, nei quali il nucleo e l'avvolgimento sono contenuti nell'isolatore stesso. Anche nel campo dei riduttori di tensione ragioni di economia e di sicurezza spinsero i costruttori a studiare nuovi tipi di riduttori per tensioni altissime: sono questi i riduttori in cascata inseriti fra una fase e la terra che consentono un notevole risparmio di spazio e di denaro. Se ne sono costruiti per tensioni di esercizio fino a 220 kV. In altri casi, in cui basta una piccola prestazione per gli strumenti di misura e relais sull'altissima tensione si rinunzia ai riduttori di tensione e si impiegano i dispositivi di misura a condensatore, che permettono di sfruttare a tal scopo la capacità degli isolatori portanti o passanti impiegandoli come divisori di tensione.

Nell'ultima parte della memoria *W. Petersen* si occupa dei criteri adottati in Germania per la disposizione dell'apparecchiatura e dei quadri. Lo sviluppo della disposizione in altezza o in estensione dipende dallo spazio disponibile e dal costo del terreno. Gli interruttori vengono collocati in locali chiusi, separati dalle altre parti della centrale e che in generale possono sboccare all'aperto, in modo da preservare il rimanente dell'apparecchiatura dalle conseguenze di eventuali scoppi di interruttori e incendi dell'olio. In altri casi, per risparmiare passanti, gli interruttori vengono incassati in celle pure comunicanti coll'aria libera, in modo che di essi non sporgano dal pavimento che il coperchio e gli isolatori. La disposizione dei coltelli, in genere tripolari, viene possibilmente scelta in modo che la loro posizione sia ben visibile dal posto del co-

mando meccanico degli interruttori, o possibilmente permetta di azionarli dal corridoio nel quale sporgono i comandi meccanici degli interruttori. Le sottostazioni all'aperto, che tardarono molto ad introdursi in Germania, vengono ora costruite per tutte le tensioni oltre i 30 kV. La loro disposizione varia a seconda del costo del terreno e si differenzia specialmente dal modo d'installazione degli interruttori. Negli ultimi tempi va diventando d'uso sempre più comune l'adozione di travi composte piene (in alcuni casi anche di cemento armato) al posto della tralicciatura. Lo schema elettrico (connessioni, sbarre, apparecchiatura) risulta in tal modo molto più chiaro. Segue una esposizione metodica dei criteri adottati nella costruzione e disposizione dei quadri, banchi di manovra, dispositivi di segnalazione ecc. Un confronto con quanto si fa negli altri paesi in fatto di apparecchiatura e quadri chiude la memoria.

GRANDI IMPIANTI MODERNI DI QUADRI E APPARECCHIATURE NELLA CECOSLOVACCHIA (*J. Reznicek* e *F. Vanek* - Cecoslovacchia).

Premesso un breve cenno sullo sviluppo della tecnica dei quadri, gli AA. parlano delle disposizioni dell'apparecchiatura, quali vengono usate comunemente nel loro Paese. Esse sono assai simili a quelle più in voga in Germania. In molti casi e specialmente negli impianti siti in regioni industriali, dove il grado d'isolamento dell'apparecchiatura nelle stazioni all'aperto può venire ridotto dai depositi che si formano sugli isolatori, si dà la preferenza agli impianti entro locali chiusi. Negli altri casi gli impianti all'aperto vengono adottati per le alte tensioni. Seguono descrizioni di impianti eseguiti illustrati da una serie di schemi e di fotografie. Gli impianti a 60 e 100 kV vengono fatti funzionare col neutro messo direttamente a terra, mentre per le reti a tensioni inferiori si adottano anche bobine di terra. I trasformatori devono avere un avvolgimento connesso a triangolo sia al puro scopo di compensare la dissimmetria dovuta a corti circuiti monofasi sia per l'allacciamento di sincroni. La memoria termina con un riassunto sui sistemi di protezione per le sovratensioni e sovracorrenti e per lo stacco selettivo di macchinario o tronchi di linea.

APPARECCHIATURA BLINDATA PER ALTE TENSIONI (*C Cippitelli* e Collaboratori - Germania).

Gli AA. espongono le ragioni che indussero i costruttori a sviluppare questo materiale speciale. Esso venne in origine costruito per permettere di installarlo in impianti industriali e in locali umidi (miniere) dove le parti ad alta tensione fossero protette dagli agenti atmosferici o dall'umidità, nè potessero venire a contatto colle persone. In seguito furono gli inglesi a sviluppare maggiormente questo genere di apparecchiatura e ad estenderne l'uso anche nei grandi impianti per produzione e distribuzione di energia. Un impiego in tale senso viene adottato nel Continente solo nei casi in cui esso venga reso indispensabile da ragioni di spazio. Vengono descritte le costruzioni di uso più corrente secondo i criteri adottati dalle maggiori Case costruttrici inglesi.

CENTRALI E SOTTOSTAZIONI A COMANDO AUTOMATICO E A CONTROLLO A DISTANZA, DISPOSITIVI E IMPIANTI DI TELECOMUNICAZIONE, DI MISURA E DI COMANDO A DISTANZA NEGLI IMPIANTI DI DISTRIBUZIONE ELETTRICA (*M. Schleicher* e Collaboratori - Germania).

Il contenuto assai complesso della memoria è alquanto difficile da riassumere. Essa comincia coll'esporre i compiti, i vantaggi dell'automaticismo e prospetta le differenti soluzioni del problema. Passa poi a discutere i vantaggi che possono derivare dall'automaticismo parziale anche nei casi in cui esso è combinato col comando a distanza.

Le esigenze di un comando centralizzato di complessi sistemi funzionanti in parallelo ha dato impulso allo studio e allo sviluppo dei mezzi di controllo, di comunicazione e di trasmissione a distanza di manovre e di ordini, di misurazione e di regolazione a distanza. La memoria accenna e discute tutte le varianti possibili e termina dando dei cenni sull'organizzazione di un impianto di dirigente unico (load dispatcher) di sistemi complessi di produzione e distribuzione di energia.

STAZIONI AUTOMATICHE E IL LORO CONTROLLO A DISTANZA (*C. Lichtenberg* e *R. J. Wensley* - S. U. d'America)

La memoria dà delle notizie interessantissime a questo riguardo. La prima sottostazione automatica comprendente una convertitrice da 300 kW venne posta in servizio alla fine del dicembre 1914. Da quel giorno l'impiego dell'automaticismo in America ha fatto passi da gigante e non v'è, si può dire, nessun campo delle applicazioni elettriche in cui esso non si sia affermato con successo. I diversi grafici riportati danno una idea chiara di questo immenso sviluppo. Gli AA. parlano dei differenti campi di applicazione dell'automaticismo, dell'opera svolta di comune accordo dai costruttori e dagli esercenti per perfezionarne i singoli apparecchi, che ora sono stati anche standardizzati nelle norme americane. Seguono delle succinte, ma chiare descrizioni del funzionamento delle numerose varietà di applicazioni dell'automaticismo appartenenti alle tre categorie, ferrovie elettriche, centrali e impianti industriali. La seconda parte della memoria tratta degli impianti di controllo a distanza, di trasmissione a distanza di comandi, notizie, manovre, segnali e misure, e descrive i tre principali sistemi in uso in America. Vengono date infine delle indicazioni riassuntive sul numero di impianti in servizio (la potenzialità complessiva del macchinario rotante installato con comando automatico è di oltre due milioni di kW mentre quella del macchinario statico oltrepassa i dieci milioni di kW) e sull'economia raggiungibile rispetto agli impianti comuni.

L'IMPORTANZA DELL'APPLICAZIONE DELL'AUTOMATICISMO AGLI IMPIANTI IDRAULICI SVEDESI PER LA PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA (*C. Kiessling* - Svezia).

Anche per la Svezia l'applicazione dell'automaticismo agli impianti per piccole e medie potenze (fino a ca. 5000 HP), che costituiscono circa il 38% della potenzialità idraulica totale disponibile, ha una importanza notevole.

L'A. descrive i dettagli dell'apparecchiatura automatica per i differenti casi, ne spiega le diverse manovre e il funzionamento e parla infine dell'applicazione del controllo a distanza agli impianti idraulici svedesi esponendo nel principio e nei particolari il sistema a selettori sincroni adottato in Isvezia.

CENTRALI IDROELETTRICHE AUTOMATICHE IN AUSTRALIA (*H. D. Cook* - Gran Bretagna)

L'A. descrive nel suo insieme e nei dettagli il gruppo degli impianti Sugarloaf–Rubicon, che comprende 4 centrali automatiche, da portarsi in seguito a sei, comandate e regolate a distanza da un posto centrale. Da questo viene dato l'impulso per l'avviamento, la messa fuori servizio e la regolazione delle singole centrali. Le altre manovre hanno luogo in maniera automatica. Il controllo a distanza si fa mediante un sistema a selettori per una sola centrale attraverso una terna di conduttori; per le rimanenti esso avviene attraverso a cavi a più conduttori per mezzo di relais polarizzati. Il sistema descritto è interessante anche per il fatto che comprende centrali di varie caratteristiche, equipaggiate di macchinario e apparecchiatura fornite da diverse case costruttrici e quindi costruite e disposte in base a differenti criteri.

MISURAZIONE A DISTANZA (*F. H. Clough* - Gran Bretagna)

Anche in Inghilterra si è sentito il bisogno di avere dei dispositivi che permettessero di risolvere i diversi problemi connessi col comando centrale di un sistema complesso di produzione e distribuzione d'energia.

L'A. riassume questi problemi nella sua memoria spiegando quali valori e quali segnalazioni sia conveniente e indispensabile trasmettere a distanza. Egli espone tre diversi procedimenti per la trasmissione continua di misure e passa quindi a descrivere un metodo di controllo a distanza, basato sull'impiego di selettori simili a quelli impiegati nella telefonia automatica, che permette, servendosi di soli tre conduttori, di risolvere contemporaneamente i seguenti problemi: collegamento telefonico del posto centrale di comando colle diverse stazioni, segnalazione automatica al posto di comando delle posizioni degli interruttori, trasmissione intermittente di indicazioni di potenze attive e reattive e della totalizzazione di altre misure importanti.

I METODI ELETTRICI DI MISURA A DISTANZA CON PARTICOLARE RIGUARDO ALLA TOTALIZZAZIONE A DISTANZA E ALLA SUA IMPORTANZA NELL'INDUSTRIA ELETTRICA (*W. Janicki* - Svizzera)

Il rapporto costituisce una pregevole monografia su questo argomento diattualità. Premesse alcune indicazioni di indole generale, l'A. enumera i principali procedimenti studiati e messi in opera in Europa e in America. In una tabella vengono riassunti in modo chiaro e succinto i vantaggi e gli inconvenienti

dei diversi sistemi. L'A. è fautore dei metodi ad impulso perchè si prestano meglio degli altri alla trasmissione a distanza a mezzo delle linee telegrafiche e telefoniche.

LA CENTRALIZZAZIONE DEI COMANDI (*M. Dessus* - Francia)

L'A. descrive l'impianto di comando centralizzato delle caldaie a carbone polverizzato della centrale d'Issy les Moulineaux, che ha dato buoni risultati. L'A. è del parere che un comando di tal genere sia da preferirsi al comando completamente automatico di grandi centrali e ne spiega le ragioni.

e² s.

TRASMISSIONE E FLUSSO DELL'ENERGIA IN RETI AD INTERCONNESSIONE SEMPLICE E MULTIPLA.

(Sezione 20ª)

IL CONTROLLO DEL CARICO DELLE CENTRALI DI PRODUZIONE E LA REGOLAZIONE DELLA FREQUENZA E DELLA TENSIONE DI UN SISTEMA INTERCONNESSO (*J. M. Oliver* - S. U. d'America)

Il rapporto dà una rassegna dettagliata dei procedimenti e dei dispositivi adottati per controllare il funzionamento in parallelo di parecchie reti di società differenti di produzione e distribuzione appartenenti al medesimo gruppo finanziario e ne espone i vantaggi. Si tratta di un raggruppamento imponente con una potenzialità di macchinario installato di oltre 1,3 milioni di kVA (di cui ca il 30% in centrali termiche) e una produzione annua totale di ca 3 miliardi di kWh, che distribuisce energia su una area di oltre 450 mila chilometri quadrati. La tensione di trasmissione è di 110 kV, salvo un breve tratto a 154 kV. L'area totale servita è divisa in singole zone di ca 200 km², ognuna provvista di un proprio posto di dirigente unico. Tutti questi posti locali fanno capo a due dirigenti unici centrali (load dispatchers). Nella memoria sono esposte le loro mansioni, il loro modo di coordinamento e la maniera colla quale dirigono tutto il servizio. Fra le singole società esistono dei contratti vicendevoli di fornitura d'energia, che permettono una certa elasticità a seconda dei bisogni e delle condizioni dei corsi d'acqua e dei serbatoi. La ripartizione del carico viene fatta in base a direttive economiche. Per regolare la tensione servono in primo luogo condensatori rotanti installati per una potenzialità totale di ca 140000 kVA, in collaborazione cogli alternatori delle centrali di produzione, che possono funzionare anche a vuoto quali sincroni. Le modalità della regolazione della tensione sono date dai dirigenti locali, però sotto la sorveglianza dei due posti centrali di comando, che sono muniti di dispositivi di misura a distanza per poter controllare l'andamento della tensione nei singoli punti. L'A. si aspetta grandi vantaggi per migliorare la stabilità del servizio dall'eccitazione ad impulso. La frequenza viene regolata sulla base di orologi sincroni adottando anche dei regolatori di frequenza ad altissima sensibilità. Le singole parti del sistema vengono collegate fra di loro in modo da ridurre ad un massimo di 1,5 milioni di kVA la potenza di corto circuito delle linee di collegamento.

IL SISTEMA INGLESE AD ALTA TENSIONE (*Grid*) E LA SUA RELAZIONE CON ALCUNI PROBLEMI TECNICI E ECONOMICI (*A Page* e *C. W. Marshall* - Gran Bretagna).

Il rapporto tratta della grande rete inglese di collegamento fra le singole regioni.

Le particolari condizioni nella produzione e distribuzione dell'energia elettrica in Inghilterra hanno permesso di raggruppare tutte le centrali e le linee in un unico sistema regionale che si estenderà su tutta l'isola in forma di una rete a maglie. Si sono adottate le tensioni normali di 132, 62 e 32 kV. La tensione di 132 kV è stata scelta come la più conveniente, giacchè consente di trasmettere le potenze massime previste, e di adottare anche cavi e apparecchiature blindate. Le centrali di produzione vengono impiegate in parte come centrali di base e in parte come centrali di punta. La regolazione della tensione si fa con trasformatori a rapporto variabile manovrabili sotto carico. Il sistema funziona con centro messo direttamente a terra per motivi che vengono enumerati. Il rapporto contiene le tabelle di costo delle diverse parti, espone parecchi dettagli tecnici relativi all'isolamento dei trasformatori e delle linee, alla protezione contro le sovratensioni, per la quale non sono stati previsti apparecchi speciali, e a quella contro i guasti, fatta a mezzo di relais selettivi, o del sistema differenziale, per brevi tratti di linea, o mediante relais di distanza per le linee di maggior lunghezza.

IL CONTROLLO TECNICO ED ECONOMICO DEL FLUSSO DI ENERGIA IN RETI AD INTERCONNESSIONE SEMPLICE E MULTIPLA (*A. Menge* e Collaboratori).

La trattazione è ricca di considerazioni e di dati sui mezzi disponibili e necessari per regolare il servizio di sistemi complessi.

Premessi i diversi criteri dimostratisi convenienti in Germania per collegare fra di loro le singole reti, la relazione espone in dettaglio i vari dispositivi escogitati per la protezione del macchinario, dell'apparecchiatura e delle linee. Riferisce sui problemi e dispositivi attinenti alla compensazione delle correnti di terra, che viene adottata generalmente per tutte le reti germaniche ad alta tensione. La seconda parte della relazione tratta dei diversi mezzi messi in opera e disponibili per regolare il flusso d'energia nelle reti complesse, tanto di carattere tecnico, che di carattere organizzativo. Parla della maniera nella quale conviene siano compilati i contratti per lo scambio di energia fra le diverse Società ed espone diverse proposte a questo riguardo.

L'INFLUSSO DEI NUOVI STUDI SULLA STABILITÀ E DELL'AUMENTO DELLA RAPIDITÀ NELLA APERTURA DEI CIRCUITI SULL'ECONOMIA DELLA TRASMISSIONE DI POTENZA (*Ch. Le G. Fortescue* - S. U. d'America)

La memoria tratta dei criteri di stabilità che devono regolare il progetto e l'esecuzione delle lunghe linee di trasmissione accennando ai vantaggi tecnici e economici che si possono ottenere adottando il sistema di Baum integrato coi nuovi dispositivi di eccitazione ad impulso e di apertura ultrarapida di interruttori di linea.

PROBLEMI ELETTRICI DELLA TRASMISSIONE DI ENERGIA A LUNGHE DISTANZE (*R. Ruedenberg* e Collaboratori - Germania)

Premessa una breve introduzione, *E. Marx* tratta nel primo capitolo del fenomeno corona e dei problemi riguardanti l'isolamento delle linee ad altissima tensione. Nel capitolo seguente *R. Ruedenberg* espone diverse considerazioni sul controllo della potenza reattiva nelle linee di trasmissione, sulla loro compensazione e sui mezzi adatti per ottenere questo scopo. Segue il capitolo sul comportamento degli alternatori e dei motori primi, dovuto a *E. Frensdorff* che esamina la stabilità delle macchine e parla dei dispositivi atti ad aumentarla. *H. Piloty* illustra nel seguente capitolo l'importanza della compensazione della corrente di terra per la stabilità di funzionamento, per la sicurezza d'esercizio e espone i diversi mezzi impiegati al riguardo. Chiude la Memoria il capitolo di *M. Dahl*, un rapporto fra l'impiego di linee aeree e cavi per la trasmissione a distanza.

IL PROBLEMA DEL FATTORE DI POTENZA NELL'INTERCONNESSIONE DI RETI (*J. Kristen* - Svizzera).

Discussi i differenti vantaggi dell'interconnessione e analizzati i particolari tecnici del problema l'A. dimostra la necessità di interporre nelle linee che collegano fra di loro dei sistemi funzionanti in parallelo degli organi che permettano di regolare il travaso della potenza reattiva, in modo da assicurare ai sistemi in questione un funzionamento più che possibile indipendente fra di loro congiunto con una assoluta stabilità di servizio. L'A. mostra come questi organi possono essere costituiti da regolatori ad induzione che consentono un funzionamento automatico con regolazione graduale, senza interruzione di circuiti a forti correnti e illustra alcune installazioni del genere.

IL CALCOLO DEL CORTO CIRCUITO BIPOLARE DI UNA LINEA TRIFASE, ALIMENTATA ALLE DUE ESTREMITÀ, COL METODO DELLE COMPONENTI SIMMETRICHE (*G. Oberdorfer* - Austria)

L'A. illustra una applicazione di questo metodo che permette di risolvere in modo relativamente facile problemi di dissimmetria assai complessi.

GLI ASPETTI ECONOMICI DELL'APPLICAZIONE DEL SISTEMA AUTOMATICO ALLE RETI A CORRENTE ALTERNATA (*H. Richter* - S. U. d'America).

Il rapporto espone le ragioni che hanno indotto gli Americani a studiare e applicare il così detto *automatic network system* alle reti di cavi a maglia per la distribuzione urbana a bassa

tensione. L'A. ne illustra il funzionamento e i differenti vantaggi, che consistono principalmente in minor costo d'impianto, maggiore sicurezza e minori variazioni di tensione. Il sistema va introducendosi rapidamente in America dove tende a sostituire quello a corrente continua (Edison system) già usato quasi esclusivamente.

L'ECONOMIA DELLE LINEE DI TRASMISSIONE (*O. Szilas* - Ungheria)

L'A. illustra un metodo che permette, sulla base delle perdite e delle curve di carico, di svolgere un calcolo di massimo tornaconto di linee di trasmissione.

PROBLEMI MECCANICI DELLA TECNICA DELLE LINEE DI TRASMISSIONE (*A. Rachel* e Collaboratori - Germania).

Gli AA. parlano della costruzione dei sostegni e dei recenti criteri adottati in Germania nel loro calcolo e nella disposizione dei conduttori, dei requisiti meccanici e di fabbricazione di questi ultimi, dei problemi delle vibrazioni nei conduttori di grande diametro e dei provvedimenti necessari per eliminarle (morsetti speciali, smorzatori di vibrazione ecc.). Trattano quindi della tecnica degli isolatori e dei grandi progressi realizzati a questo riguardo negli ultimi anni e infine delle disposizioni prese nelle norme tedesche per la tutela dell'incolumità pubblica.

TRASMISSIONE DI ENERGIA MEDIANTE CAVI (*W. Vogel* e Collaboratori - Germania).

Esposti i criteri di costruzione dei cavi, le diverse difficoltà inerenti alla fabbricazione di cavi per altissime tensioni e i mezzi escogitati e adottati per superarle, vengono illustrati i diversi metodi di messa in opera dei cavi. Gli AA. osservano che si fa strada la tendenza di rinunciare all'impiego di cavi armati curandone invece minuziosamente la posa in opera, i differenti tipi di armature e accessori. Il capitolo seguente tratta delle qualità funzionali dei cavi, della necessità di compensarne le capacità in reti estese con bobine di reattanza, degli accorgimenti adottati per ridurre le perdite supplementari di cavi a conduttore unico e dei pregi che essi offrono. Seguono delle descrizioni di impianti degni di nota eseguiti in Germania per tensioni fino a 100 kV che riportano anche dati statistici su guasti avvenuti in grandi reti urbane. La relazione termina con alcune considerazioni sull'influsso del genere di corrente sul problema di trasporto in cavi spiegando i vantaggi offerti dalla corrente continua ad alta tensione.

L'ELIMINAZIONE DI FORMAZIONI DI GHIACCIO SUI CONDUTTORI DELLE LINEE DI TRASMISSIONE (*J. Schloegl* - Austria).

L'A. descrive i danni provocati nella linea a 100 kV Partenstein-Gresten dai manicotti di ghiaccio (rotture di conduttori e di sostegni) e espone il metodo adottato per eliminarli, che consiste nel riscaldare i conduttori, chiusi in corto circuito ad una estremità, con una corrente di valore conveniente generata da un alternatore all'altra estremità.

LINEE DI TRASMISSIONE AD ALTA TENSIONE NELLA U.d.R.R.S.S. (*N. I. Suschkin* - Russia)

La memoria riporta alcuni dettagli relativi alle linee a 110 kV costruite in questi ultimi anni. Caratteristici sono il tentativo di impiegare sostegni metallici privi di fondazioni, ancorati con tiranti metallici, l'uso di sostegni in legno per campate fino a 225 metri e l'impiego di morsetti a scorrimento.

NUOVA COSTRUZIONE DI LINEE DI TRASMISSIONE (*N. I. Suschkin* e *A. A. Glazunoff* - Russia)

Questa relazione è un complemento della precedente ed espone in dettaglio diverse prove eseguite in proposito con buoni risultati e sottolinea i vantaggi economici dei sostegni in legno e del tipo di morsetteria adottato.

ISOLATORI IN VETRO (*F. Niethammer* - Cecoslovacchia)

L'A. riferisce su prove da lui eseguite in laboratorio che mostrano come questi isolatori abbiano qualità elettriche migliori di quelli in porcellana, ai quali sono però inferiori per quello che riguarda la loro resistenza a sollecitazioni meccaniche o termiche.

COLLAUDO DI ISOLATORI IN PORCELLANA E POROSITÀ DEGLI STESSI (*P. A. Florensky* e *N. A. Tzerevitinov* - Russia).

Gli AA. illustrano l'importanza che ha la porosità della porcellana nei riguardi delle qualità meccaniche ed elettriche degli isolatori. L'esito di numerose prove comparative da loro eseguite dimostra che i diversi metodi d'impregnazione mediante i differenti liquidi proposti per la determinazione del grado di porosità conducono a risultati non conformi. Gli AA. ne propongono uno nuovo basato sull'esame microfotografico della porcellana che descrivono in dettaglio e illustrano con rilievi eseguiti su isolatori di porcellana di diverse case costruttrici.

e² s.

PRESE DI TERRA, PARAFULMINI ED INFLUENZE RECIPROCHE DELLE LINEE AD ALTA TENSIONE E DELLE LINEE DI TELECOMUNICAZIONE.

(Sezione 21ª)

Sugli argomenti di questa sezione vi sono stati otto rapporti dei quali tre riguardanti la messa a terra degli impianti (N.º 266, N. 318 e il rapporto della I.E.E.), tre i disturbi prodotti alle telecomunicazioni dalle linee di energia (N. 312, N. 35 e N. 401), e due sui disturbi prodotti dalle scariche atmosferiche (N. 423, N. 263).

Per quanto riguarda il primo argomento è particolarmente interessante il rapporto

N. 266 - LO SVILUPPO DELLE LEGGI E REGOLAMENTAZIONI RIGUARDANTI LA MESSA A TERRA DEI CIRCUITI E DEGLI APPARECCHI ELETTRICI NEGLI S.U.A. (*M. W. H. Blood* - S. U. d'America)

il quale rapporto dà una cronistoria della questione, e illustra le norme stabilite in materia dal « National Electrical Code » e dal « National Eletrical Safety Code »; norme che sono riportate poi per esteso in appendice. Quantunque queste non abbiano valore legale esse sono però egualmente importanti perchè vengono spesso prescritte dalle Compagnie di Assicurazione e dal Corpo dei Pompieri e rappresentano ormai la pratica Americana orientata verso il conduttore di messa a terra.

In Inghilterra invece, secondo il rapporto

CIRCA LA MESSA A TERRA DEI CIRCUITI E I DISTURBI ELETTRICI NEGLI IMPIANTI INDUSTRIALI

presentato dall'I.E.E., non vi sono prescrizioni generali in proposito, però vi sono numerose norme emanate da varie associazioni o Autorità le quali si basano generalmente sulle « Regole per impianti elettrici nei fabbricati » dovute all'I.E.E. Queste norme hanno carattere quindi ristretto. In genere esse sconsigliano la presa di terra per correnti continue a meno di 30 Volt. Per correnti alternate a più di 125 Volt prescrivono la messa a terra del neutro

Il relatore generale Prof. Rüdenberg commentando questi due rapporti giustamente rileva l'importanza della questione, e fa osservare che data la mancanza di esaurienti studi in proposito, queste norme hanno più carattere pratico che scientifico.

Il rapporto

N. 318 - TERRE DI PROTEZIONE E DI SERVIZIO - TENSIONI DI CONTATTO AMMESSE (del *Prof. Sirotinsky* e degli *Ingg. Teleschow* e *Eclai* - Russia)

riguarda invece gli impianti di produzione e non quelli di distribuzione, e rivela lo sforzo che la Russia fa per mettersi al corrente della pratica europea e americana dopo i diversi anni di isolamento politico. La descrizione degli studi fatti e dei sistemi adottati però non ci dice nulla di nuovo.

Sul secondo argomento attinente a questa sessione, e cioè la coesistenza delle linee di energia e di telecomunicazione, i due rapporti — uno russo (N. 312) del Prof. Asbukine e Ingg. Petrinsky, Gratschev, Marcovic, Teleschév, e l'altro tedesco (N. 35) del Prof. Rachel e del Dr Klewe, non dicono nulla di nuovo, salvo la conferma dell'effetto di schermo prodotto dai fili di terra risultata secondo le esperienze russe.

Il Relatore Generale Prof. Rüdenberg commentando tali rapporti ha insistito giustamente sulla crescente importanza che assume il problema con l'infittirsi delle reti di energia e di telecomunicazione, e sulla necessità di eseguire numerose esperienze, specialmente nei riguardi della resistività del suolo, perchè solo attraverso a tali esperienze potrà risolversi la questione pra-

ticamente insolubile in altro modo — stante la eterogeneità e complessità dei fenomeni in giuoco.

Ha attinenza con questo argomento il rapporto

N. 401 - Compiti dell'industria elettrotecnica e delle imprese elettriche nei riguardi della lotta contro i disturbi nella ricezione radiofonica (*Dr. Bredow* - Germania)

secondo il quale rapporto sono urgenti ed indispensabili provvedimenti legislativi internazionali che obblighino i costruttori, gli elettrotecnici e le imprese elettriche a prendere provvedimenti per eliminare qualsiasi forma di scintillamento negli impianti elettrici che dia interferenza alla radio.

I due rapporti riguardanti il terzo argomento della Sezione sono dovuti uno a *F. W. Peeck Jr* (S.U.A.) (N. 263) e l'altro (N. 423) al *Prof. A. Mathias* (Germania). Il primo intitolato

Il fulmine e i suoi effetti sulla costruzione delle linee di trasmissione e sul macchinario dal punto di vista tecnico ed economico

riassume efficacemente i numerosissimi studi fatti nel volgere di pochi anni e le conoscenze ormai acquisite in proposito; riassume altresì i noti metodi della tecnica Americana per combattere le sovratensioni dovute ai fulmini.

Il rapporto tedesco invece riguarda specialmente le indagini sulle scariche atmosferiche eseguite a Wünsdorf e sul Monte Generoso e gli studi sullo smorzamento delle sovratensioni indotte con risultati analoghi a quelli ottenuti altrove.

***

In complesso dai lavori di questa sezione non è scaturito alcunchè di nuovo. È però vero che i tre argomenti trattati sono quanto mai ardui e complessi e legati ad un tal numero di circostanze così variabili che progressi in proposito potranno farsi solo lentamente ed attraverso infinite esperienze.

Malgrado ciò questi argomenti sono sempre di vivo interesse per i tecnici e per gli industriali come lo ha mostrato la discussione seguita al rapporto generale del Prof. Rüdenberg, ed alla quale hanno partecipato oltre quindici tecnici fra cui gli Ingg. Bay, Donkin, Klewe, Braillard, Lackie, Grave, Flegler, Montsinger, Fortescue, Wagner, Rupper, Stark, Mathias ecc., senza portare però fatti degni di particolare rilievo.

È opportuno solo rilevare che la questione sollevata dai Tedeschi sui disturbi prodotti dagli impianti elettrici alle radiocomunicazioni ha interessato parecchio i tecnici i quali hanno assai interloquito su questo argomento che minaccia di diventare serio e complesso come quello dei disturbi alle telecomunicazioni.

L. M.

PROBLEMI PARTICOLARI RELATIVI ALL'INDUSTRIA ELETTRICA DEI VARI PAESI.

(Sezione 22ª)

I paesi per i quali sono stati presentati dei rapporti sono gli Stati Uniti, il Canadà, il Giappone, la Russia, l'Argentina, la Svezia e la Lettonia. Sono assenti in questa sezione, fra i paesi più importanti come produttori di energia elettrica, l'Italia, in quanto l'industria elettrica italiana è industria idroelettrica, e quindi figura già nella Sezione 16ª (Rapporto N. 135 dovuto al Servizio Idrografico), la Germania (1), la Francia e l'Inghilterra.

I) *Stati Uniti:*

N. 262 - Costi e tendenze dell'industria elettrica degli Stati Uniti (*L. W. W. Morrow*).

N. 429 - L'energia elettrica in California: aspetti tecnici, economici e sociali. (*Robert Sibley*)

Mentre nell'ultimo cinquantennio la popolazione degli Stati Uniti è aumentata da 50 a 120 milioni, il consumo di carbone è salito da 68 a 570 milioni di tonn., la potenza idraulica utilizzata da 1 a 12 milioni di HP, il consumo di gas naturale da 2 a 45 miliardi di m³, quello del petrolio da 3,5 a 125 milioni di tonn. Nell'ultimo trentennio la potenza meccanica totale dei motori primi è corrispondentemente passata da 35 a 740 milioni di kW circa, così grossolanamente ripartiti (le cifre sono milioni di kW): Automobili 550, motrici a vapore ed a scoppio, trattrici e autocarri 75, impianti per produzione di energia elettrica 35, navi, miniere e ferrovie 60 ecc. Tipica è stata la trasformazione delle campagne ove la forza motrice meccanica (automobili comprese) che al principio del secolo ammontava appena a 3,5 milioni di kW (10% del totale) è oggi di 135 milioni di kW (18% del totale). Si calcola che la forza muscolare rappresenta oggi meno del 3% della forza meccanica usata nel paese. Il problema dell'energia non è oggi più un problema tecnico bensì economico e quindi di prezzi sia dell'energia prodotta che degli apparecchi di utilizzazione. Per quanto riguarda l'industria di produzione dell'energia elettrica, le basi di questa non sono sostanzialmente cambiate dalle sue origini ad oggi, malgrado il suo imponente sviluppo. Uno studio accurato di tutti gli indici più caratteristici dimostra che soltanto tre fra questi hanno subito radicali cambiamenti. L'aumentata « diversità » delle applicazioni ha portato ad una utilizzazione maggiore degli impianti, i progressi degli impianti termici hanno condotto ad una riduzione nei costi di produzione in detti impianti, l'estensione in superficie dei sistemi elettrici ha avuto per conseguenza che ormai praticamente tutte le località sono servite dall'energia elettrica. I costi d'impianto invece, malgrado le maggiori unità in servizio ed i perfezionamenti tecnici, non sono sensibilmente mutati, essendosi esteso il servizio a zone di limitata densità di consumo

Come è noto nell'industria elettrica americana si è prodotto, similmente a quanto è avvenuto in tutti gli altri paesi e nella maggior parte delle altre industrie, un largo movimento di concentrazione. Il numero delle imprese elettriche ha raggiunto nel 1917 il suo valor massimo (6542): da allora è andato sempre diminuendo (3.900 nel 1929, di cui 123 con produzione superiore a 100 milioni di kWh). S'intende che a loro volta buona parte di queste imprese è raggruppata in sistemi maggiori. Per quanto non sia possibile determinare con una certa esattezza le economie che tale movimento da un punto di vista generale ha portato con sè, può tuttavia affermarsi che esso ha permesso di distribuire sopra un'area più vasta l'energia elettrica a pari costo e di garantire in modo più economico la continuità del servizio.

L'industria manifatturiera americana va sempre più abbandonando la produzione propria di energia. Nel 1914 la potenza complessiva nei motori elettrici applicati nell'industria ammontava a 8,8 milioni di HP: il 56% di questi era alimentata mediante energia prodotta negli impianti propri. Nel 1927 tale potenza era salita a 30,3 milioni di HP, di cui il 63% alimentato da energia elettrica acquistata. La potenza *totale* installata per il comando di macchine operatrici saliva nel contempo da 22,3 a 39,0 milioni di HP; di questa rispettivamente 13,5 e 8,7 milioni di HP era costituita da motori primi per comando diretto. L'evoluzione che l'industria manifatturiera ha subito negli ultimi decenni, quanto alla sua meccanizzazione ed alla parte che in questa ha avuto l'energia elettrica, può essere forse meglio riassunta nella seguente tabella che dà la potenza in HP a disposizione di ogni operaio occupato nell'industria.

	Anno 1914	Anno 1927
Non elettrica	1,95	1,05
Elettrica (alimentata con energia di produzione propria)	0,70	1,35
Elettrica (alimentata con energia acquistata)	0,55	2,30
Totale	3,20	4,70

Da questa si vede che l'aumento della produzione propria non compensa neppure la diminuzione della potenza non elettrica e che quindi la maggiore meccanizzazione devesi tutta all'elettrificazione mediante energia acquistata.

Quanto all'incidenza del costo dell'energia elettrica sul costo totale di fabbricazione, essa varia in larga misura: si va da una frazione di 1% al 30-40% nelle industrie elettrochimiche ed elettrometallurgiche. Le differenze nelle tariffe fra località e località che sussistevano fino a pochi anni fa, sono state in buona parte eliminate come conseguenza della concentrazione dell'industria. Non è possibile che il prezzo dell'energia elettrica abbia a subire variazioni nel futuro. Le condizioni dei mercati, la mano d'opera, le materie prime ed altri elementi influenzeranno lo sviluppo dell'industria in misura molto più notevole che non il costo dell'energia elettrica.

(1) Il problema dell'approvigionamento di energia elettrica della Germania è stato però oggetto di una recentissima pubblicazione del Presidente della Conferenza, O. von Miller: "Gutachten über die Reichselektrizitätsversorgung,,

Negli Stati Uniti sono oggi in funzione 4350 centrali elettriche (escluse quelle per produzione propria dell'industria). La lunghezza complessiva delle linee di trasmissione è di 260.000 km di terne.

II) *Canadà*:

N. 147 - L'INDUSTRIA IDROELETTRICA DEL CANADÀ (*G. G. Gale*).

N. 150 - PRODUZIONE, TRASMISSIONE E DISTRIBUZIONE DELL'ELETTRICITÀ NEL CANADÀ (*J. C. Smith e C. V. Christie*).

Questi due rapporti danno una descrizione dettagliata sia dal punto di vista tecnico che economico delle attuali condizioni dell'industria elettrica nel Canadà, la quale è a base essenzialmente idrica. Appena il 2% dell'energia venduta è di origine termica. Come è noto il paese è ricchissimo in risorse idrauliche: la potenza idraulica di 6 mesi disponibile accertata è di quasi 25 milioni di kW sull'albero delle turbine, ammesso per queste ultime un rendimento dell'80%. La potenza fino ad oggi installata è di 4,2 milioni di kW (corrispondente a circa 430 kW per 1000 abitanti) con un aumento annuo medio in ragione di circa 265.000 kW. Tre sono le tendenze che sopratutto si notano nello sviluppo dell'industria idroelettrica canadese:

1) l'interconnessione delle centrali di produzione e delle reti di distribuzione;

2) il concentramento finanziario delle imprese produttrici e distributrici;

3) la standardizzazione dell'equipaggiamento elettrico.

Gli AA. analizzano minutamente quali sono le ripercussioni di ordine tecnico ed economico di tali tendenze.

III) *Giappone*.

N. 116 - CARATTERISTICHE D'IMPIANTO E D'ESERCIZIO DELLE CENTRALI TERMOELETTRICHE DEL GIAPPONE (*Seitaro Goto e Kenji Kato*).

Sopra una potenza installata totale di 3,5 milioni di kW dei motori primi per il comando di generatori elettrici (1927), il 39% circa è costituito da motori termici, in prevalenza a vapore (i motori Diesel rappresentano poco più del 3% della potenza termica complessivamente installata). Le centrali termiche funzionano quasi tutte in condizioni di carico sfavorevole: il combustibile è costituito da lignite di cattiva qualità e prezzo elevato. In tali condizioni si è cercato di abbassare per quanto possibile i costi d'impianto e si comprende che le pressioni del vapore siano di regola al disotto di 21 atm. Si nota attualmente la tendenza ad un maggior uso del polverizzato.

IV) *Russia*.

N. 319 - IL PIANO QUINQUENNALE DI ELETTRIFICAZIONE DELLA URSS (1928/29-1932/33) - (*S. A. Koukel-Krajewski*).

N. 321 - PROGRESSI NELLA ELETTRIFICAZIONE DELLA URSS DURANTE IL PERIODO 1923-1929 (*S. A. Koukel-Krajewski*).

N. 315 - L'APPROVVIGIONAMENTO IN ENERGIA ELETTRICA DI MOSCA E DINTORNI DURANTE GLI ULTIMI CINQUE ANNI (1924/25-1928/29) - (*M. A. Smirnov*).

La potenza installata nelle centrali della Repubblica dei Soviet che era di 265.000 kW nel 1924 raggiungeva nel 1929 892.000 kW: a quest'epoca si trovavano inoltre in costruzione centrali elettriche per una potenza complessiva di 2.587.000 kW. La produzione di 2,55 miliardi di kWh nel 1922/23 è salita a 6,47 miliardi nel 1928/29: malgrado questo rapido aumento si nota tuttora una deficienza di energia nei distretti industriali. La lunghezza delle linee di trasmissione ad alta tensione è passata contemporaneamente da 706 a 3.380 km, e la produzione di energia per abitante da 19.5 a 42,6 kWh, il consumo di combustibile (7.000 cal/kg) da 1,27 a 0,78 kg/kWh nelle grandi centrali e da 1,6 a 1,2 kg/kWh nelle piccole. Si prevede che nel 1933 la potenza installata raggiungerà 7,7 milioni di kW, la produzione 26 miliardi di kWh/anno, la lunghezza delle linee ad alta tensione 16.000 km (comprese 2 linee a 220 kV), il consumo specifico di combustibile da 7.000 cal. scenderà a 0,65 kg/kWh, l'elettrificazione dell'industria salirà a 82% (attualmente 50%) con un consumo specifico per operaio di 7.590 kWh/anno. Anche nella Repubblica dei Soviet si nota un concentramento della produzione: si tende a costruire le nuove centrali presso i giacimenti di combustibili, a collegarle fra di loro ed a favorire lo stabilirsi di aggruppamenti industriali intorno a questi centri di produzione. I dati di costo dell'energia i quali nei rapporti in parola vengono indicati in Kopek di Cervonez non sono comparabili con i nostri data la diversa capacità di acquisto di tale moneta all'interno ed all'estero, tuttavia li riportiamo a titolo d'informazione traducendoli in Lire italiane in base alla parità aurea (1 Cervonez di 1000 Kopek = Lire 97,81). Calcolando il 6% per il servizio del capitale il costo medio attuale di produzione alle sbarre delle centrali risulta di 0,34 L/kWh ed alla presa dell'utente di 0,57 L/kWh: si spera di poter ridurre tali cifre nel 1933 rispettivamente a 0,255 e 0,34 L/kWh. La città e i dintorni di Mosca sono alimentati da cinque centrali termiche, aventi una potenza installata complessiva di 247.000 kW (che sarà aumentata a 665.000 kW nel 1923); di queste le due situate nell'interno della città usano come combustibile nafta e antracite, di quelle situate all'esterno una la lignite del bacino minerario di Mosca e due (tra cui la maggiore di tutte di 136.000 kW) la torba. Il numero di utenti è salito negli ultimi cinque anni da 204.000 a 267.000, la potenza installata presso di essi da 232.000 a 435.000 kW. Il carico massimo nel 1928/29 è stato di 220.000 kW, l'utilizzazione annua di tale massimo di 4360 ore. La produzione totale nel 1929 è stata di 960, il consumo di 832,5 milioni di kWh (perdite 13,3%) così ripartiti tra i vari servizi:

Illuminazione	21,6 %
Industrie	63,8 %
Trazione	14,6 %

Lo sviluppo delle linee aeree è passato negli ultimi cinque anni da 330 a 2860 km, quello dei cavi sotterranei da 2080 e 3200 km, la potenza complessiva dei trasformatori della distribuzione da 138.000 a 434.000 kVA. Un anello a 115 kV circonda la città.

Il costo medio di produzione dell'energia, compresi interessi e ammortamento, è di 0,375 L/kWh in centrale e 0,675 L/kWh presso l'utente. Il prezzo medio di vendita per kWh è

per l'illuminazione	di	1,78 L/kWh
» l'industria	»	0,46 »
» la trazione	»	0,49 »
e la media generale	»	0,74 »

La tariffa (a semplice contatore) per l'illuminazione domestica è di 1,57 L/kWh. Per gli utenti industriali è in uso una tariffa del tipo Hopkinson, la cui base fissa è determinata dalla potenza installata.

V) *Argentina*.

N. 378 - SVILUPPO, NUMERO E POTENZA DELLE CENTRALI ELETTRICHE IN ARGENTINA (*R. Wilken*).

Questo rapporto non è che un inventario di tutto il macchinario elettrico installato nelle centrali argentine per la produzione di energia. Sopra una potenza motrice totale installata di 710.000 kW, 605.000 kW son costituiti da motori a vapore (480.000 nella sola Buenos Aires), 79.000 da motrici a combustione interna (in prevalenza Diesel) ed appena 26.000 da motrici idrauliche. Nel rapporto sono ricavate le potenze per abitante e km² nelle varie provincie e territori, la distribuzione delle potenze fra le varie unità, e così via. Una tabella che può essere d'interesse per la nostra industria elettrotecnica dà la provenienza dei motori primi e dei generatori elettrici. Quanto ai primi il posto d'onore spetta alla Svizzera col 42% della potenza totale, il secondo posto alla Germania col 33%, il terzo all'Italia col 9%, cui seguono l'Inghilterra e la Francia. Sopra una potenza totale di 640.000 kW circa dei generatori elettrici, e riferendo sempre le percentuali alle potenze, risulta che il 64% è stato importato dalla Germania, il 21% dalla Svizzera, l'11% dall'Inghilterra; seguono nell'ordine Stati Uniti e Belgio. L'Italia sarebbe all'ultimo posto con meno dell'1‰!

VI) *Svezia*.

N. 365 - L'INTRODUZIONE DELLA CORRENTE ALTERNATA A STOCCOLMA (*N. Forssblad*).

La città di Stoccolma ha conservato fino al giorno d'oggi la distribuzione a corrente continua 2×220 Volt. L'energia generata a 25 periodi in due centrali, una termica e l'altra

idraulica, viene convertita in una serie di sottostazioni nell'interno della città. Mentre tale distribuzione verrà conservata, i nuovi quartieri come pure singole utenze importanti nei quartieri centrali verranno alimentati d'ora innanzi con corrente alternata a 50 periodi, 220 Volt. Nel rapporto è dato uno schema della nuova distribuzione. La rete primaria ha la tensione di 6 kV ed è alimentata mediante cavi a 30 kV. I trasformatori della distribuzione sono della potenza di 250 o 500 kVA (100 kVA nei quartieri periferici). Sul secondario di ogni trasformatore è inserito un interruttore in aria a ritorno di corrente, il primario è per lo più direttamente collegato ai cavi a 6 kV senza interposizione di interruttori in olio: nei rari casi in cui si è creduto opportuno di adottarli, essi sono del tipo corazzato. In ogni cabina nel centro della città vi sono due trasformatori col secondario in parallelo, alimentati da cavi distanti. Scopo di questa disposizione è di garantire al massimo grado la continuità del servizio, che col sistema a c. c. era si può dire perfetta.

VII) *Lettonia.*

N. 152 - Le risorse di energia della Lettonia (*O. Leimans*)

La produzione di energia elettrica del paese era nel 1926 di appena 45,5 milioni di kWh, dei quali 37,25 spettano alla sola città di Riga. Tuttavia col sistemarsi delle condizioni economiche del paese, sconvolte dalla nuova configurazione politica seguita alla guerra, si ritiene che il consumo di energia elettrica dovrà rapidamente aumentare. In considerazione di ciò il Comitato Nazionale Lettone ha studiato un piano di elettrificazione del paese ed ha ottenuto dal Governo l'impegno che questo non concederà sussidi per impianti che non siano stati previamente approvati dal Comitato stesso. Nel tracciare le linee generali del piano il Comitato ha avuto in primo luogo di mira lo sfruttamento delle risorse naturali del paese, che sono in primo luogo le forze idrauliche e in via subordinata i giacimenti di torba. Il consumo di energia è valutato per il 1950 in 296 milioni di kWh nelle città ed 88,6 nelle campagne. La produzione totale corrispondente dovrebbe essere di 540 milioni di kWh, la potenza installata di 225.000 kW. La potenza ricavabile dalle portate medie di 6 mesi dei fiumi della Lettonia è di 373.300 kW, dei quali 301.500 spettano alla sola Daugava (Duna); in anni di minima precipitazione tale potenza scende a 142.100 kW. Nel paese non vi sono montagne: si tratta esclusivamente di grandi portate e basse cadute (10-20 m per i corsi d'acqua più importanti). Tenuto conto della forma del diagramma di consumo probabile, potrebbero prodursi negli anni di precipitazioni medie 1,96 miliardi di kWh installando una potenza di 593.000 kW: per poter utilizzare detta produzione occorre però integrarla con 330 milioni di kWh prodotti termicamente (la potenza termica corrispondente risulta di 234.000 kW). Allo scopo potrebbero utilizzarsi i giacimenti di torba del paese, dai quali si calcola possano ricavarsi 833 miliardi di kWh. Per far fronte al fabbisogno presunto nel 1950 basterebbe intanto utilizzare i due ultimi salti della Daugava (potenza complessiva installata 152.000 kW), integrati da centrali termiche con una potenza totale di 90.000 kW.

Molto interesse hanno suscitato le cifre comunicate nel corso della discussione dal *dott. Sacchi Lodispoto* della nostra delegazione sulla utilizzazione delle forze idrauliche in Italia. Non stiamo quì a riassumerle perchè si tratta di dati ben conosciuti dai lettori della Rivista attraverso le relazioni annuali del Direttore della nostra Sezione Tecnologica, *Ing. Cesàri.* Fra gli altri contributi alla discussione possiamo ancora citare quelli di *Koukel-Krajewski*, il quale ha fatto presente come la difficoltà di trovare acqua in quantità sufficiente abbia obbligato a frazionare la potenza totale da installare nel bacino carbonifero del Donez in tanti piccole centrali di non oltre 20.000 kW di potenza ciascuna, e di *Ascher* sulle esperienze in corso nel golfo di Bahia Blanca in Argentina per l'utilizzazione delle maree.

M.

PROBLEMI MONDIALI RELATIVI ALL'ENERGIA

(Sezione 23ª)

Un primo gruppo di quattro rapporti, che sono in parte tra i più interessanti presentati alla Conferenza, tratta problemi di indole generale attinenti al posto che nell'economia mondiale occupa l'energia, al modo di valutarne l'importanza come fattore economico e di diffonderne l'uso.

N. 287 - Il valore delle ricerche per il progresso nel campo dell'energia (*C. F. Hirschfeld* - U. S. A.)

N. 327 - Il problema dell'energia nell'odierna economia mondiale (*B. Weiz* - Russia).

N. 326 - Disponibilità di forza motrice per l'operaio e suo rendimento economico (*M. Falkner-Smit* - Russia).

N. 58 - L'elettricità quale indice della produzione e del grado di occupazione nell'industria (*Hugh Quigley* - Gran Bretagna).

Quando si parla di ricerche, osserva *Hirschfeld*, la nostra mente pensa istintivamente ai problemi tecnici della produzione, trasmissione e distribuzione di energia. Eppure vi sono altri problemi di carattere finanziario, economico e sociale che pur avendo un'importanza eguale e talvolta maggiore di quelli tecnici sono tuttavia quasi del tutto trascurati dall'indagine scientifica. Come es. egli cita le forme diverse che anche in uno stesso paese hanno le organizzazioni per la distribuzione di energia, la varietà di tariffe e contratti applicate nella pratica, le differenze che s'incontrano da caso a caso quanto alla lunghezza del periodo di fatturazione dell'energia ecc. ecc. Ora è evidente che diversità così profonde non potrebbero sussistere se tutti questi problemi anzichè risolti empiricamente di volta in volta venissero sottoposti ad un esame strettamente scientifico. Per quanto riguarda le questioni tecniche si deve anche qui lamentare che le applicazioni sono oggi in anticipo rispetto alle ricerche scientifiche (ma non è forse sempre stato così?) ed appunto per tale sfasamento i progressi delle prime sono oggi lenti e faticosi. Il costo del servizio ad es. risulta dalla somma di tre termini: servizio del capitale, combustibile e mano d'opera. Mentre molto si è fatto per quanto riguarda gli ultimi due, poca attenzione è stata diretta al primo, salvo per quanto riguarda la migliore utilizzazione degli impianti. È invece probabile che notevoli progressi potranno anche farsi nel senso di diminuire l'investimento (l'A. qui parla di centrali termiche), sopratutto nei generatori di vapore e nei sistemi di combustione. L'A. cita molte altre parti d'impianto che sono suscettibili di grandi perfezionamenti, quali gli interruttori, i cavi, gli apparecchi di utilizzazione domestica ecc. La maggiore difficoltà che in genere si oppone a radicali cambiamenti, che permetterebbero anche forti riduzioni nell'investimento, è lo spirito conservatore da cui anche i tecnici sono animati ed in conseguenza del quale anzichè studiare ed esperimentare forme nuove essi preferiscono di perfezionare quelle tradizionali. L'A. ritiene che le economie realizzabili attraverso un minore investimento siano dello stesso ordine di grandezza di quelle già realizzate col miglioramento del rendimento termico. Egli si diffonde poi ad enumerare una serie di ricerche di ordine fisico, chimico e meccanico, che dovrebbero aver per risultato di consentire ulteriori economie nel consumo di combustibile permettendo di usare pressioni e sopratutto temperature del vapore più elevate delle attuali e conclude osservando che, come il passato c'insegna, il fatto stesso che oggi siamo in grado di conoscere il limite massimo di rendimento raggiungibile nei nostri impianti fa presagire che dalla rivoluzione operatasi in tutte le nostre idee tradizionali relative alla materia ed all'energia, ai corpuscoli ed ai fenomeni ondulatori, alla continuità e discontinuità sorgerà qualche cosa, che naturalmente oggi non siamo in grado di definire ma che renderà antiquati i nostri impianti prima che saremo riusciti a toccare il limite di massimo rendimento suddetto.

Più difficile è riassumere il rapporto di *Weiz* che è sopratutto di carattere storico e filosofico: l'A. si diffonde ad esaminare quali sono state nel passato le mutue relazioni tra forme sociali e sviluppo della tecnica energetica per concludere che il grado da quest'ultimo oramai raggiunto implica radicali trasformazioni nella struttura economica della società. L'esposizione piuttosto teorica e preconcetta di circostanze e cifre, che non si lasciano a nostro parere ordinare in rigidi schemi, ci dispensa dal trattenerci più a lungo su questo rapporto, che contiene d'altra parte anche dati ed osservazioni interessanti.

Nel rapporto di *Falkner-Smit* è fatto un tentativo di determinazione di un « coefficiente di energificazione » che permetta di confrontare il grado di evoluzione della tecnica industriale in paesi a differente struttura economica, nonchè di studiare l'influenza della meccanizzazione sugli altri fattori della produzione. Come « coefficiente di energificazione » viene definito il rapporto tra i cavalli-ora meccanici consumati e gli uomini-ora impiegati per un determinato processo produttivo od in una data industria durante un certo periodo di tempo. I rapporti così ottenuti vanno sottoposti ad una opportuna elaborazione (i cui dettagli sono stati esposti dall'A. alla XVIII sessione

dell'Istituto Internazionale di Statistica) per ricavarne dei numeri indici dell'energificazione dell'industria che siano confrontabili con altri numeri indici caratteristici. Il metodo viene già applicato dall'Istituto Centrale di Statistica della U.R.S.S. e l'A. riporta alcune interessanti tabelle che dimostrano la relazione esistente tra l'energificazione, la produttività del lavoro, l'altezza dei salari, il costo relativo della mano d'opera ecc. È evidente l'interesse che indagini del genere possono presentare, specialmente se fatte internazionalmente su base uniforme. Le cifre che si ricavano dalle statistiche ufficiali dei vari paesi e che danno il numero medio di HP per operaio nulla dicono in realtà sul grado di sviluppo industriale di un paese rispetto ad un altro, date le profonde differenze esistenti nella struttura economica.

Altro tentativo interessante è quello fatto da *Quigley* per determinare quale relazione esista tra la produzione di energia elettrica ed i diversi indici dell'attività economica che vengono regolarmente preparati da varie istituzioni. Assunto il 1924 eguale a 100, l'A. riporta sopra un diagramma la curva della produzione di energia fino a tutto il 1929, dopo averla depurata, seguendo i soliti metodi usati nella statistica, dalle variazioni stagionali e dagli aumenti naturali (*trend*). L'indagine è estesa soltanto ai tre paesi industrialmente più importanti: Stati Uniti, Gran Bretagna e Germania e si limita a tracciare sullo stesso diagramma della produzione di energia elettrica i diagrammi dei numeri indici della produzione industriale, della circolazione monetaria, dei prezzi all'ingrosso, dell'esportazione di prodotti finiti, degli introiti delle ferrovie dal movimento di merci, della disoccupazione, dei depositi nelle banche e dell'attività delle camere di compensazione per la Gran Bretagna, dei primi cinque indici suddetti per gli altri due paesi. La somiglianza di andamento delle curve così ottenute è veramente notevole e si presta anche a considerazioni interessanti sul valore relativo dei singoli indici quale misura dell'attività economica. Sarebbe senza dubbio istruttivo spingere più a fondo l'analisi e valendosi dei criteri ormai di uso corrente nella teoria della statistica cercare di determinare i coefficienti di correlazione tra tutte le curve ottenute. Un primo risultato comunque è costituito dall'aver potuto dimostrare col rigore proprio dei metodi statistici che la produzione di energia elettrica può, con diritto eguale agli altri indici economici correnti, venir assunta come misura dell'attività industriale.

Due altri rapporti

N. 175 - PROTEZIONE DEGLI IMPIANTI DI PRODUZIONE DI ENERGIA NEL CASO DI SCIOPERI (*J. Fornoni* - Germania).

N. 285 - LA PREVENZIONE DEGLI INFORTUNI NELL'INDUSTRIA ELETTRICA (*C. B. Scott* - U. S. A.).

si occupano il primo degli accordi conclusi con i sindacati operai e dell'organizzazione di emergenza creata in Germania per evitare l'interruzione del servizio in caso di scioperi, il secondo delle misure prese da una Commissione all'uopo fondata negli Stati Uniti dalla N.E.L.A. ed altre Associazioni industriali per prevenire gli infortuni sul lavoro. Le statistiche istituite dalla Commissione suddetta dimostrano che la maggior parte degli infortuni non è dovuta a mancanza di apparecchi di protezione ma a manovre errate. Risultati assai soddisfacenti sono stati quindi ottenuti mediante una scelta più accurata del personale e corsi regolari e metodici d'istruzione. La lettura di questo rapporto è interessante perchè descrive i metodi seguiti negli Stati Uniti per l'analisi delle statistiche degli infortuni sul lavoro ed i mezzi escogitati per prevenirli.

I tre ultimi rapporti trattano di questioni particolari di nessun interesse per il nostro paese, se si fa eccezione per il primo.

N. 172 - CASCAMI DI CALORE NELLE ACQUE TERMALI (*H. Meguscher* - Austria).

N. 162 - L'ESPORTAZIONE DI ENERGIA ELETTRICA DALLA NORVEGIA VERSO LA GERMANIA (*B. Stuevold-Hansen, J. Kinck* e *A. Norstrand* - Norvegia).

N. 332 - L'ENERGIA TERMICA DELL'ACQUA DELLE REGIONI ARTICHE (*H. Barjot* - Francia).

Molte acque termali vengono utilizzate a scopo terapeutico a temperatura inferiore a quella con cui sgorgano dalla sorgente, cosicchè è necessario raffreddarle prima dell'uso. L'A. del primo rapporto ha raccolto in una tabella le portate e le temperature delle principali sorgenti termali indicando le quantità di calore che oggi vengono generalmente disperse. Dalle 23 sorgenti elencate, tra cui 3 italiane (Acqui, Ischia, Abano), potrebbero ricavarsi complessivamente 36,5 milioni di kWh elettrici all'anno: oltre 22 di questi sono però dovuti ad una unica stazione termale dell'Algeria. Si vede quindi che da un punto di vista economico generale il problema è di scarsa importanza (per le tre terme italiane succitate si tratta in tutto di 2,5 milioni di kWh annui). In molte terme si utilizzano già le quantità di calore esuberanti a scopo di riscaldamento: la loro trasformazione in forza motrice urta contro varie difficoltà, dovute da un lato al contenuto in gas e sali delle acque, all'altro alla loro bassa temperatura. Vengono indicati alcuni metodi, suggeriti da vari autori, per girare tali difficoltà, metodi però che finora, salvo in pochi casi particolari, non hanno trovato applicazioni pratiche.

Il problema del trasporto di energia elettrica dalla Norvegia alla Germania è stato già oggetto di un rapporto presentato a Londra alla I Sessione della W. P. C. da un comitato misto danese-norvegese-svedese. Gli AA. del presente rapporto presentano ora un progetto completo anche dal punto di vista finanziario. Il fondamento economico di uno studio del genere consiste nel fatto che il costo di costruzione degli impianti idraulici è in Norvegia, per le favorevolissime condizioni naturali, molto basso e che vi è una ricchezza straordinaria di risorse idrauliche cosicchè non è prevedibile che queste possano mai venire integralmente sfruttate in paese. Prima della guerra il costo delle centrali idrauliche era compreso in media fra 650 e 1100 lire attuali nostre per kW. Gli AA. hanno preso a base del loro progetto un costo di 2050 L./kW, tenendo conto di un deprezzamento della moneta del 30% e del maggior costo per l'impianto di trasformazione a 380 kV. La potenza prevista delle centrali è di 900.000 kW; ammessa una perdita in linea del 15% circa si avrebbe una potenza in arrivo nel punto di alimentazione della rete germanica (Lubecca) di 750.000 kW. Il costo della linea a 380 kV, armata con due terne di conduttore cavo in rame da 400 mm² e lunga 1000 km, è computato in circa 1.350.000 L./km, compresi due attraversamenti marini rispettivamente di 5,7 e 15 km di lunghezza effettuati su palificazioni erette sul fondo del mare (profondità massima 29 m) e le stazioni rifasatrici. Risulta in base a questi dati un costo totale di 3,20 miliardi di lire di cui 1,85 per le centrali e 1,35 per la linea. Ritenuto che il servizio del capitale richiede 10,5%, comprendendo in questo l'interesse (5%), l'ammortamento in 30 anni, tasse, assicurazioni, spese generali ecc., si trova che il costo del kW-anno in arrivo è di 450 lire e quello del kWh, ammessa un'utilizzazione di 6500 ore annue (4.875 miliardi di kWh), di 7 cent., di cui 3,2 cent. circa sono da attribuire al trasporto.

L'ultimo rapporto infine studia la possibilità di sfruttare il salto termico esistente tra l'acqua marina al disotto dei ghiacci polari, la quale conserva una temperatura di 0° circa, e l'aria ambiente la cui temperatura può scendere anche a — 40° e — 50°. Queste condizioni si trovano realizzate nel Canadà settentrionale ed in alcune parti della Siberia. Come fluido motore potrebbero usarsi gli idrocarburi leggieri quali il propano ed il butano che si ottengono per primi dalla distillazione frazionata del petrolio. Il costo d'impianto di una centrale del genere dovrebbe aggirarsi sulle 650 L./kW. Con questo nuovo mezzo dovrebbe essere possibile sfruttare i ricchissimi giacimenti minerali di cui le regioni suddette sono dotati, giacimenti che oggi non sono coltivati per le rigidissime condizioni climatiche e l'impossibilità di costruire centrali idrauliche che il gelo renderebbe inutilizzabili per quasi tutta la durata dell'anno.

Nella discussione che ha fatto seguito all'esposizione del Relatore Generale hanno preso la parola sul rapporto di *Hirschfeld*, *Rosin Enström* e *Münzinger*. Il primo ha insistito sull'indirizzo da dare all'insegnamento superiore perchè non vada perduto il contatto tra scienza e tecnica: la necessità della specializzazione non deve far perdere di vista la visione d'insieme e questo compito di integrazione spetta appunto alla scuola.

Gli altri due oratori hanno l'uno e l'altro confermato che il punto debole nella produzione termica di energia elettrica è costituito dai generatori di vapore e che gli sforzi dei tecnici e dei costruttori devono essere diretti a trovare anche qui una soluzione soddisfacente.

In merito al trasporto di energia elettrica dalla Norvegia alla Germania, *Jahnke* ha osservato che oggi non sussiste ancora la convenienza economica di tale trasporto, che richiede una utilizzazione di 6500 ore annue: tale convenienza però potrà essere una realtà tra una decina d'anni. Altri oratori (*Wallem*, *Henriksen* ecc.) hanno posto in dubbio che la soluzione migliore per il trasporto di masse tanto ingenti di energia sia oggi ancora offerta dal sistema trifase. Recenti esperienze sulla invertibilità nel funzionamento dei raddrizzatori a vapori di mercurio e sulle valvole ioniche con regolazione di placca sembrano aprire

nuove prospettive alla corrente continua e promettere notevoli economie e maggiore sicurezza di esercizio per il trasporto dell'energia elettrica a grandi distanze.

M.

QUESTIONI GIURIDICHE RELATIVE ALL'UTILIZZAZIONE DELLE ACQUE

(Sezione 24ª)

La sezione 24ª comprende cinque rapporti; uno di questi si occupa degli aspetti e delle possibilità di sviluppo di una collaborazione internazionale nel campo della legislazione e dell'amministrazione delle acque, quale fu proposta nelle riunioni sezionali di Basilea e di Barcellona della Conferenza mondiale dell'energia; altri due rapporti riassumono le principali disposizioni legislative inerenti all'utilizzazione delle acque, rispettivamente, in Argentina e nelle Indie olandesi; un quarto tratta della questione delle utilizzazioni di corsi d'acqua comuni a due Stati contigui; e il quinto, infine, riferisce alcune notizie di carattere giuridico-amministrativo relative all'organizzazione dei Consorzi istituiti in Spagna per l'utilizzazione dei principali bacini idrografici del paese (come ad esempio quello dell'Ebro) al duplice scopo dell'irrigazione e della produzione di energia elettrica.

La prima e la quarta relazione sopra accennate presentano un interesse assai limitato per i nostri lettori.

Quanto all'ultima, rimandiamo alla nota già pubblicata, sulla «Confederazione sindacale idrologica dell'Ebro», nel fascicolo V, 1928, de *L'Energia Elettrica*. Riassumiamo invece brevemente le due relazioni rimanenti che riguardono più da vicino le questioni giuridico-amministrative inerenti alla utilizzazione delle acque.

APERÇU SUR LES DISPOSITIONS LÉGISLATIVES CONCERNANT L'UTILISATION DES FORCES HYDRAULIQUES EN ARGENTINE (*Ing. G. Wauters* - Argentina).

Le disposizioni legislative inerenti all'utilizzazione delle acque, in Argentina, sono contemplate nel Codice civile federale e sono ispirate ai seguenti concetti fondamentali:

a) Tutti i corsi d'acqua sono di proprietà demaniale e perciò soggetti all'Autorità dello Stato. Fanno eccezione soltanto i corsi d'acqua che hanno principio e fine entro i limiti di una proprietà privata. Tale caso però è assai raro.

b) Agli effetti giuridico-amministrativi si fa distinzione fra l'uso d'acqua senza consumo e il godimento con consumo; è poi affatto indifferente, che l'energia dell'acqua captata venga utilizzata sotto forma di energia meccanica oppure trasformata in energia elettrica per uso industriale.

c) Tutte le utilizzazioni idrauliche sono soggette ad *autorizzazioni* temporanee, le quali vengono accordate dal Governo federale o da quelli provinciali e possono essere revocate per ragioni di pubblica utilità. I rivieraschi di un corso d'acqua non godono di alcun privilegio speciale.

d) Le utilizzazioni d'acqua non sono soggette ad imposte vere e proprie, nel senso che lo Stato non fa pagare l'acqua di cui concede l'uso; però i concessionari debbono retribuire il servizio che lo Stato rende loro, in ragione del beneficio che ne possono trarre ed in armonia con le esigenze economiche dei loro esercizi.

e) I Governatori delle singole provincie nell'applicare le disposizioni generali inerenti alle utilizzazioni d'acqua, sono tenuti a completarle con tutte quelle prescrizioni che vengono consigliate dai singoli casi particolari, e che meglio si addicono alle condizioni idrografiche locali.

Dopo aver richiamato i principii fondamentali della legislazione argentina sulle acque, ed averne messo in luce i maggiori pregi, l'A. osserva che il Governo federale non ha ancora provveduto a disciplinare la questione dell'elettrodotto mediante una legge unica valida per tutte le province della Federazione. Tale mancanza costituisce naturalmente un inconveniente tanto più grave in quanto assai disparate sono le norme prescritte, in questo campo, dai diversi distretti.

WATER-POWER REGULATIONS IN THE DUTCH EAST INDIES (*V. F. Van Katwijk* - Indie Olandesi).

I principii fondamentali ai quali si ispirano le disposizioni legislative adottate dal Governo olandese per l'utilizzazione delle acque nelle sue Colonie orientali, si possono così riassumere:

a) Tutti i corsi d'acqua sono di proprietà demaniale e chiunque voglia utilizzarli deve chiederne l'*autorizzazione* allo Stato; gli indigeni sono pure tenuti a richiedere tale autorizzazione nel caso di utilizzazioni per forza motrice; ne sono dispensati invece nel caso di uso d'acqua per l'irrigazione dei campi di riso e per scopi domestici.

b) A seconda della natura e dell'importanza delle utilizzazioni previste, l'uso dell'acqua viene accordato o mediante semplici *autorizzazioni provvisorie* o per mezzo di *concessioni*. Queste ultime hanno, in generale, una durata di 40 anni; ma possono venire accordate anche per periodi di 20, 30, 50 e 75 anni. Le autorizzazioni provvisorie vengono generalmente rilasciate per utilizzazioni aventi uno scopo diverso di quello della produzione di energia (salvo per utilizzazioni di forza motrice inferiori a 100 HP).

Le concessioni vengono accordate soltanto a persone (e società) di nazionalità olandese od aventi almeno residenza in Olanda o nelle Indie olandesi.

c) Le concessioni vengono accordate, in linea generale, alle seguenti condizioni:

L'acqua utilizzata deve ritornare al corso d'acqua dal quale viene derivata senza essere comunque alterata, in modo da poter ulteriormente servire per l'irrigazione e l'alimentazione degli uomini e degli animali. A richiesta delle Autorità, il concessionario sarà tenuto a ripristinare, alla scadenza dell'autorizzazione o della concessione, le condizioni antecedenti alla creazione delle opere di utilizzazione da lui costruite.

Il concessionario non ha alcun diritto a risarcimento di danni nel caso che, per effetto di opere costruite od ordinate dall'Amministrazione statale, l'energia da lui utilizzabile venga ad essere diminuita.

d) Le autorizzazioni e le concessioni vengono accordate o rinnovate dietro compenso. Inoltre, l'uso dell'acqua per produzione di forza motrice è soggetto a un'imposta di valore decrescente col crescere della potenza utilizzata (oltre i 100 HP).

A. T.

MOTORI FISSI A COMBUSTIONE INTERNA E RICERCHE AD ESSI RELATIVE.

(Sezione 29ª)

A somiglianza di quanto è avvenuto nella Sez. 10ª, abbiamo anche qui un certo numero di rapporti che prospettano la situazione attuale dei vari paesi:

N. 253 - PROGRESSI DEI MOTORI DIESEL FISSI IN RELAZIONE ALLE CARATTERISTICHE ECONOMICHE DEGLI STATI UNITI (*J. Kuttner* - U. S. A.).

N. 214 - SULLO SVILUPPO DEI MOTORI A COMBUSTIONE INTERNA NELLA SVIZZERA (*P. Ostertag* - Svizzera).

N. 22 - I PROGRESSI PIÙ RECENTI DEL MOTORE DIESEL, CON PARTICOLARE RIGUARDO ALLA SUA APPLICAZIONE NELLE CENTRALI DI PUNTA (*M. Gercke* ed *A. Bannwarth* - Germania).

N. 316 - PARTICOLARITÀ DEGNE DI RILIEVO NELLO SVILUPPO COSTRUTTIVO DEI MOTORI A COMBUSTIONE INTERNA (*A. Büchi* - Svizzera).

È naturale che il peso diverso che hanno nei singoli paesi i tre termini che concorrono a formare il costo di produzione dell'energia, e cioè servizio del capitale d'impianto, combustibile e mano d'opera, abbia influito ad orientare i costruttori in direzioni diverse. Così negli Stati Uniti ove l'olio pesante è a buon mercato, gli sforzi dei costruttori sono stati diretti a semplificare anche a costo del consumo il funzionamento e ridurre il costo dei motori Diesel e particolarmente di quelli a piccola potenza per favorirne la diffusione nelle campagne, mentre la tendenza prevalente tra i costruttori europei è consistita nel tentare di migliorare per quanto possibile il rendimento termico, nonostante le maggiori complicazioni ed il costo più elevato che ne derivano. Oggi però anche in Europa comincia a farsi rapidamente strada la convinzione che, particolarmente per i piccoli motori, si è esagerato nel volerne ridurre ad ogni costo il consumo, cosicchè è possibile riscontrare alcune direttive generali ormai comuni a tutti i paesi. Il motore

a quattro tempi, coi suoi complicati meccanismi di distribuzione, cede sempre più il campo a quello a due tempi. Cilindri ad asse orizzontale, fatta ancora eccezione per qualche raro costruttore, non vengono più usati salvo per piccole potenze.

I due rapporti del Comitato Cecoslovacco

N. 360 - CONVENIENZA ECONOMICA DEL MOTORE DIESEL (*J. Pecirka* - Cecoslovacchia).

N. 408 - IL MOTORE A GAS DI GRANDE POTENZA NELLA CECOSLOVACCHIA (*C. Machácek* - Cecoslovacchia)

si occupano ambedue, come del resto anche il rapporto N. 22 (Germania) citato più in alto della convenienza di usare il motore a combustione interna per il comando dei generatori di energia elettrica. È noto che il costo del combustibile liquido e le potenze limitate ne escludono in generale l'applicazione per lo scopo suddetto, malgrado il minore ingombro e costo d'impianto ed il rendimento termico più favorevole, limitandone l'applicazione al servizio di punta, grazie anche alla caratteristica di permettere una rapida messa in servizio. Negli ultimi anni sono stati fatti progressi rilevanti quanto alle potenze unitarie, che oggi raggiungono già i 12.000-15.000 HP. È a ritenere che l'estendersi delle interconnessioni e la possibilità ormai praticamente dimostrata dell'accumulazione dell'energia termica sotto forma di vapore od acqua calda abbia a limitare ancora più in avvenire l'applicazione suddetta dei motori Diesel. Ormai anche i motori a gas di grande potenza, che sembrarono per un certo tempo i motori primi ideali dell'industria siderurgica, vanno cedendo il posto, come abbiamo già rilevato parlando dei lavori della Sez. 8ª, alle turbine alimentate con vapore generato in caldaie, che usano come combustibile normale il gas d'alto forno. Non vogliamo lasciare l'argomento senza ricordare che l'applicazione della surcompressione mediante turbocompressori alimentati dai gas di scarico ha permesso di aumentare notevolmente la potenza per cilindro dei motori a quattro tempi, sia pure a scapito delle semplicità di funzionamento.

I rapporti

N. 101 - NOTE SULLE RICERCHE RELATIVE AI MOTORI AD OLIO PESANTE (*Alan E. L. Chorlton* - Gran Bretagna).

N. 92 - ALCUNE CARATTERISTICHE DEGLI INIETTORI DEI MOTORI AD OLIO (*A. L. Bird* - Gran Bretagna).

N. 308 - ESAME DEL CICLO DI LAVORO E DEL FLUSSO TERMICO NEL MOTORE DIESEL (*N. Briling* - Russia).

N. 177 - L'ISTITUTO PER LE RICERCHE SUI MOTORI DIESEL DEL POLITECNICO DI GRAZ (*J. Magg* - Austria).

pongono in luce le principali direttive secondo cui sono indirizzate le ricerche in argomento nei paesi citati. Anche qui si attendono notevoli progressi ed un più vasto campo di applicazione dall'approfondimento dei processi di natura chimica e meccanica che si svolgono nel motore Diesel.

Nell'ultimo rapporto

N. 193 - MOTRICE COMBINATA A VAPORE ED A COMBUSTIONE INTERNA (*F. Merkl* - Austria).

il quale in certo qual modo si riallaccia ai precedenti, viene proposto di utilizzare il calore perduto per il raffreddamento del cilindro e nei gas di scarico di un motore a combustione interna a semplice effetto, per la produzione di vapore che verrebbe ad agire sull'altra faccia dello stantuffo. Tentativi in questo senso sono già stati fatti in passato da Scott-Still e Semmler. La proposta di Merkl si distingue dalle precedenti in quanto l'acqua di circolazione viene mantenuta allo stato liquido sotto forte pressione ed iniettata nel cilindro, ove vaporizza istantaneamente, mediante una pompa. Oltre ad un maggior rendimento termico si raggiungerebbe così anche un raffreddamento più efficace delle pareti interne del cilindro.

Per quanto riguarda i contributi alla discussione, merita di essere ricordata la relazione fatta da *Nägel* sull'influenza che viscosità e tensione superficiale dell'olio hanno sul processo di iniezione. *Schultz* ha posto in rilievo, a proposito del problema delle *punte* che oggi tormenta in particolare i paesi in cui la grande industria elettrica è più giovane, come una soluzione soddisfacente potrebbe trovarsi se le industrie che producono energia elettrica per uso proprio si valessero a tale scopo di motori Diesel, mediante i quali potrebbero fornire energia durante le punte alle imprese distributrici. Donde si arguisce che l'A. della proposta è sopratutto un costruttore di motori Diesel!

M.

PROBLEMI DELLA NORMALIZZAZIONE E METODI STATISTICI

(Sezione 33ª)

Come appare dal titolo i rapporti presentati a questa sezione riflettono due argomenti perfettamente distinti, per i quali del resto erano stati anche nominati due diversi Relatori Generali.

I) *Problemi della normalizzazione.*

Anche quì un primo gruppo di rapporti considera l'argomento da un punto di vista generale o si limita a registrare la posizione raggiunta in alcuni paesi a questo riguardo:

N. 283 - L'INTERESSAMENTO GOVERNATIVO PER L'ESTENSIONE DELLA STANDARDIZZAZIONE (*R. M. Hudson* - U. S. A.)

N. 281 - IL VALORE DELLA NORMALIZZAZIONE PER I PROBLEMI ECONOMICI RELATIVI ALL'ENERGIA SOTTO IL PUNTO DI VISTA TECNICO (*L. L. Elden* - U. S. A.)

N. 106 - IL MOVIMENTO DI STANDARDIZZAZIONE IN GRAN BRETAGNA ED IL SUO SIGNIFICATO NELLA VITA PUBBLICA (*C. le Maistre* - Gran Bretagna).

Questi rapporti permettono di farsi un'idea di quelle che sono oggi le tendenze generali nel mondo, od almeno nei paesi industrialmente più progrediti, in materia di normalizzazione. In quasi tutti i paesi esistono commissioni nazionali per la normalizzazione, commissioni la cui organizzazione è pressochè eguale dappertutto. La collaborazione tra produttore e consumatore è in generale la base su cui esse lavorano: anche quando esistono divergenze d'opinione è però quasi sempre possibile di fissare gli elementi fondamentali della normalizzazione. Non vi è ingerenza governativa diretta nelle commissioni, che pure hanno l'appoggio morale e spesso anche finanziario dei governi. Tale ingerenza urterebbe del resto contro l'autonomia, il self-government, che è alla base della vita economica dei popoli anglosassoni ed ha tanto influito sul loro senso di responsabilità e solidarietà nazionale. Le commissioni dei vari paesi sono raccolte in una Federazione Internazionale delle Associazioni di Normalizzazione Nazionali: parallelamente a questa funzionano ciascuna nel suo campo la Commissione Elettrotecnica Internazionale ed il Comitato Internazionale Pesi e Misure.

La normalizzazione consiste in fondo nella scelta di un piccolo numero di tipi o di processi di fabbricazione e di controllo tra tutti quelli che si trovano sul mercato o sono attualmente in uso. Una delle obbiezioni che alla normalizzazione si fanno è che essa impedisce il sorgere di innovazioni e quindi rappresenta un ostacolo al progresso. Secondo il rapporto inglese tale pericolo non sussiste se alla normalizzazione si procede soltanto quando sono soddisfatte le tre condizioni seguenti:

1) la necessità della normalizzazione è da tutti riconosciuta;
2) produttore e consumatore sono pronti a collaborare;
3) sono disponibili i mezzi finanziari occorrenti.

È naturalmente questione di vedere se tali condizioni siano anche necessarie e sufficienti per una normalizzazione internazionale. Riguardo al pericolo cui si è accennato sopra, è anche di grande importanza il modo come si tenta di realizzare nella pratica la normalizzazione. Quì si va per gradi dall'imposizione legale con sanzioni penali in certi paesi fino alla semplice raccomandazione da parte di istituzioni senza veste ufficiale in altri.

Lo studio delle questioni particolari relative alla normalizzazione esorbita dal compito della W.P.C., la quale naturalmente non può che trasmettere alle competenti istituzioni internazionali elencate sopra le proposte ricevute, che fanno oggetto dei seguenti rapporti:

N. 306 - CONTRIBUTO ALLA NORMALIZZAZIONE DEI METODI DI ANALISI DEI COMBUSTIBILI SOLIDI (*R. de Benedetti* - Italia).

N. 276 - STANDARDIZZAZIONE DEI REQUISITI DELL'OLIO PESANTE PER DIESEL (*H. C. Dinger* - U. S. A.).

N. 424 - Specificazioni per il combustibile usato per i motori Diesel (*Tetsuro Suwa* - Giappone).

N. 197 - Normalizzazione della scala delle potenze dei motori primi (*R. Doczekal* - Austria).

N. 302 - Normalizzazione dei prodotti dell'industria elettrotecnica nella U.R.S.S. (*D. P. Friedmann* - Russia).

I primi tre dei rapporti suddetti si riferiscono alle specificazioni per i combustibili: l'interesse che esiste, anche dal punto di vista della statistica, per una unificazione internazionale di criteri è fuori di dubbio, in considerazione particolarmente del valore degli scambi internazionali connessi. *R. de Benedetti* propone di adottare il processo di analisi studiato dall'Istituto Sperimentale delle nostre Ferrovie, che ha dato ottimi risultati ed ha suscitato vivo interesse tra i convenuti. *H. C. Dinger* riferisce sulle due qualità di oli per Diesel studiate dalla Società Americana degli Ingegneri Meccanici (ASME) rispettivamente per motori a servizio pesante e motori leggieri ad alta velocità: le due qualità differiscono essenzialmente per la viscosità, mentre il peso specifico è di nessuna importanza nel giudicarne il valore come combustibile. Gli studi procedono ancora: si spera di arrivare in questo modo, con mutuo beneficio di produttori e consumatori, a limitare a due sole, con caratteristiche limiti ben definite, le qualità di oli combustibili sul mercato. *Tetsuro-Suna* auspica ad un accordo internazionale per la classificazione dei combustibili liquidi e raccomanda di assumere come indice della qualità di essi la temperatura di accensione spontanea dell'olio, per la cui determinazione propone un metodo da adottarsi internazionalmente.

Gli altri due rapporti sono ormai in parte superati dalle deliberazioni prese in luglio a Stoccolma dalla C.E.I. A titolo di curiosità ricordiamo che nel primo di essi si propone di adottare come ragione nella progressione della potenza dei motori primi il rapporto inverso della sezione aurea. Secondo le statistiche di una importante casa costruttrice sembrerebbe che il numero di tipi costruiti negli ultimi 30 anni presenta una maggiore densità intorno alle potenze che si ricavano con la legge suddetta. Il rapporto russo mette a confronto con le norme tedesche le correnti normali degli apparecchi elettrici e le potenze normali dei motori imposte per legge nella Repubblica dei Soviet. Lo stesso dicasi per le tensioni normali, le lampadine ecc. Si tratta comunque di argomenti di competenza della C.E.I.

Ricordiamo infine il rapporto

N. 389 - Aspetti economici della normalizzazione nell'industria elettrica (*M. Alexander* - U. S. A.)

nel quale è prospettato in qual modo la normalizzazione vada intesa in questo caso.

Nel corso della discussione *Schneider* ha prospettato le necessità di procedere ad una normalizzazione della nomenclatura e dei simboli che designano le grandezze economiche caratteristiche dell'industria elettrica (fattore di diversità, durata di utilizzazione ecc.). *Ianicki* ha formulato l'augurio che la classificazione decimale ideata per scopi bibliografici possa contribuire alla collaborazione scientifica internazionale.

II) *Metodi statistici.*

Se eccettuiamo il rapporto

N. 383 - Dati di esercizio delle centrali argentine (*R. F. Ascher* - Argentina)

il quale avrebbe trovato meglio posto nella Sezione 22ª insieme con quello di R. Wilken (N. 378), tutti gli altri trattano da un punto di vista generale, sia il modo di effettuare i rilievi statistici sull'energia che i metodi per l'elaborazione dei materiali raccolti. Quanto al rapporto succitato rileviamo soltanto che esso contiene una quantità di dati relativi alla produzione, al consumo, al grado di elettrificazione ed al fattore di carico delle centrali in Argentina che possono riuscire molto utili nel prevedere i futuri sviluppi che l'industria elettrica potrà avere in questo paese.

Nel rapporto

N. 414 - Statistiche dell'energia mondiale (*M. W. Alexander* - U. S. A.)

son poste in rilievo da un lato la necessità di disporre di statistiche uniformi dell'energia per tutto il mondo, dall'altro le difficoltà che si incontrano per effettuare dei rilievi statistici soddisfacenti. Per quanto riguarda il carbone, le statistiche della produzione dovrebbero portare una classificazione per qualità: lo stesso dicasi per i derivati del petrolio. Qui poi, per rendersi conto di quella parte del consumo che è destinata alla produzione di energia, sarebbe anche di importanza conoscere le quantità giacenti nei magazzini alla data dei rilievi. Maggiore chiarezza sarebbe anche desiderabile relativamente alle risorse idrauliche, le quali dovrebbero essere classificate dal punto di vista della loro utilizzabilità economica, dacchè considerazioni pratiche spesso si oppongono allo sfruttamento delle stesse. Sempre sullo stesso argomento, i dati relativi alla potenza installata nulla dicono circa all'influenza che sul fattore di utilizzazione e sulla produzione di energia hanno le variazioni stagionali delle portate. Anche una classificazione del consumo di gas a seconda della destinazione sarebbe opportuna.

Altro punto che è necessario chiarire una volta per sempre è la determinazione del denominatore comune al quale ridurre tutte le statistiche dell'energia. Sono stati a tale scopo proposti ed usati la caloria, il kWh e la quantità di carbone equivalente. Quest'ultimo è forse il denominatore più opportuno perchè l'energia idraulica può facilmente ad esso ridursi in base alla quantità di carbone richiesta nella pratica corrente per produrre 1 kWh. Mentre le statistiche sulla produzione di energia elettrica, salvo per quanto riguarda la produzione propria dell'industria e la sorgente dell'energia, possono considerarsi come abbastanza soddisfacenti, lo stesso non può dirsi delle statistiche sulla potenza meccanica in uso nei vari paesi. L'A. dà dei suggerimenti sul modo più opportuno in cui andrebbero formulati i questionari per i censimenti della forza motrice.

Al rapporto *Alexander* si riattacca quello

N. 286 - Metodi seguiti negli Stati Uniti per i rilevamenti statistici nell'industria elettrica e nell'industria del gas (*P. Ryan e W. M. Carpenter* - U. S. A.).

P. Ryan riferisce come la « American Gas Association », che abbraccia il 90% dell'industria americana del gas, raccolga tutti gli elementi tecnici e finanziari relativi all'industria. Un progresso notevole al riguardo è stato fatto nel 1920 quando fu stabilito di adottare un sistema uniforme di contabilizzazione per tutti gli associati. Le cifre totali classificate vengono pubblicate annualmente e mensilmente; inoltre l'Associazione provvede alla loro elaborazione statistica per la determinazione delle tendenze del mercato. Particolare attenzione è qui rivolta all'influenza dei sottoprodotti, del coke ecc. Il servizio del gas è contemporaneamente fornitura di *cosa* e prestazione di *servizio*: questo duplice carattere complica notevolmente l'utilizzazione pratica del materiale statistico. L'Associazione considera quindi tra i suoi compiti più importanti quello di educare i suoi associati alla compilazione ed elaborazione corretta di statistiche. A tal fine vengono pubblicate istruzioni di carattere generale, ricerche sulle differenze stagionali e le variazioni periodiche e così via.

W. M. Carpenter della « National Electric Light Association » (NELA) presenta i moduli usati da questa associazione per i rilievi statistici presso i suoi associati, che rappresentano praticamente tutta l'industria elettrica americana. Tali statistiche, istituite 25 anni or sono, furono dapprima quinquennali: nel 1926 si decise tuttavia di raccoglierle annualmente e di pubblicare inoltre mensilmente dei brevi riassunti, al quale ultimo scopo servono dei formulari concisi studiati in modo da render minimo il lavoro di compilazione pur contenendo tutti i dati più importanti. (Dal mese di agosto di quest'anno la pubblicazione dei dati statistici principali ha luogo settimanalmente).

I due ultimi rapporti

N. 368 - Il diagramma a gradini quale strumento di ricerche statistiche (*E. Velander* - Svezia).

N. 335 - L'elaborazione del materiale statistico relativo all'industria elettrica (*P. Vinding* - Danimarca)

si può dire rappresentino le due tendenze fondamentali che si contendono il campo della statistica. La prima vede il proprio compito nel tracciamento di grafici, che diano dei fenomeni economici la rappresentazione più evidente e sintetica, comprensibile anche ai non iniziati, la seconda, più scientifica, cerca di ricavare analiticamente dall'ammasso di dati statistici degli elementi che siano esenti da influenze accidentali e permettano di studiare e valutare quantitativamente i mutui rapporti dei fenomeni economici, in modo da rendere possibili previsioni più o meno approssimate per il futuro.

Naturalmente anche con la rappresentazione grafica si può fino ad un certo punto raggiungere questo risultato. È quanto *Velander* cerca di dimostrare con i numerosi «diagrammi a gradini» contenuti nel suo rapporto. Un esempio servirà meglio a chiarire il metodo. Si voglia per es. studiare l'influenza che sul consumo di energia per abitante ha per es. la grandezza della città. Si tracci per ogni città un rettangolo la cui altezza sia proporzionale al consumo suddetto e la base al numero di abitanti e si dispongano tutti questi rettangoli (la cui area dà inoltre, sia detto per incidenza, il consumo totale nelle singole località) accostati e disposti per ordinate decrescenti in un diagramma cartesiano. La spezzata a gradini che ne risulta dà qualitativamente un'idea abbastanza esatta dell'influenza cercata. Il metodo come ben si comprende può essere notevolmente affinato con una scelta opportuna degli elementi che si rappresentano graficamente e l'A. valendosi di dati pubblicati dall'Associazione Elettrotecnica Svedese porta parecchi esempi interessanti relativi all'influenza delle tariffe sul consumo, alla diffusione dei vari tipi di tariffa, alle interruzioni del servizio ecc. Pare che questi diagrammi possano riuscire molto utili per l'analisi dei diagrammi di carico. Tuttavia il difetto fondamentale di ogni rappresentazione grafica consiste nel fatto che per la sua natura stessa essa necessariamente non può avere più di due od al massimo tre dimensioni cosicchè quando si ha da studiare, come in pratica avviene, l'influenza di tre o più variabili sopra un dato fenomeno, viene a mancare una percezione esatta, quantitativa, della loro importanza relativa. Nel rapporto *Vinding* che, per le vie nuove che apre sia pure valendosi di metodi già largamente usati in altre branche della statistica e di materiale quantitativamente insufficiente per trarne conclusioni generali, è senza dubbio tra i più interessanti presentati alla Conferenza, sono fatte alcune applicazioni della teoria della correlazione per determinare i vari fattori che influiscono sulla diffusione e sul consumo dell'energia elettrica. Ci limitiamo qui a riassumere brevemente alcuni dei risultati ottenuti basandosi sulle statistiche di una novantina di imprese elettriche della Danimarca. Quanto alla diffusione dell'energia elettrica (numero utenti in percentuale della popolazione) si trova che su di essa hanno all'incirca la stessa influenza l'ammontare della tariffa e la popolazione assoluta, ossia la grandezza della città: quest'ultima anzi ha un peso leggermente superiore al primo fattore. L'epoca dalla quale l'elettricità è a disposizione del consumo, e cioè l'età dell'impresa elettrica, non ha influenze sensibili sulla diffusione. Il peso invece di questo fattore sul consumo (kWh per utente) è assai notevole e non molto inferiore a quelli del prezzo e della popolazione assoluta, che sono ancora di importanza quasi equivalente con una leggiera prevalenza per il primo. L'A. studia ancora quali metodi si debbano applicare, alfine di eliminare l'influenza dell'aumento naturale del consumo, quando si voglia assumere il consumo di energia elettrica come indice di attività economica e spiega la via da lui seguita per determinare l'effetto delle varie forme di tariffa sul consumo e sull'introito per kWh, effetto che risulta essere diverso a seconda del tipo di applicazione.

La discussione abbastanza nutrita, che fece seguito alla esposizione del Relatore Generale, culminò nella presentazione ed approvazione di due mozioni, dovute rispettivamente a *Leisse* ed *Ascher* con le quali si invita il Comitato Centrale della W.P.C.

1) ad iniziare i lavori preparatori per l'unificazione su base internazionale delle statistiche dell'energia;

2) e riunire le competenze presenti alla Conferenza per deliberare in merito alla fissazione internazionale delle grandezze e dei concetti che devono servire di base alle statistiche dell'energia.

Il Comitato nazionale tedesco presentò inoltre una mozione richiedente che il Comitato Centrale della W.P.C. inviti la Commissione Elettrotecnica Internazionale ad esaminare se non è possibile trovare ed introdurre un'espressione più breve e meno ambigua in luogo di «chilowattora» per designare l'unità di energia. Dopo ampia discussione pro e contro questa mozione e non riuscendo a giungere ad un accordo in merito, fu deliberato di trasmettere la mozione al Comitato Centrale insieme con il verbale della discussione.

M.

DIRITTO E GIURISPRUDENZA

FORNITURA DI ENERGIA ELETTRICA

Fallimento - Contratti continuativi.

È valida e vincolativa la clausola contenuta in un contratto per fornitura di energia elettrica, in forza della quale l'utente si obbliga a corrispondere, fino a scadenza del contratto, il prezzo corrispondente ad un minimo di consumo determinato, anche se della fornitura non usufruisca.

Intervenuto il fallimento dell'utente, il fornitore dell'energia ha diritto di essere riconosciuto creditore ed ammesso al passivo anche per i canoni previsti fino ad esaurimento del contratto, trattandosi di obbligazione già costituita nel patrimonio del fallito, che deve essere riconosciuta dalla massa. (1).

Tribunale Ancona, 20 giugno-15 luglio 1930, Pres. Petretti, Est. Assanti, in causa FALLIMENTO FERRARI RAMINI contro UNIONE ESERCIZI ELETTRICI.

DIRITTO

(*Omissis*).

La controversia tra il fallimento e l'Unione Esercizi Elettrici si presenta nella specie in termini diversi da quelli in cui per solito si pone nei contratti di fornitura, anche di energia elettrica.

Per solito, cioè, il fornitore pretende di essere risarcito del danno causatogli dalla cessazione anzi tempo del contratto dovuta al fallimento del suo contraente. È a questa ipotesi che si riferisce la nota questione circa lo scioglimento dei contratti a tratto successivo e circa la possibilità di riscontrare nel fatto del fallimento una causa di risarcimento di danno, e per di più a carico della massa.

Nella specie tutto ciò pare perfettamente estraneo, perchè l'Unione E. E. produce due contratti di fornitura di energia elettrica, l'uno per illuminazione, in data 19 febbraio 1925, l'altro per forza motrice, in data 2 gennaio 1929, registrati ambedue in Ancona il 1° febbraio 1930 sotto il N. 2935, Vol. 114 con L. 1.–; e, rispettivamente, sotto il N. 2934, Vol. 114 pure L. 1,–, nei quali il fallito si era obbligato di pagare un minimo di canone mensile, anche se avesse consumato meno, o punto energia.

Qualora per qualsiasi motivo l'utente cessasse di usufruire della energia prima della scadenza dell'abbonamento la clausola terza del contratto 2 gennaio 1929 dice che non resterà esonerato dall'obbligo di soddisfare agli impegni presi.

E continua la clausola 17: il pagamento del canone decorrerà dal giorno di inizio da parte della Società della fornitura di energia, anche se per qualsiasi ragione l'utente non facesse uso di tutta o di parte della corrente.

Clausola sostanzialmente uguale contiene l'altro contratto 19 febbraio 1925 in cui, nel recto, sotto la indicazione prezzi e canoni, si dice, canone minimo mensile che l'utente si obbliga a pagare se il consumo effettivo risultasse minore, e nel verso la clausola ottava stabilisce:

«L'utente è tenuto al pagamento della somma minima, stabilita dal contratto anche se il consumo sia rimasto inferiore al minimo prestabilito nè può pretendere compensazione tra un periodo e l'altro...... ».

Si potrebbe osservare che questa clausola piuttosto piccola è contenuta nel verso del modulo.

Ma sono richiamate nel recto, prima della sottoscrizione dei contraenti, dove, pure a stampa è predisposto il contratto. Esse perciò fanno parte integrante di questo, e non potrebbe consentirsi in un'eventuale eccezione riguardante la mancanza di consenso su esse, per non aver formato singolarmente e tutte oggetto di discussione all'atto della stipulazione del contratto.

Già un simile tentativo, sia in dottrina che in Giurisprudenza, è stato fatto unicamente per scuotere l'obbligatorietà delle così dette clausole accessorie differenziandole dalle essenziali, mentre nella specie le clausole in questione concernono elementi essenziali, quali il prezzo e la durata del contratto.

Ma in secondo luogo è impossibile secondare quel tentativo, perchè si finirebbe con lo scuotere il principio dell'effetto vincolativo del consenso liberamente manifestato.

Si potrebbe pure osservare che, secondo è stato già notato in dottrina, se anche alcuno lo volesse, non potrebbe ottenere la modifica delle clausole in esame, perchè il contratto in questo campo è offerto con tutte le condizioni già preparate anzi già dettate dall'altra parte, in modo che l'unica alternativa possibile è l'accettazione integrale della offerta o il rifiuto del contratto; rifiuto che d'altra parte non è possibile, non essendo nella piazza altro fornitore di energia elettrica. Ciò costituisce appunto l'inconveniente delle situazioni di monopolio di fatto, in cui sfortunatamente si trovano alcuni esercenti, liberi di imporre, almeno fino ad un certo punto, la loro volontà ai consumatori.

Ma questo inconveniente non costituisce motivo giuridico per provocare l'annullamento del contratto, perchè la disuguaglianza delle condizioni dei contraenti non equivale, di per sè sola, nè a vizio di consenso, nè a disuguaglianza oggettiva tra prestazione e controprestazione, la sola che la nostra legge prende in considerazione, sebbene in pochi casi soltanto (art. 1038 Cod. Proc., 1529-1719 Codice Civile). In nessun modo dunque si può scuotere la forza obbligatoria di questi due contratti ed è giocoforza venire alla conclusione che al momento del fallimento, esisteva un debito precisamente determinato del fallito verso l'Unione E. E., costituito appunto dai così detti minimi di canone, da corrispondere per tutta la durata dei due contratti, anche se non avesse consumata energia elettrica.

Posto ciò, è perfettamente inutile osservare che il curatore può o no continuare l'esecuzione dei contratti in corso a beneficio della massa.

Ciò non toglie infatti che il fallito, in tempo non sospetto, abbia in sostanza contratto un debito verso l'Unione con facoltà di pagarlo mensilmente.

Il canone non è più in corrispondenza col consumo dell'energia, ma è pattuito a sè indipendentemente dal consumo; è dovuto anche senza il consumo, ossia costituisce una somma di cui il fallito prometteva il pagamento in un dato numero di mesi.

Il debito, perciò, è onere che la massa trova costituito nel patrimonio del debitore e deve essere da essa riconosciuto, come qualsiasi altro debito del fallito.

P. Q. M. (*omissis*).

NOTA

(1) Per i precedenti della questione, in ordine al trattamento da farsi ai contratti di fornitura a carattere continuativo interrotti dall'intervenuto fallimento, si veda, da ultimo, in questa Rivista (fascicolo giugno 1930, pag. 540) la sentenza 10-14 marzo 1930 della Corte d'Appello di Milano, con nota di richiamo e di commento.

La giurisprudenza milanese è andata in questi ultimi tempi affermandosi sul principio che non sia dovuto al fornitore alcun risarcimento di danni per l'anticipata risoluzione della fornitura in caso di fallimento; ciò sul rilievo che lo stato di fallimento non può equipararsi alla inadempienza normale, sopravvenendo con esso una condizione di impossibilità al proseguimento della obbligazione.

Contro questo indirizzo giurisprudenziale, altro parimenti importante per numero ed autorevolezza di giudicati si è venuto in contrario senso affermando, e sembra costituire ormai *jus receptum* avanti alla Magistratura Torinese (si veda in questa Rivista, nel fascicolo di gennaio 1930 (pag. 48) la sentenza 26 giugno-12 luglio 1929 della Corte d'Appello di Torino, con nota di richiamo). In detto giudicato ed in altri conformi la Corte Torinese ha affermato il principio che il fallimento, se costituisce causa di impossibilità alla prosecuzione della fornitura, non può costituire causa di liberazione dalle obbligazioni assunte, e quindi non esonera la massa dall'obbligo di riconoscere al fornitore i danni per la mancata residua esecuzione del contratto.

A quest'ultima tesi, sostanzialmente, aderisce la annotata sentenza del Tribunale di Ancona. La quale ha il merito di prospettare la questione sotto un aspetto in parte nuovo, più lucidamente aderente alla controversia concreta.

Nei particolari contratti di fornitura che ci interessano (fornitura di energia elettrica) è infatti pressochè generalmente compresa la clausola d'obbligo per l'utente di pagare un *minimum* di fornitura, anche se non ne usufruisca.

Se una interruzione della fornitura avvenga per fatto non addebitabile al fornitore, ma all'utente, per sopravvenuta impossibilità od insolvenza da parte di quest'ultimo, l'obbligo di corrispondere ugualmente il canone minimo, non rappresenta già un risarcimento di danni, un sostitutivo della prestazione contrattuale; si tratta ancora e sempre della esecuzione degli obblighi portati dal contratto, in esso previsti.

Inutile indagare quindi se la massa sia tenuta a risarcire il danno in dipendenza dell'intervenuto fallimento. La questione è ben altra; e cioè di decidere se la massa sia tenuta ad assumere quelle obbligazioni, scadute o non, che fanno parte del patrimonio del fallito per essere state validamente dallo stesso assunte in epoca anteriore a quella della sua decozione.

E, posto il problema in questi termini, la risposta affermativa si impone.

Patto di prelazione - Sua estensione ed efficacia.

L'utente di una fornitura di energia elettrica, vincolato da patto contrattuale ad usare in futuro di preferenza la energia di provenienza del proprio fornitore, ed a concedere allo stesso il diritto di prelazione per le forniture future, è liberato da ale obbligo come da ogni altra obbligazione derivante dal contratto, qualora il contratto stesso venga novato nelle persone, sostituendosi altro utente a quello originario nel godimento e negli obblighi della fornitura. (1)

La volontà novatoria del fornitore, il suo consenso alla sostituzione dell'utente, bene possono desumersi dalle circostanze che accompagnano la sostituzione, in ispecie dalla identità del rapporto contrattuale costituitosi col nuovo utente, in confronto di quello precedente, onde si possa indurre la continuità ed unicità della fornitura. (2).

Il patto di prelazione per cui l'utente si obbliga ad usare esclusivamente e per qualsiasi uso, per i suoi bisogni presenti e futuri, la energia di provenienza del suo fornitore, deve intendersi limitato nello spazio, e cioè alle forniture da usarsi nella stessa località in cui ha luogo quella oggetto del contratto, avendo il patto stesso carattere reale anzichè personale, riferendosi esso all'impianto anzichè alla persona del contraente. (3)

Tribunale Milano, 7-28 giugno 1930, Pres. Memola, Est. Cacciapuoti, in causa Soc. An. Forze Idrauliche di Trezzo d'Adda contro Sada.

Fatto

Ritenuto che con contratto 1 gennaio 1927 la Soc. An. per le Forze Idrauliche di Trezzo sull'Adda, a richiesta del sig. Sada Alberto, assumevasi la fornitura della energia elettrica per alimentare N. 26 lampade a prese di corrente, poste nell'abitazione del richiedente in Crescenzago, Viale Martesana. Nel contratto stesso era inserta all'Art. 1 la clausola seguente: « La fornitura è subordinata all'impegno che il richiedente si « assume di usare esclusivamente e per qualsiasi uso dell'energia « elettrica fornita dalla S.A. per le Forze Idrauliche di Trezzo « sull'Adda, Benigno Crespi, per tutti i suoi bisogni presenti e « futuri, dando la preferenza anche dopo il termine della forni- « tura stessa alla Soc. An. per le Forze Idrauliche di Trezzo sul- « l'Adda a parità di prezzi con l'eventuale concorrenza ». Nel settembre 1928 il Sada chiedeva all'Azienda di Crescenzago della Società fornitrice la cessazione della fornitura elettrica per luce nell'abitazione fin'allora da lui goduta intendendo traslocarsi in una nuova villa di sua proprietà, pure situata in Crescenzago. Ma, avendo il Sada in detta sua nuova villa concluso contratto per la fornitura della energia elettrica con l'azienda elettrica Municipale di Milano, senza punto mettere la Soc. di Trezzo d'Adda nelle condizioni di esercitare il diritto di prelazione, la società stessa con citazione 19 dicembre 1928, conveniva il Sada dinanzi questo Tribunale per sentir dichiarare non aver potuto esso Sada stipulare nuovo contratto di fornitura di energia elettrica a datare dal settembre 1928, con l'Azienda Elettrica Municipale di Milano nella zona di Crescenzago per la sua villa ivi situata senza aver prima posto la Società attrice in condizione di esercitare il diritto di prelazione di cui alla clausola contrattuale sopra riportata e conseguentemente sentirsi condannare esso medesimo Sada alla manutenzione del contratto 1 gennaio 1927 e alla rifusione dei danni e delle spese. Nel contraddittorio che ne seguì, il Sada eccepì innanzi tutto l'incompetenza del Tribunale per valore deducendo a motivo che i danni protestati, anche ad esistere, non potessero sorpassare l'ammontare di una annualità di prezzo per consumo in un migliaio di lire. Nel merito poi il Sada basò la sua difesa in assoluzione affermando e deducendo a prova:

1°) Che il contratto 1° gennaio 1927, rinnovabile tacitamente di anno in anno, prima della scadenza del 1928 era continuato materialmente ed ininterrottamente nella persona dell'utente Coccastelli, subentrante nella detta casa di abitazione del Sada.

2°) Che la Soc. fornitrice ebbe ad accettare il subingresso liberando da ogni onere dipendente del contratto 1 gennaio 1927 il precedente utente Sada. Resisteva all'eccezione del Sada la Soc. Trezzo d'Adda, opponendo che il Conte Coccastelli non aveva fatto altro che continuare un contratto di fornitura, che già aveva in corso con essa Società.

Il Tribunale con sentenza 20 marzo-8 aprile 1929, VII°, ritenuto che il valore della controversia dovesse ritenersi indeterminato sia in rapporto alla ripetizione dei pretesi danni che alla questione del diritto di prelazione, respingeva l'eccezione di sua incompetenza per valore e quanto al merito per poter conoscere ed apprezzare gli effetti della nuova situazione giuridica, mandava alla Società attrice di produrre il contratto concluso con il Coccastelli.

Questa sentenza veniva accettata dal Sada e invece appellata con atto 11 maggio 1929 dalla Soc. An. Trezzo d'Adda, intendendo questa far accogliere un principio di massima sul conteso diritto di prelazione, che dall'accettazione della sentenza stessa sarebbe rimasto vulnerato.

La Corte locale con sentenza 6-11 giugno 1929 VII° confermava la sentenza appellata e mandava al primo giudice, di assegnare e liquidare nel merito altresì le spese del giudizio di appello. Con atto 4 ottobre 1929 la S. A. per le Forze Idrauliche di Trezzo d'Adda riprendeva il giudizio davanti questo Tribunale e chiedeva giudicarsi con sentenza provvisoriamente esecutiva come appresso, ripetendo le conclusioni proposte in appello: Dato atto che la S. A. di Trezzo d'Adda è sempre disposta in base al patto 1° di prelazione del contratto a fornire al sig. Sada l'energia elettrica alle stesse condizioni praticate dall'Azienda Elettrica Municipale di Milano ed ogni altra concorrente Società nell'ambito della rete di distribuzione propria in Crescenzago:

1°) *In via principale.* Dichiarare in colpa per violazione del patto 1° del contratto 1 gennaio 1927 (Reg. a Milano 22 novembre 1928, N. 26297, Vol. 3238) il sig. Sada Alberto per aver voluto lo stesso stipulare un nuovo contratto di fornitura di energia elettrica a datare dal settembre 1928, con l'Azienda Elettrica Municipale di Milano nella zona di Crescenzago e per la sua villa ivi situata in Via Meucci, senza aver prima posto la Società di Trezzo d'Adda, nelle condizioni di esercitare il diritto di prelazione, di cui alla clausola contrattuale.

2°) Conseguentemente inibirsi al sig. Sada Alberto dalla data di notifica dell'emananda sentenza l'uso dell'energia elettrica di altro fornitore che non sia la Società Trezzo d'Adda a parità di condizioni.

3°) Condannarsi il sig. Sada Alberto a tutti i danni derivati alla Società Trezzo d'Adda dalla data di cessazione della fornitura a quella in cui il Sada riprenderà la fornitura della Società attrice, nonchè agli eventuali danni successivi, tutti da liquidarsi in corso di causa.

4°) Rifuse le spese di causa, sentenza e successive, compresi gli onorari di avvocato, oltre quelli di procuratore. Produceva la Soc. Trezzo d'Adda il contratto con il Coccastelli Luigi in data 1° ottobre 1928 (reg. a Milano 18 giugno 1929 N. 78855, Vol. 3279), oltre l'altro contratto Coccastelli Maria 1° gennaio 1927 (reg. in Milano in pari data N. 78852, Vol. 3279) e il bollettino di collaudo in data 1° ottobre 1928 a firma di Luigi Coccastelli. Seguiva comparsa d'interpello 15 marzo 1930 del Sada alla S. Trezzo d'Adda a sensi dell'art. 298 c. p. c. sul se essa intendeva valersi in giudizio della frase scritta a penna sulla quarta facciata del dimesso contratto 18 ottobre 1928, Mod. 1 a gen. 1927. « Rinnovo N. 14198 già Coccastelli Maria » e dell'altra frase scritta anche a penna sul predetto bollettino di collaudo 1° ottobre 1928. « Rinnovo per trasloco e aumento installato »; al che rispondeva la Soc. Trezzo d'Adda con comparsa 3 marzo 1930 dichiarando di non intendere avvalersi di tali espressioni come facenti parte integrale dei singoli rispettivi atti, ritenendole come non scritte. Infine all'udienza di discussione della causa del 12 maggio 1930 i procuratori delle parti concludevano come in epigrafe.

DIRITTO

Considerando che la Corte locale a conclusione delle premesse di motivazione e conforme decisione del Tribunale, pose nella sua sentenza 6-11 giugno 1929 ormai munita della autorità della *res judicata*, l'ordine della quistione rispetto al nuovo giudizio nel seguente profilo: « È dunque, certamente preliminare l'in« dagine se, quando il sig. Sada concludeva coll'azienda Elettrica « Municipale di Milano il contratto di conduttura di energia elet« trica nella sua villa di nuova costruzione, senza mettere la « Società di Trezzo sull'Adda, a parità di condizioni, in grado « di eseguire essa la fornitura, fosse pur sempre in vita il con« tratto concluso in data 1° gennaio 1927 ». Avendo riguardo alle date, il contratto a quell'epoca certamente avrebbe ancor dovuto aver vigore, giacchè, anche in caso di regolare disdetta, la sua durata si sarebbe protratta fino alla fine del 1928, mentre il nuovo contratto con l'Azienda Municipale di Milano avveniva nel settembre 1928. Quindi l'opportunità della ricerca se il contratto ancora in vita per mancata decorrenza del termine, non fosse anzi tempo cessato per novazione. Quando il Tribunale, presa in esame la documentazione che sarà prodotta in esecuzione della sentenza appellata, sarà in grado di pronunciarsi in questa questione preliminare, ove l'ipotesi della novazione sia a respingersi, si troverà nel merito, a doversi pronunciare sulla questione, che maggiormente preoccupa la appellante, della validità intrinseca del patto. Ritenendo in esame dopo tale promessa, la preliminare questione sulla novazione del contratto di fornitura 1° gennaio 1927 tra il Sada e la Società Trezzo sull'Adda, il Collegio rilevava anzi tutto, che per virtù della *res judicata* la ricerca della novazione deve farsi esaminando il contenuto del contratto 1° ottobre 1928 tra la Società e il Coccastelli in relazione al contratto antecedente 1° gennaio 1927 tra le parti medesime e allo stesso contratto 1° gennaio 1927 tra il Sada e la Società Trezzo d'Adda per potersene inferire sotto qualsiasi aspetto, se realmente avvenuta la novazione subbiettiva a favore del Sada e quindi la liberazione di lui da tutte le obbligazioni inerenti al suo contratto 1° gennaio 1927 a sensi e per effetto dell'art. 1267 N. 2 Cod. Civ. Iniziando l'indagine, il Collegio osserva, che l'art. 16 delle condizioni generali di fornitura riprodotto in ogni singolo contratto testualmente recita nella terza parte delle due disposizloni: « nel caso di cambiamento di domicilio dell'utente la Società « avrà diritto di considerare la fornitura, come cessata antici« patamente e di esigere l'indennizzo di cui al presente articolo « (cioè il 25% sui canoni residui fino alla fine della fornitura). « Potrà invece, a suo esclusivo giudizio, accordare all'utente « che la fornitura continui nel nuovo domicilio previo pagamento « di una nuova tassa di allacciamento e collaudo determinata « come all'art. 4 (cioè una tassa fissa, in più il rimborso delle « spese per ogni aggiunta eventuale all'impianto già esistente). » Detta disposizione conferisce alla Società nel caso predetto di cambio di domicilio dell'utente, l'alternativa del diritto tra la cessazione anticipata e la manutenzione del contratto di fornitura in corso nel nuovo domicilio dell'utente e, determina gli oneri corrispettivi dello stesso utente. Avvenuto il trasloco del Coccastelli nel settembre 1929 dalla casa di Viale Martesana 27 alla casa di Viale Martesana 35 in corso di esecuzione del contratto 1° gennaio 1927; terminante a fin dicembre 1928, per tacita rinnovazione annuale, la Società Trezzo d'Adda, in applicazione dello stesso Art. 16 poteva considerare cessato anticipatamente il contratto stesso oppure accordarne la continuazione nel nuovo domicilio del Coccastelli. Nessun dubbio che a detto contratto 1° gennaio 1927 fu data cessazione anticipata e senza indennizzo come la soluzione più conveniente a regolare la nuova situazione giuridica che erasi determinata con i cambi di domicilio del Sada e del Coccastelli e come anche la condizione necessaria alla novazione del contratto Sada 1° gennaio 1927 nel contratto Coccastelli 1° ottobre 1928.

Per contro affermava la Società Trezzo d'Adda, nella prima fase del giudizio, ribadiva in appello, e ripete anche in questa ultima fase del giudizio, che il contratto stesso 1° ottobre 1928 fu fatto per continuazione del precedente contratto Coccastelli 1° gennaio 1927 e per suo rinnovo. Tentava vanamente la stessa Società Trezzo d'Adda accreditare tale sua tesi con le annotazioni di « rinnovo » dello stesso precedente contratto Coccastelli 1° gennaio 1927, tanto sul contratto 1° ottobre 1928 quanto sul bollettino di collaudo di ultima produzione; ma il tentativo rimaneva frustato a seguito dell'interpello del Sada per querela di falso, al quale rispondevasi dalla Società trattarsi di pure e semplici annotazioni amministrative, delle quali da essa non s'intendeva far uso in giudizio e da considerarsi come non scritte. Per vece il contratto 1° ottobre 1928, non fu nè di continuazione, nè di rinnovo del precedente contratto Coccastelli 1° gennaio 1927; non di continuazione perchè per il residuo termine di durata sino al 31 dicembre 1928 non eravi necessità di stipulare un nuovo contratto, ma bastava il contratto preesistente mantenuto; salvo gli obblighi nuovi dell'utente in rimborso di spese di allacciamento e collaudo e di corrispettivo per aggiunta all'impianto; non di rinnovo perchè nessuna ragione giustificava l'anticipata rinnovazione del contratto al 1° ottobre 1928 quando la rinnovazione poteva farsene alla sua naturale scadenza e quindi alla data del 1° gennaio dell'anno successivo, tempo normale e consuetudinario di formazione dei nuovi contratti, siccome emerge da tutti gli altri contratti prodotti. Esclusa così l'essenza di rinnovo del precedente contratto 1° gennaio 1927 inserisce nello stesso contratto Coccastelli 1° ottobre 1928 l'altra di novazione del contratto Sada 1° gennaio 1927.

Posto infatti che l'antecedente contratto « Sada » 1° gennaio 1927 per la tacita rinnovazione annuale, poteva continuare ad aver vigore fino alla fine del 1928, anche nella villa di nuova abitazione del Sada, perchè la Società Trezzo d'Adda aveva ben diritto ad obbligare il Sada alla manutenzione dello stesso contratto sino al suo termine naturale, la confessata inerzia della Società Trezzo d'Adda nel far valere il diritto stesso in confronto del Sada non può spiegarsi, come essa vorrebbe far credere, con una sua rinunzia a detto diritto per opzione del maggior diritto di prelazione che assicuravale la continuazione della fornitura, ma si spiega per contro logicamente e anche realmente con l'anticipata cessazione data al predetto contratto Sada e con la novazione avutane nel contratto Coccastelli 1° ottobre 1928, perchè diversamente, a fine di invocare più utilmente e conseguentemente il diritto di prelazione per la fornitura dell'energia elettrica nella nuova abitazione del Sada, la Società Trezzo d'Adda avrebbe avuto tutta la convenienza di pretendere e certamente avrebbe preteso l'osservanza del contratto Sada 1° gennaio 1927 sino alla fine del 1928, siccome base migliore allo stesso diritto di prelazione, tanto più ch'essa poteva far valere questo diritto sol dopo la cessione del contratto stesso sempre che detto diritto fosse stato nel caso invocabile. Per dippiù dal raffronto comparativo del contenuto dei due contratti Sada 1° gennaio 1927 e Coccastelli 1° ottobre 1928 ben chiara e precisa risulta l'identità del luogo e dell'oggetto, della fornitura, dei diritti e dei doveri dei contraenti con la sola differenza nel quantitativo delle lampade e presa di corrente, stabilita in N. 27 nel primo e 78 nel secondo dei due contratti. Pertanto per tutti gli elementi di indagine innanzi esaminati non può sussistere dubbio alcuno sul subingresso per novazione del Coccastelli al Sada nel contratto di fornitura dell'energia elettrica per l'appartamento di Viale Martesana 35 di Crescenzago e sul consenso della stessa Società fornitrice a tale subingresso con liberazione del Sada da ogni ulteriore obbligo contrattuale derivante dal contratto Sada 1° gennaio 1927, in tutto e per tutto cessato, non occorrendo per legge una espressa dichiarazione di volontà della Società per la novazione, ma bastando che la di Lei volontà di effettuarla, chiaramente risultasse per intrinseco dall'atto novatorio (art. 1269 C. C.) così come non è dubbio che risulti per intrinseco dal contratto Coccastelli 1° ottobre 1928 e per estrinseco dal comportamento contrattuale della Società anche verso il Sada.

Quindi la stessa novazione subbiettiva del contratto Sada 1° gennaio 1927 nel contratto Coccastelli 1° ottobre 1928 come di normalità avrebbe restituito fin da principio al Sada la piena libertà contrattuale circa la fornitura di energia per illuminazione occorrente nella sua nuova abitazione, e poichè la novazione in discorso risulta coincidente nel tempo con la conclusione del contratto per la stessa fornitura tra il Sada e l'Azienda Elettrica Municipale di Milano, nessuna violazione del patto di prelazione si sarebbe compiuta dal Sada, in danno della Società Trezzo d'Adda, con la conclusione dello stesso contratto con che la lite avrebbe già la sua definizione, ma ciò non basta per altra eccezione della stessa Società. Posto in mera ipotesi che dalla efficienza liberatoria della novazione, per gli obblighi contrattuali del Sada, si fosse inteso escludere dalla Società Trezzo d'Adda l'obbligo inerente al patto di prelazione, come dallo scambio di corrispondenza fra il Sada e la Società, non per questa esclusione può dirsi che il Sada nel concludere il contratto stesso di fornitura con l'Azienda Elettrica Municipale di Milano, senza mettere prima la Società Trezzo d'Adda a parità di condizioni, in grado di eseguire essa la fornitura, sia incorso in violazione dell'art. 1 del cessato contratto 1° gennaio 1927 e debba subirne le conseguenze, perchè detto art. 1 rettamente inteso, doveva essere rispettato dal Sada solo se, cessato il contratto stesso, egli fosse rimasto ad abitare nella casa di Viale Martesana 35 e, non anche per la sua nuova abitazione nella propria villa in Via Meucci.

Invero ogni diritto soggiace a limiti di oggetto, di spazio e di tempo e a questa norma fondamentale giuridica non si sottrae il diritto contrattuale e tanto meno un diritto di prelazione, che, come diritto di eccezione, non può neanche estendersi

oltre i casi e i tempi per cui venne costituito. Già la Corte nella sua sentenza 6-11 giugno 1929 ebbe a rilevare che oggetto del contratto Sada 1° gennaio 1927 fosse una determinata somministrazione di energia elettrica e che la clausola riguardante la prelazione, non potendo staccarsi dal resto del contratto e rimanere come un patto a sè stante e sempre in vita, anche dopo la cessazione del contratto, non potesse riguardare altro che quello oggetto proprio e specifico del contratto, richiamando in proposito l'art. 1138 Cod. Civ. per il quale sta la norma che «per quanto sieno generali le espressioni di un «contratto, esso non comprende che le cose sopra le quali «apparisce che le parti si sono proposte di contrattare».

Aggiunge il Collegio che per ciò che riguarda lo spazio, ossia l'ambito di esercizio del diritto di prelazione in discorso, non può ammettersi che l'obbligo correlativo dell'utente permanga in ogni cambio di domicilio nella zona o rete di distribuzione dell'energia della Soc. Trezzo d'Adda, così come questa sostiene richiamandosi alle specialità del contratto di fornitura improntato ad esigenze d'ordine sociale e alla stessa ragione di stabilimento del patto, in quanto limita e cautela contro la concorrenza di altre congeneri società. La tesi della Società è resistita in modo irrefutabile da due motivi. Primo motivo: è quello che l'obbligo corrispondente allo stesso diritto di prelazione è un obbligo di natura reale e non personale, inerendo esso alla cosa, cioè all'impianto contemplato nel contratto e non alla persona dell'utente, come chiaramente si evince dal contesto del predetto art. 1° parte seconda per cui, in mancanza di espresso richiamo alla zona o alla rete di distribuzione dell'energia elettrica della Società, la preferenza da darsi a questa, anche dopo il termine della fornitura per qualsiasi nuova fornitura, non può riguardare che la sola località contemplata nel contratto e cioè quella stessa della fornitura in corso o cessata, a nulla influendo in contrario, la circostanza che l'obbligo dell'utente consista nell'uso esclusivo e per qualsiasi uso dell'energia della Società per tutti i suoi bisogni presenti e futuri perchè l'obbligo stesso importa solo che lo stesso utente, finchè rimane in detta località, deve servirsi esclusivamente dell'energia della Società e dare perciò ad essa la preferenza per ogni nuovo contratto di fornitura e ciò per il fine di conservare alla Società contro l'eventuale concorrenza, la fornitura dell'energia nell'ambito della propria rete di distribuzione. Il secondo motivo è poi quello che, se l'art. 1 in esame dovesse avere in rapporto al luogo di attuazione della preferenza la lata interpretazione della Società ne risulterebbe palese la parziale contraddizione ad esso dell'art. 16 nella disposizione sul cambio di domicilio dell'utente, relativamente alla cessazione anticipata del contratto di fornitura in corso, a tutto libito della Società, cessazione che non avrebbe ragione d'essere prevista se attraverso il realizzo della prelazione la fornitura dovesse continuare col nuovo contratto. Ma contraddizione non sussiste tra gli stessi due articoli che regolano diverse situazioni giuridiche.

Perchè infatti per l'art. 1136 C. C. le clausole dei contratti s'interpretano le une per mezzo delle altre attribuendo a ciascuna il senso che risulta dall'atto intero, ne consegue che armonizzando il contenuto dei predetti due articoli la prelazione deve intendersi limitata nello spazio quanto al suo esercizio al domicilio antico e non al nuovo dell'utente, ancorchè anche questo sia nella rete di distribuzione della Società, con che ciascuna delle disposizioni degli stessi articoli 1 e 16 ha e conserva quell'efficenza propria di realizzazione nello spazio, che risulta dalla loro valutazione singola e complessiva. Infine anche per limite di tempo il diritto di prelazione in discorso non può estendersi ad ogni cambio di domicilio dell'utente nella zona di distribuzione dell'energia della Società perchè in omaggio al principio della libertà contrattuale e all'influenza del tempo sul diritto, nessun diritto è concepibile *sub specie alternitatis*. E perciò a prescindere dalla pienezza degli effetti liberatori della novazione, per cui il Sada poteva ben ritenersi franco dall'osservanza di qualsiasi precedente obbligo contrattuale, il Sada non era tenuto a rispettare il patto di prelazione per la conduttura di energia elettrica nella sua nuova abitazione e altro non faceva che usare di un suo libero e pieno diritto nel concludere il relativo contratto con l'azienda Elettrica Municipale di Milano.

P. Q. M. (*omissis*).

NOTA

Le prime due massime affermate dalla annotata sentenza involgono, più che altro, la soluzione di una questione di fatto, anzichè quella di una controversia di diritto.

Lo stabilire se il fornitore della energia abbia inteso di liberare il proprio utente dalle obbligazioni sue, sostituendogli altro utente negli obblighi contrattuali, è questione che si risolve unicamente nella indagine dei fatti e delle intenzioni delle parti.

Più grave invece ed importante la terza massima, come quella che impone una limitazione nuova (senza precedenti, a quanto ci consti, nella patria giurisprudenza) alla portata ed agli effetti del tanto discusso patto di esclusività e di prelazione.

Ricordiamo in proposito la sentenza 18 luglio-14 agosto 1929 della Corte d'Appello di Torino (pubblicata nel fascicolo di gennaio 1930 di questa Rivista, pag. 49) in cui fu affermato nettamente il contrario principio: e cioè la indipendenza del patto di esclusività dai limiti di luogo, la sua estendibilità a tutte le forniture da farsi all'utente o in locali dipendenti da questo, anche all'infuori di quelli contemplati nel contratto.

La sentenza annotata, andando in contrario avviso adduce sostanzialmente due motivi, dai quali ci sia lecito esprimere il nostro modesto dissenso.

Si dice anzitutto che l'obbligo inerente al patto di prelazione è di natura reale e non personale, inerendo esso alla cosa, cioè all'impianto contemplato nel contratto, e non alla persona dell'utente.

A parte la difficoltà concettuale di configurare un diritto reale in materia tipicamente obbligatoria come quella di un contratto di fornitura commerciale, la tesi è resistita dalla stessa dizione del patto, in cui l'utente personalmente si obbliga, in sostanza, a non stipulare contratti di fornitura con altre ditte, se non dando la preferenza alla sua fornitrice attuale: tipica forma di personale *obligatio faciendi*.

Non quindi obbligo a carattere reale, ma tutt'al più (si potrebbe opinare) limitato nel suo obbietto, in limiti determinati di luogo o di spazio. Ma anche in questa subordinata ipotesi dove può trovarsi l'accenno a questo limite, la restrizione secondo cui il diritto di esclusività dovrebbe essere contenuto, per il suo esercizio, nei ristretti confini del già installato impianto? La lettura del patto, anzichè suggerire l'idea del limite sembra escluderla; poichè, obbligandosi l'utente a rivolgersi al suo fornitore per i suoi bisogni futuri di energia, a qualunque uso destinata, ciò presuppone e prevede espressamente il caso di fornitura ad uso diverso, il che normalmente presuppone anche la installazione di nuovo e diverso impianto.

Si dice in secondo luogo che, se il patto dovesse avere la portata più estesa che è nella tesi del fornitore, e cioè dovesse applicarsi alle forniture da effettuarsi anche in altro luogo, sarebbe contradditorio col patto che facoltizza il fornitore a trasferire o sospendere la fornitura in caso di trasloco dell'utente. Come concepire la cessazione della fornitura, argomenta il Tribunale milanese, se questa dovrebbe continuare in forza del patto di prelazione?

Non osservò (o ci sembra) il Tribunale, che tanto il patto di prelazione quanto quello di continuazione della fornitura in caso di trasloco o sua cessazione, mentre contemplano degli obblighi precisi per l'utente, si risolvono per il fornitore in mere e libere facoltà. Il fornitore ha diritto a pretendere di essere preferito per la fornitura, ma non ha l'obbligo di concederla, riservandosi egli la facoltà di decisione. Il patto particolare secondo cui egli può continuare o cessare la fornitura in caso di trasloco, lungi dall'essere contradditorio col patto di prelazione, non ne costituisce se non una applicazione particolare.

AVV. ALESSANDRO PATRUCCO.

NOTE E RIASSUNTI

UN NUOVO MODERNO TRATTATO ITALIANO DI IDRAULICA

IDRAULICA – *Basi scientifiche ed applicazioni tecniche* – *di* GIULIO DE-MARCHI, *professore stabile nel R. Politecnico di Milano* (Editore: Ulrico Hoepli, Milano).

Il trattato che il Prof. De-Marchi ha recentemente pubblicato riassume le lezioni che lo stesso professore ha tenuto prima a Pisa e poi al Politecnico di Milano.

La riuscita struttura didattica del libro si rende palese dalla facilità con cui si segue la lettura degli argomenti che si succedono con logica disposizione. Eppure il testo si scosta in modo deciso dai trattati di idraulica e dai corsi di lezioni che noi siamo stati abituati a considerare finora: vi è un soffio di modernità che va anche al di sopra della indovinata e sobria applicazione della congegnazione matematica dei vettori.

L'Autore, nella introduzione, premesse alcune definizioni fisiche generali sulla natura dei liquidi (densità, peso specifico, comprimibilità, fluidità, attrito interno, attrito esterno, assorbimento gas, capillarità) anticipa in linea sperimentale la esposizione delle esperienze di Reynolds e definisce così subito il regime regolare ed il regime turbolento e la velocità critica considerata come elemento di separazione dei regimi stessi.

Questa prima enunciazione di premessa si chiude con una enumerazione descrittiva delle diverse locuzioni più in uso in idraulica (corrente, portata, solido di portata, deflusso, correnti a pelo libero, correnti forzate, moto vario, moto permanente, moto uniforme, luci a battente, luci a stramazzo).

Il primo capitolo con felice criterio logico è consacrato, dopo richiamate le nozioni fondamentali della meccanica dei sistemi continui, allo sviluppo delle applicazioni teoriche di queste nozioni ai fenomeni idraulici. La esposizione rapida, ma chiara del teorema del tetraedro degli sforzi consente di concludere subito che la quadrica direttrice per un liquido in riposo è una sfera.

Nella successiva esposizione della equazione indefinita del movimento l'Autore applica il sistema vettoriale, ma ne insegue, diremo così, il riferimento immediato al sistema cartesiano per modo che il lettore, che ha già chiaro ed istintivo nella mente il sistema cartesiano, può facilmente e benevolmente adattarsi a considerare la sintesi sobria dei simboli vettoriali: riesce così chiara la espressione unica della equazione indefinita del movimento dei liquidi pesanti dove il campo del vettore $\boldsymbol{F}$ è conservativo, cioè ammette potenziale.

La distinzione tra le traiettorie e le linee di flusso di una massa fluida in movimento per i moti varii è messa bene in luce sia dal punto di vista fisico che da quello matematico: l'analisi dei tubi di flusso è condotta con metodo facile e piano con la precisa definizione della seconda forma della equazione di continuità riferita alla portata ed alla sezione di un tubo di flusso.

Particolarmente interessante è la trattazione delle relazioni fondamentali dell'idraulica che l'Autore divide in due categorie: le une ottenibili integrando l'equazione indefinita del movimento dei liquidi ad una porzione di spazio della stessa massa liquida: le altre che si deducono dal teorema della conservazione dell'energia applicato ad una particella in moto lungo la propria traiettoria.

Lo sviluppo analitico è fatto applicando la teoria dei vettori, ma con una diligente e lucida analisi dei significati meccanici dei diversi aggruppamenti di simboli ottenuti dalle elaborazioni analitiche.

Questa trattazione porta ad alcuni enunciati generici molto espressivi delle equazioni: la prima ad esempio è definita in simboli vettoriali dalla relazione:

$$\boldsymbol{G} - \boldsymbol{I} + \boldsymbol{\Pi} + \boldsymbol{M}_1 - \boldsymbol{M}_2 = 0$$

e si enuncia « in ogni porzione di spazio occupato da una massa liquida in movimento è nulla in ogni istante la risultante delle cinque grandezze: forza di massa ($\boldsymbol{G}$), risultante delle *inerzie locali* ($\boldsymbol{I}$), pressione esterna ($\boldsymbol{\Pi}$) sulla superficie che limita la porzione di spazio considerato, quantità di moto della massa entrante ($\boldsymbol{M}_1$) e quantità di moto della massa uscente ($\boldsymbol{M}_2$) presa con segno negativo. Quando si considera il liquido in quiete sono nulle le grandezze $\boldsymbol{I}$, $\boldsymbol{M}_1$ $\boldsymbol{M}_2$ e si ha una pressione $\boldsymbol{\Pi'}$ diversa da $\boldsymbol{\Pi}$ così che l'equazione si riduce a:

$$\boldsymbol{G} + \boldsymbol{\Pi'} = 0$$

il che vuol dire che in un liquido in quiete la pressione esterna eguaglia la forza di massa: è il principio di Archimede enunciato nella sua forma più generale. È didatticamente molto proficua questa ascesa alle generalizzazioni delle leggi fisiche, meta essenziale della scienza moderna.

Analogamente si arriva all'enunciato riguardante i momenti delle forze e si conclude, attraverso una espressione generalizzata dell'equilibrio dinamico, che i problemi ad esso relativi per una porzione di spazio liquido incomprimibile si riportano a problemi di equilibrio statico quando si introducano, coi rispettivi segni, le inerzie locali e le quantità di moto.

Prima di passare alla trattazione del teorema di Bernoulli l'Autore si sofferma sulla considerazione razionale delle forze di trascinamento; si anticipa così la definizione della cadente piezometrica e si accennano le espressioni empiriche della cadente stessa. Quì forse la parentesi non necessaria poteva essere omessa: la trattazione matematica precisa male si accorda con il concetto empirico e semplicista del raggio medio: comunque però l'esemplificazione è fatta con grande chiarezza. Segue un capitolo molto interessante *sull'azione e reazione della corrente*: l'Autore mette molto bene in chiaro le definizioni delle *quantità di moto* delle correnti e l'analogia, solo di dimensioni, di queste quantità di moto con le forze: conclude con una espressione vettoriale della spinta orizzontale per il caso di corrente *gradualmente varia* molto semplice e di applicazione facile: alcuni esempi grafici e numerici attestano la pratica applicabilità della relazione stessa.

Allo studio del moto agitato è consacrato un paragrafo breve ma molto succoso: l'Autore illustra innanzi tutto con ogni particolare il significato dei così detti *valori medi locali* delle velocità e delle pressioni: la espressione vettoriale della equazione del movimento permette di isolare in un termine unico comprensivo l'effetto dell'agitazione: molto persuasiva è la descrizione materiale del fenomeno dell'agitazione caratterizzata da uno scambio di particelle liquide tra l'involucro e l'asse della corrente, ed è suggestiva la spiegazione piana del fatto che un natante molto zavorrato assume velocità superiore anche a quella del filone perchè il volume occupato dal natante stesso non può risentire le azioni ritardatrici della turbolenza.

Il capitolo relativo al teorema di Bernouilli è una esposizione ordinata e precisa della deduzione matematica del principio stesso dalle note equazioni di Eulero: rilevata la differenza tra l'equazione del moto di un elemento libero nel campo della gravità $\left(\frac{d\,V}{d\,t} = -g \text{ grad } Z\right)$ e quella del moto di una particella di liquido pesante perfetto $\left(\frac{d\,V}{d\,t} = -g \text{ grad}\left(\frac{p}{\gamma} + Z\right)\right)$ si espongono le diverse interpretazioni del teorema di Bernouilli e si chiarisce come il classico teorema di Torricelli balenato, primo e fondamentale principio della idrodinamica, alla mente del grande fisico italiano, si possa dedurre dal teorema di Bernouilli. Notiamo qui per incidenza che anche dal teorema di Torricelli si potrebbe viceversa dedurre il teorema di Bernouilli: basterebbe interpretare il principio Torricelliano nel suo significato fondamentale della equivalenza della pressione idrostatica h all'energia cinetica acquistata da un grave al termine

di una caduta di altezza h. Il capitolo si completa con due esempi numerici di tipica applicazione del teorema di Bernouilli: il contatore Venturi ed il tubo di aspirazione delle turbine a reazione.

La trattazione dell'argomento della potenza delle correnti è sviluppata con criterio pratico molto opportuno: l'analisi del campo di variazione del coefficiente α da applicarsi alla potenza cinetica relativa alla velocità media per avere il valore più approssimato della potenza stessa riferita alle diverse velocità della sezione considerata, è sobriamente accennata sia in linea teorica che sperimentale. Chiude l'argomento dei fondamenti teorici dell'idraulica un breve accenno ai movimenti irrotazionali cioè con poteziale di velocità: si mette essenzialmente in luce la estesa e perfetta applicabilità del teorema di Bernouilli a tutto lo spazio occupato dal liquido quando il moto è irrotazionale e si ricordano le esperienze del Camichel e dell'Hochschild sul movimento in recipienti dai quali si attinge acqua attraverso una luce, e nei condotti convergenti.

Il capitolo dell'idrostatica molto ben ordinato è chiarissimo non solo per l'argomento fisico in esso svolto ma anche come illustrazione pratica della applicazione semplice e diretta dei simboli vettoriali.

Sul movimento dei liquidi viscosi l'Autore si indugia attestando una perfetta padronanza teorica dell'argomento: partendo dal principio di Newton sul moto lamellare arriva alla impostazione generica della equazione del moto dei liquidi viscosi, mettendo in luce un primo principio fondamentale e cioè che se un liquido viscoso si muovesse di moto rigorosamente. irrotazionale, sarebbero matematicamente applicabili le equazioni indefinite dei liquidi perfetti; la conferma sperimentale del principio è data dalle stesse esperienze dei Camichel sulla consistenza del moto irrotazionale nei grandi recipienti con una luce di efflusso.

La estensione del teorema di Bernouilli ai liquidi viscosi lascia balenare seducente il mezzo di valutare la dissipazione di energia dovuta alla viscosità attraverso misure termiche, ma l'Autore si affretta con molto equilibrio ad osservare che le variazioni di temperatura sono di un ordine di grandezza così limitato da non essere praticamente rilevabili e conclude ancora osservando che il fenomeno di turbolenza per il quale non si è riusciti a sagomare una espressione analitica pratica, ha una decisa preponderanza sulla viscosità per quanto concerne la dissipazione di energia.

La distinzione tra il moto regolare al di sotto della velocità critica (regime di Poiseuille) ed il moto turbolento nei condotti circolari è analizzata con una precisione ed una chiarezza veramente complete: il concetto della parabola di Poiseuille caratterizza in modo scultorio la differenza dei due movimenti: riesce infine molto opportuna la dimostrazione della identità sostanziale dei movimenti in condotta forzata ed a pelo libero: salvo i valori dei parametri e dei coefficienti. Una magistrale disamina della genesi delle formule teorico-pratiche del moto uniforme espone l'Autore a compendio delle teorie riassunte; si conclude con la espressione funzionale tipica:

$$R_1 = \rho\, V^2\, \Psi\, (N\, \delta)$$

dove R_1 è la resistenza unitaria, ρ la densità, V la velocità media, N il così detto numero di Reynolds, (che è dato da $\frac{\rho\, D\, V}{\mu}$ essendo ρ la densità, D il diametro o il parametro che vi equivale, V la velocità e μ il coefficiente di viscosità), δ il coefficiente di forma.

È nella forma della funzione $\Psi\,(N\,\delta)$, nelle cui espressioni empiriche i diversi parametri sono conglobati in coefficienti numerici medi, che si simboleggia il problema pratico del moto uniforme delle acque.

Un capitolo breve ma chiarissimo riguarda i modelli idrodinamici; quì l'Autore agguerrito da tanta esperienza personale avrebbe potuto dare facile sviluppo all'argomento: lo ha certo trattenuto la disciplina didattica del libro, che vuole essere un compendio generale delle teorie idrauliche senza polarizzazioni speciali anche se di peculiare interesse.

Con il capitolo «Correnti in pressione» comincia la parte applicata delle teorie idrauliche: il contatto con la teoria è però mantenuto sempre presente: ad es. la genesi delle formule monomie per i tubi, del tipo

$$J = K\ V^n\ D^m$$

è illustrata teoricamente con grande chiarezza.

La discussione sulla attendibilità delle diverse formule empiriche o semiempiriche per il calcolo della perdita di carico nei tubi è svolta con paziente diligenza.

Con modernità di vedute è trattato l'argomento delle perdite localizzate di carico: la introduzione del concetto delle quantità di moto fatta con adattamenti e semplificazioni molto plausibili dà al problema un aspetto nuovo di impostazione teorica che persuade anche perchè illumina bene le deviazioni teoriche concettuali delle formule empiriche che pure sboccano a risultati di pratica attendibilità. Sul calcolo delle condotte e delle reti di distribuzione d'acqua in pressione sono esposti con ordine i metodi noti, sempre però con un'impronta personale di acutezza di osservazione.

La teoria del moto perturbato nei tubi è sviluppata con ogni larghezza: le impostazioni dell'Allievi vi sono messe in luce molto chiaramente ed i meriti altissimi illustrati con serie e precise disamine.

Alla teoria delle vasche di oscillazione l'Autore forse non ha attribuito una grande importanza se si deve giudicare dalla sobrietà, sempre però chiara e precisa, con la quale è svolto l'argomento: abbiamo notato ad es. che non si dice nulla sullo scopo essenziale originario di queste vasche, quello di attenuare le propagazioni delle sovrapressioni della tubazione conseguenti alle brusche variazioni di carico: dal punto di vista didattico qualche dimostrazione teorica e numerica del grado di attenuazione di questa propagazione in funzione della sezione della vasca sarebbe forse stata opportuna.

Il capitolo delle correnti a superficie libera è completo ed esauriente: l'Autore, pure eccependo a priori la sostituzione *del raggio medio* da un più razionale *coefficiente di forma* nelle formule sperimentali del moto delle correnti a superficie libera, si indugia pazientemente ad analizzare le diverse formule pratiche compilando anche abachi numerici e diagrammi grafici per l'uso rapido di esse.

L'accenno che l'Autore riporta sul così detto *secondo stato critico* del movimento delle correnti desumendolo dalla determinazione della minima distanza H della linea dei carichi totali dal fondo (se h è l'altezza viva dell'acqua, q la portata, σ l'area della sezione liquida ed α il solito coefficiente di correzione cinetica è $H = h + \frac{\alpha\, q^2}{2\, g\, \sigma^2}$ ed il valore H min. è dato dalla radice dell'equazione $\frac{d\,H}{d\,h} = 1 - \frac{\alpha\, q^2}{g\, \sigma^3}\,\frac{d\,\sigma}{d\,h} = 0$) è una introduzione elegante per la distinzione, in realtà qui più dottrinaria che pratica, degli alvei a forte pendenza e degli alvei a debole pendenza, distinzione che riceve invece un'applicazione caratteristica nei movimenti delle correnti gradualmente varie.

Impostate in modo preciso le equazioni differenziali del moto di una corrente gradualmente varia, l'Autore fa seguire una brillante applicazione di esse parlando del così detto *salto del Bidone*: la necessità della formazione del caratteristico brusco risalto è dimostrata matematicamente e messa in luce dal punto di vista fisico con una esemplificazione molto chiara e suggestiva; interessante l'analisi dell'analogia tra il salto del Bidone e l'onda di traslazione.

La teoria dei rigurgiti, data la premessa impostazione generale del moto delle correnti gradualmente varie, riesce una logica e chiara applicazione delle relazioni generali al caso del moto permanente; basta nelle relazioni generali annullare i termini che contengono la variabile *tempo*. L'altezza critica già definita nella trattazione dell'argomento del secondo stato critico, trova qui il suo impiego più fecondo mentre la sua essenza fisica resta definita nel modo più generale.

Un elegante procedimento grafico ed analitico viene svolto per una più approfondita analisi del salto del Bidone con un accenno veramente interessante ai moderni dispositivi dei dissipatori di energia per gli scarichi delle vasche delle condotte forzate.

Lo studio dell'efflusso dei liquidi è preceduto da un esame fisico del fenomeno ispirato ad una larga modernità di concetti: l'influenza della fase di movimento che precede l'efflusso è analizzata con minuzioso criterio: la impostazione analitica è riferita alla relazione vettoriale fondamentale:

$$\mathbf{G} + \mathbf{\Pi} + \mathbf{M}_1 - \mathbf{M}_2 = 0$$

e conclude con la espressione del coefficiente di contrazione per una luce a battente aperta in una parete orizzontale data da:

$$C_c = \frac{1}{2} + \frac{1}{2\,a}\int_{\sigma_0} \frac{V^2}{V_c^2}\ \text{sen}\ 2\,\alpha\ d\,\sigma$$

dove σ_0 è la indicatrice dell'area cilindrica che limita il campo di integrazione, a il diametro della luce, V_c la velocità nella sezione contratta e V la velocità generica nei filetti convergenti verso la luce, α è l'angolo generico di questi filetti rispetto alla verticale; la relazione spiega subito la ragione per cui con i tubi di accompagnamento interni il coefficiente di contrazione si avvicini sensibilmente al valore 0.50.

Sull'influenza delle velocità di arrivo e della ridotta o soppressa contrazione, come pure sull'effetto dell'aggiunta dei tubi addizionali per le bocche a battente sono esposte con ordine e chiarezza discussioni e considerazioni riferite alle esperienze di diversi idraulici. È infine da notarsi la espressione generale della portata delle luci a battente rigurgitate, espressione che non è che un caso particolare della determinazione delle portate nelle correnti a superficie libera animate di moto permanente cioè:

$$q = \frac{\sqrt{2\,g\,(h_1 - h_2)}}{\sqrt{\frac{1}{\sigma_2^2} + \left(\frac{1}{C_c} - \frac{1}{\sigma_2}\right)^2 - \frac{1}{\sigma_1^2}}}$$

dove q è la portata, h_1 ed h_2 le profondità del baricentro della luce sotto il pelo a monte ed a valle, σ_1 e σ_2 le sezioni del canale a monte ed a valle, e C_c il coefficiente di contrazione. Da segnalarsi poi la affermazione sincera circa la ancora insuperata difficoltà di trovare un'espressione attendibile per le luci parzialmente rigurgitate tanto da consigliare a specifiche tarature caso per caso.

Per gli stramazzi, pure senza fare nuove indagini, si espongono le formule più usate con osservazioni e considerazioni precise sulla loro attendibile applicabilità ai diversi casi della pratica.

Un capitolo di concezione eminentemente moderna riguarda le azioni dinamiche delle correnti permanenti sopra superfici solide in quiete ed in movimento: l'Autore qui applica in tutta la loro integrità le espressioni vettoriali dell'equilibrio dinamico già enunciate nei *Fondamenti teorici dell'idraulica*, e, analizzate praticamente le corrispondenze tra i simboli vettoriali delle equazioni e la realizzazione fisica del fenomeno negli elementi delle macchine idrauliche, sviluppa in modo succinto e chiaro le nozioni fondamentali sul comportamento idraulico delle turbine.

Chiude il volume un'esposizione dettagliata delle teorie sul movimento delle acque filtranti con prevalente riferimento alle teorie dello Slichter: alcune indagini di indole pratica illuminano la complessa difficoltà del problema il quale come è noto rimane tuttora aperto alle investigazioni sperimentali.

Il libro del Prof. De-Marchi segna una vera pietra miliare nella compilazione dei testi di idraulica: esso costituisce la prima riuscita manifestazione dei nuovi orientamenti tecnici di questa disciplina che si sta finalmente avviando sul cammino preciso della ricerca scientifica con la sicura assistenza del procedimento matematico: vediamo finalmente vicine le concezioni fisiche astratte e le realizzazioni tecniche sperimentali: empirismo ed astrazione matematica non si guardano più con arcigna diffidenza: l'osservazione acuta e logica dei fenomeni persuade ormai che lo strumento matematico si sente capace di dominare anche certe complicazioni sperimentali che prima sembravano riservate in modo esclusivo alle regole empiriche.

Grande merito del Prof. De-Marchi è il contributo concreto portato a questo concetto dal suo volume: la dura fatica che egli deve avere superato per creare una compagine tecnicamente e didatticamente così ben inquadrata, deve essere a lui stesso apparsa ben largamente compensata dalla precisa riuscita della sua opera poderosa.

La cattedra di idraulica del Politecnico di Milano sotto la direzione del Prof. De-Marchi non potrà che aumentare i già alti fastigi della sua tradizione.

ING. PROF. GAETANO GANASSINI.

RASSEGNA TECNICA

a)

SFORZI NELLE DIGHE A GRAVITA' SECONDO LA TEORIA DEL MINIMO LAVORO

Proceedings of American Society of Civil Engeneers, settembre 1930. – B. F. JAKOBSEN.

Consideriamo una diga a sezione triangolare (fig. 1).

Detti n_y e n_x gli sforzi orizzontali e verticali in ciascun punto
- t lo sforzo tangenziale
- g peso unitario dell'acqua
- w il peso proprio unitario del calcestruzzo
- M il momento risultante attorno ad un punto del- che l'asse Y si trovi alla distanza y dal vertice
- W il peso unitario di una sezione di diga di spessore unitario
- b larghezza della sezione alla distanza y del vertice
- $\varnothing$ angolo al vertice
- K la tg di $\varnothing$ ossia $\frac{b}{y}$

Sarà

$$W = 0{,}5\, w\, b\, y = 0{,}5\, w\, k\, y^2 \qquad (1)$$

$$M = 0{,}5\, k\, y^2 \frac{y}{3} + \frac{g}{6} y^3 = (g + w\, k^2) \frac{y^3}{6} \qquad (2)$$

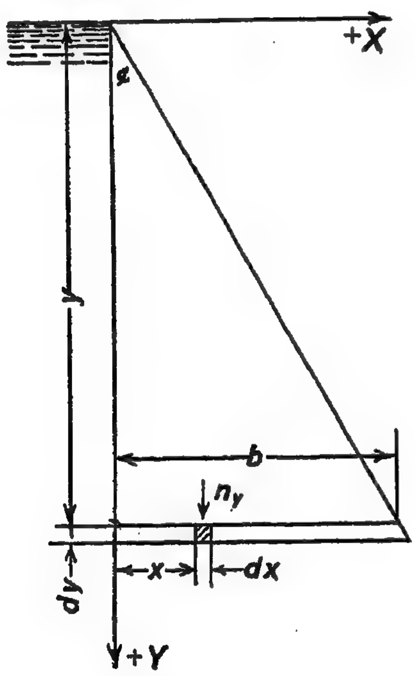


Fig. 1.

Convenendo da considerare le tensioni con segno positivo e pure positivo lo sforzo di taglio quando, essendo la direzione positiva dello sforzo che lo genera diretto nel verso positivo dell'asse che gli è parallelo, la direzione positiva del taglio si trova pure diretta nel verso positivo dell'asse a cui esso risulta parallelo.

Per l'equilibrio dovrà essere

$$\int_0^b n_y\, dx = -W = -0{,}5\, w\, k y^2 \qquad (3)$$

$$\int_0^b n_y\, x\, dx = -M = -(g + w\, k^2)\frac{y^3}{6} \qquad (4)$$

$$\int_0^b t\, dx = -S = -0{,}5\, g\, y^2 \qquad (5)$$

dove $S = \frac{d\,n}{dy}$.

Tenendo conto degli sforzi di taglio e supponendo $n_z = 0$, per l'equilibrio di un elemento dx, dy, dz di coordinate (y, x) si avrà (fig. 2)

$$\frac{dn_y}{d\,y} + \frac{d\,t}{d\,x} + w = 0 \qquad (6)$$

$$\frac{dn_x}{d\,x} + \frac{d\,t}{d\,y} = 0 \qquad (7)$$

Nel paramento a monte dovrà essere $t = 0$, e $n_x = -g\,y$, in quello a valle sarà

$$t = n_y \operatorname{tg} \varnothing \quad \text{e quindi} \qquad (8)$$

$$\left.\begin{array}{l} n_x = t \operatorname{tg} \varnothing = n_y \operatorname{tg}^2 \varnothing \\ \text{e} \quad n_x\, n_y = t^2 \end{array}\right\} \qquad (9)$$

e ciò perchè le forze del triangolo elementare (fig. 3) presso al vertice devono essere in equilibrio. Si noti che il peso di detto triangolo elementare non viene considerato perchè trascurabile.

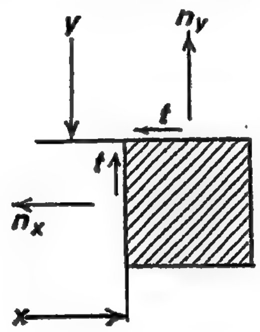


Fig. 2.

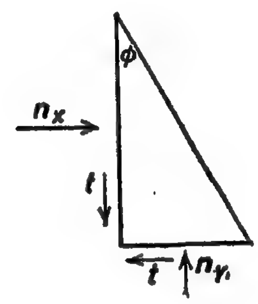


Fig. 3.

Queste equazioni non bastano a studiare la distribuzione degli sforzi nell'interno alla diga: la teoria classica fa l'ipotesi che la distribuzione di n_y sia lineare ossia che

$$n_y = A_x + B_y \qquad (10)$$

dove A e B sono costanti che si possono determinare coll'ausilio delle precedenti espressioni.

Risulta infatti essere $A = -\omega + \frac{g}{k^2}$ (11)

$$B = \frac{\omega}{k} - 2\frac{g}{k^3} \qquad (12)$$

e allora

$$\left.\begin{array}{l} n_y = \left(-\omega + \frac{g}{k^2}\right) y + \left(\frac{\omega}{k} - 2\frac{g}{k^3}\right) x \\ t = -\frac{g}{k^2}\, x \qquad n_x = -g\,y \end{array}\right| \qquad (13)$$

Bisogna però osservare che la ipotesi di n_y a distribuzione lineare lungo la sezione è contraddetta dalla esperienza, specie in vicinanza della fondazione.

In luogo di assumere n_y a distribuzione lineare, facciamo l'ipotesi che la distribuzione interna degli sforzi sia tale da soddisfare il principio del minimo lavoro. Notando che la espressione del lavoro virtuale interno risulta data da

$$L = \frac{1}{2\,G}\iiint\left[\frac{n_y^2 + n_x^2}{2} - \frac{(n_y + n_x)^2}{2\,(m+1)} + t^2\right) dx\, dy\, dz \qquad (14)$$

dove $G - = \frac{m\;E}{2\,(m+1)}$,

$1/m$ è il coefficiente di Poisson e E il modulo di elasticità. Si tratta di trovare l'espressione del minimo lavoro.

Esprimendo a tale uopo n_y in funzione di quattro costanti $A\;B\;C\;F$ anzichè con le solo 2 necessarie per soddisfare le equazioni (3) e (4), con opportune trasformazioni di carattere

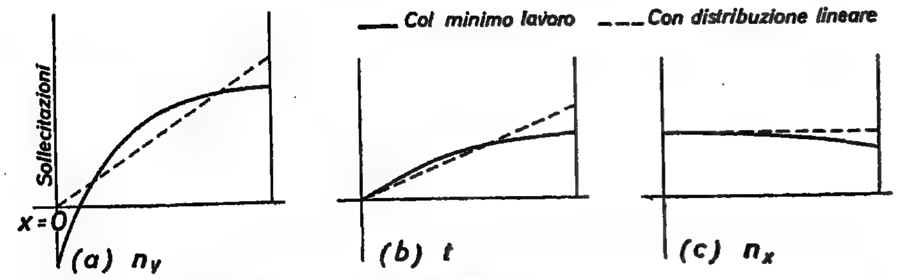


Fig. 4. - Raffronto tra le distribuzioni delle sollecitazioni. (Paramento a monte a sinistra).

puramente matematico e tenendo presente che la (14) deve assumere un valore minimo ossia che $\frac{dL}{dC} = \frac{dL}{dF} = 0$ si arriva al seguente sistema che serve a determinare le costanti suddette. Sarà

$$\frac{1}{2G}\int_0^l d_z \int_0^H y^3\,dy \left[\frac{m}{m+1}\left(\frac{C}{180} + \frac{F}{120}k + \frac{C}{324}k^4 + \frac{F}{200}k^5 - \frac{g}{30}\right) - \frac{1}{m+1}\left(\frac{A}{30} + \frac{B}{36}k + \frac{8}{315}Ck^2 + \frac{F}{42}k^3\right) - \frac{A}{45} + \frac{C}{105}k^2 + \frac{F}{72}k^3 - \frac{\omega}{45}\right] = 0 \qquad (14)$$

$$\frac{1}{29}\int_0^l dz \int_0^H y^3\,dy \left[\frac{m}{m+1}\left(\frac{C}{120} + \frac{9}{700}Fk + \frac{C}{200}k^4 + \frac{9k^5}{1100}F - \frac{g}{20}\right) - \frac{1}{m+1}\left(\frac{A}{20} + \frac{3}{70}Bk + \frac{C}{25}k^2 + \frac{4}{105}Fk^3\right) - \frac{A}{30} + \frac{3}{200}Ck^2 + \frac{F}{45}k^3 - \frac{\omega}{30}\right] = 0 \qquad (15)$$

$$A = -\omega + \frac{g}{k^3} + C\frac{k^2}{6} + F\frac{k^3}{5} \qquad (16)$$

$$B = \frac{\omega}{k} - 2\frac{g}{k^3} - Ck - 0{,}9\,Fk^2 \qquad (17)$$

Si può dimostrare che se n_x e t sono nulli bisogna pure che siano $C = F = 0$ e allora n_y ritorna a distribuzione lineare.

Facendo un esempio numerico e verificando col metodo del minimo lavoro una sezione qualunque e tale che per l'ipotesi della distribuzione lineare della sollecitazione, a serbatoio pieno, risulti sul paramento a monte $n_y = 0$, si avranno dei risultati il cui andamento qualitativo di confronto è riportato nella fig. 4. Ivi si vede ad esempio che in tal caso e secondo i risultati ottenuti col principio del minimo lavoro, si avrebbero delle tensioni nel paramento a monte e non una sollecitazione nulla.

Per il calcolo del lavoro interno nella espressione di L i termini n_y^2, n_x^2 e $(n_x + n_y)^2$ possono essere calcolati colla formola di Simpson, dopo che siano già stati determinati i valori di n_x e n in funzione di x.

A serbatoio vuoto ($g = 0$) i risultati del calcolo sono riportati dalla fig. 5. La fig. 6 invece illustra la ipotesi di $w = 0$.

Per la determinazione degli sforzi massimi, si noti che le sollecitazioni principali sono espresse da

$$s_1 = \frac{n_y + n_x}{2} - \frac{1}{2}\sqrt{(n_y - n_x)^2 + 4t^2}$$

$$S_2 = \frac{n_y + n_x}{2} + \sqrt{(n_y - n_x)^2 + 4t^2}$$

Queste sono massime sul paramento a valle ove risulterà essere per $x = b$

$$S_{max} = \frac{n_y}{\cos^2 \varnothing}.$$

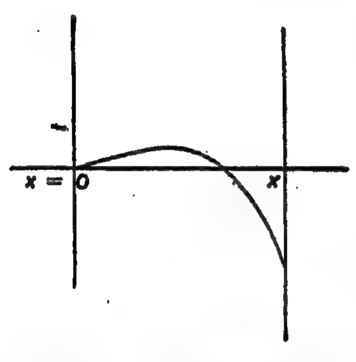


Fig. 5. - Variazione di t per $g = o$.

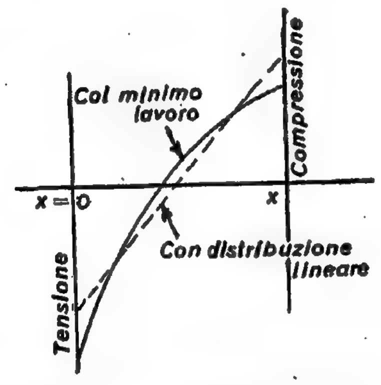


Fig. 6. - Variazione delle sollecitazioni dovute alla flessione per $w = o$.

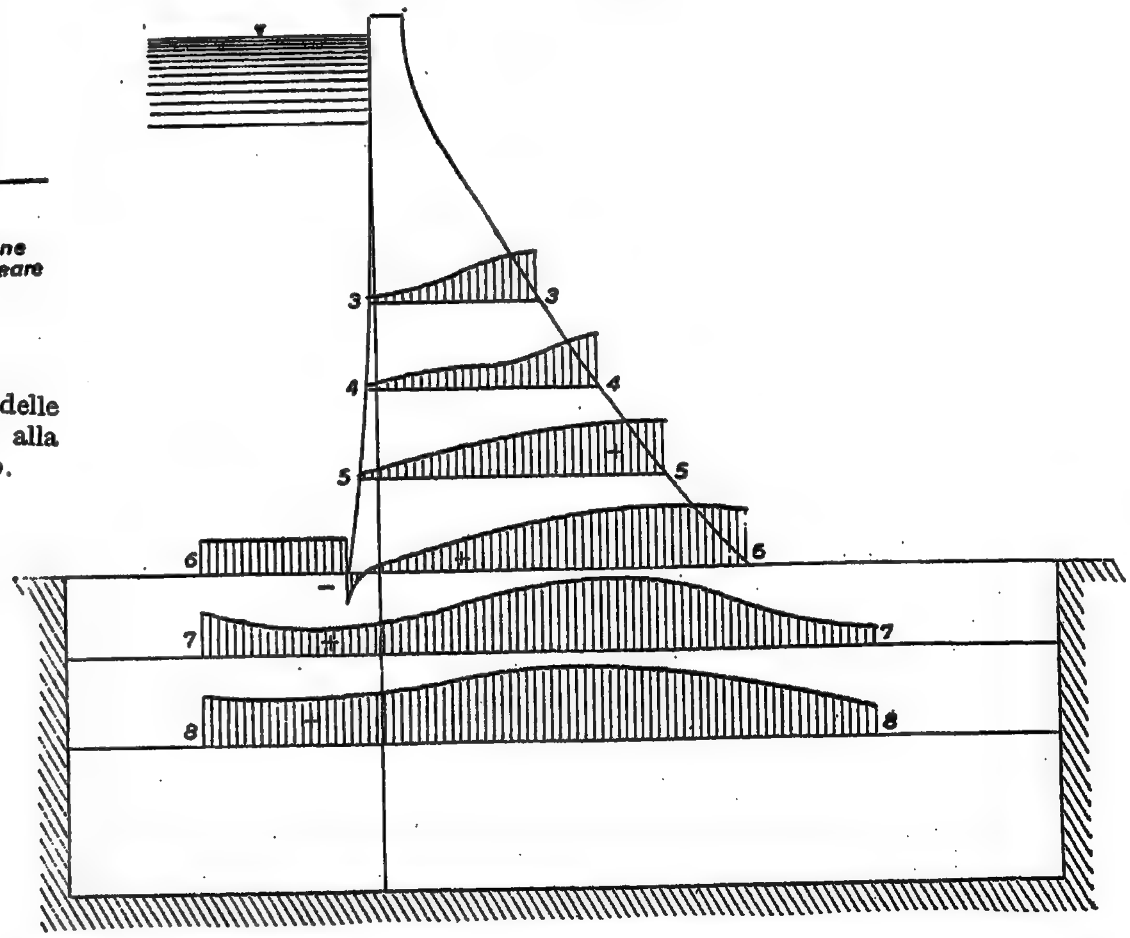


Fig. 8. - Sforzi verticali misurati su un modello avente la fondazione incastrata.

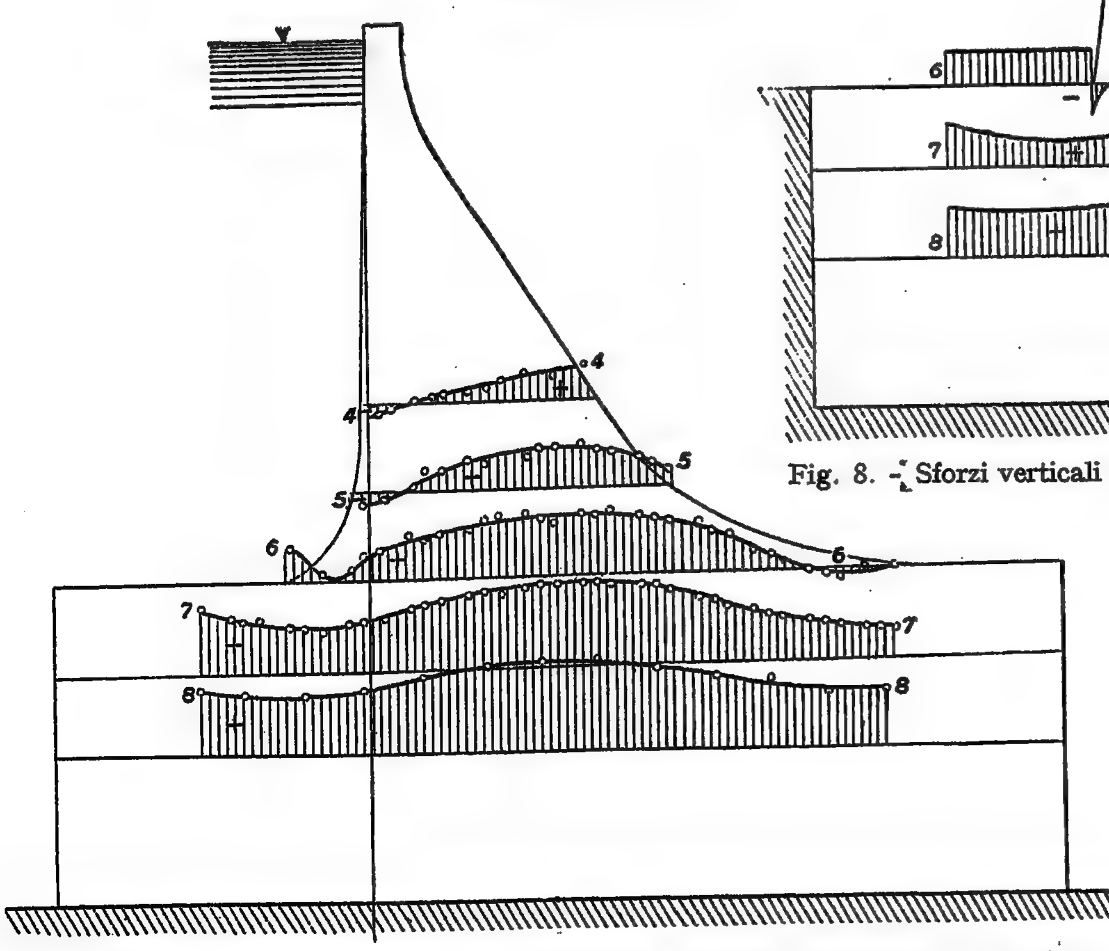


Fig. 7. - Sforzi verticali misurati su un modello avente la fondazione appoggiata.

È da osservare che si sopravaluta l'importanza della sollecitazione massima sulle dighe. Infatti mentre non è mai avvenuto un sinistro per questo fatto, ne sono avvenuti in compenso parecchi per insufficiente compressione sul paramento a monte.

Per ultimo si converrà ricordare come esperienze eseguite su modelli abbiano confermata la distribuzione degli sforzi secondo il risultato ottenuto col principio del minimo lavoro. Le figure 7 e 8 ne mostrano i diagrammi relativi. Si capisce che l'approssimazione di n_y sarebbe maggiore se al posto di 4 costanti che servono ad esprimere il valore di n se ne

addottassero di più, il che però importerebbe a maggiori complicazioni di calcolo.

Si noti poi che l'ammettere a priori $n_z = 0$, è vero solo quando fosse $m = \infty$. Tuttavia alcuni esempi riportati nell'articolo originale mostrano come la differenza dei risultati che si ottengono variando il valore di m da un valore finito e piccolo fino all'infinito non importi una grande variazione. Quindi si può senz'altro assumere con sufficiente approssimazione $n_z' = 0$. Il calcolo esposto non vale però per le sezioni in prossimità della fondazione, dove la sezione della diga varia bruscamente: solo l'esperienza potrà mostrare se i risultati ottenuti col principio del minimo lavoro sieno o meno più vicini alla realtà di quelli ottenuti supponendo una distribuzione lineare degli sforzi lungo una sezione orizzontale. *G.R.M.*

b) L'IMPIANTO IDROELETTRICO DI GUERLÉDAN E LA RETE DI DISTRIBUZIONE DELL'UNION HYDRO-ÉLECTRIQUE ARMORICAINE

Revue Générale de l'électricité, 30 agosto 1930. — A. MONMERQUÉ.

1° DIGA DI GUERLÉDAN.

È del tipo a gravità, alta 45 m, con 206 m di coronamento e serve a formare un lago situato 18 km a monte della località Pontivy sul fiume Blavet, che fa da confine tra il dipartimento di Côtes du Nord e quello di Morbihan (Bretagna). Questo lago ha una superficie di 400 ettari, una lunghezza di 12 km ed una capacità di 50 milioni di metri cubi, di cui solo 25 utilizzabili a scopo idroelettrico.

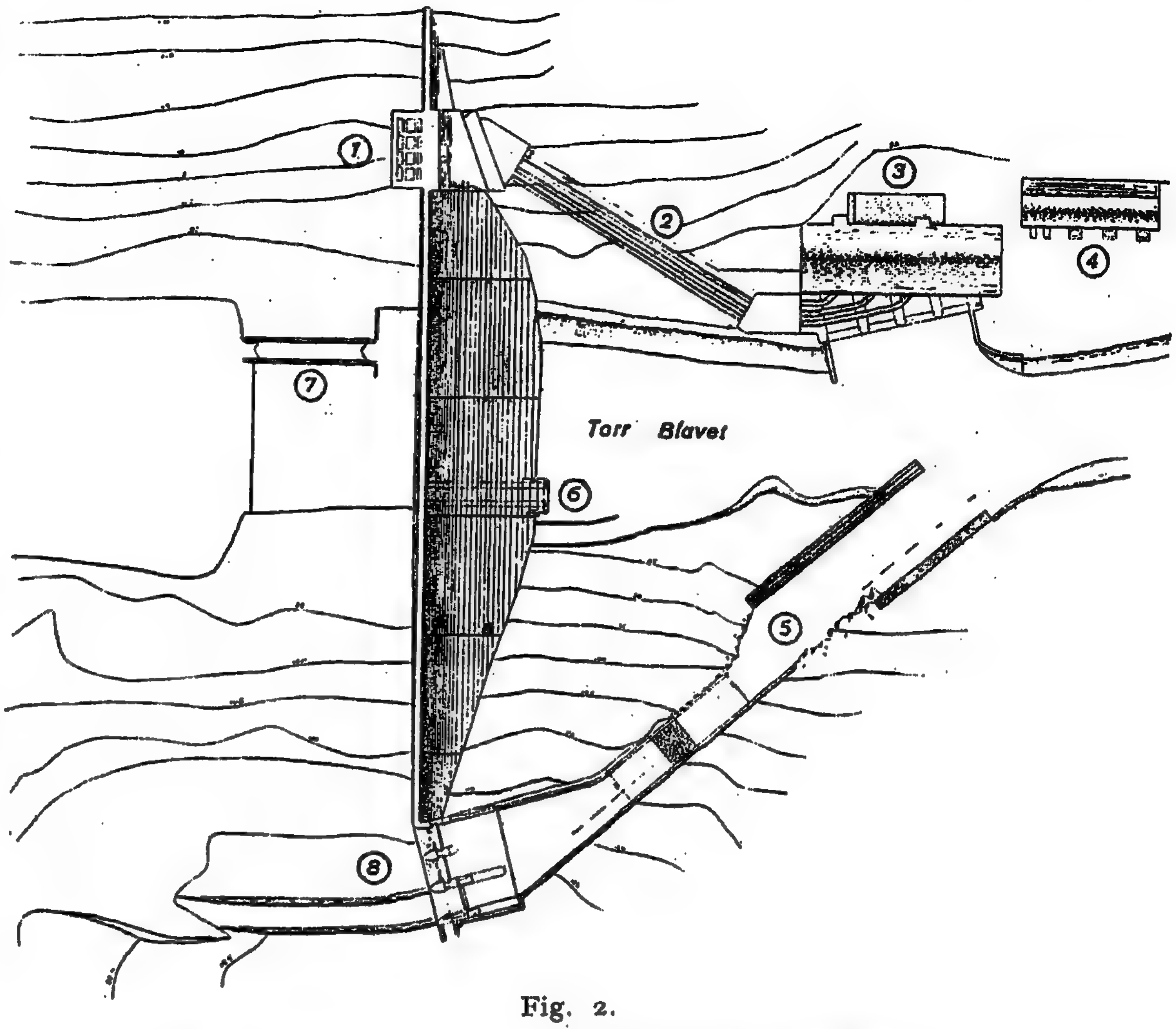


Fig. 2.

1. - Presa.
2. - Condotte forzate.
3. - Centrale.
4. - Locale trasformatori.
5. - Canale di scarico delle piene.
6. - Scarichi di fondo.
7. - Conca di navigazione preesistente.
8. - Scarico delle piene.

Il suo bacino di alimentazione è di 613 km² e ha una piovosità media di 0,90 m all'anno. Per esso si calcola una portata normale di 15 m³/sec, minima di 2 m³/sec e massima (piena 1930) di 165 m³/sec.

La diga è fondata su terreno formato da banchi di creta armoricana di spessore variabile tra pochi centimetri e più di un metro e scisti argillosi di vario sviluppo. In profondità poi si trovano degli scisti di formazioni geologiche più remote.

Il calcolo dello sbarramento è stato impostato secondo il metodo Pigeaud, tenendo il coefficiente m della sottopressione uguale a 0,50. In tal modo il profilo triangolare della diga, con una inclinazione di paramento a monte del 3/100, ha richiesto una inclinazione del paramento a valle del 71,5%. La diga, alta 45 m, risulta quindi larga 35,50 alla base. Il vertice teorico del profilo triangolare coincide col pelo di massima ritenuta alla quota 125,05; però il coronamento arriva alla quota 125,60 ed è protetto da un parapetto stagno a monte, che raggiunge quella di 125,90, sopraelevata quindi di 35 cm rispetto a quella di massimo invaso eccezionale in caso di piena (125,55 m).

Il volume della diga è di 110000 m³, fondazioni comprese, ed è suddiviso in 8 blocchi massicci separati tra di loro da giunti di dilatazione distanziati circa 30 m l'uno dall'altro.

Sulla riva sinistra dello sbarramento è situata la presa alla quota 106,20 formata da 3 bocche di 9 m² e da una di 11 m², cui fanno seguito altrettante tubazioni forzate lunghe circa 100 m e del diametro di m 1,7 per le prime 3 bocche e m 2 per la rimanente. Quest'ultima verrà costruita in un secondo tempo (fig. 2). Le prese sono governate da paratoie lenticolari convesse a strisciamento e protette da griglie facilmente estraibili per la presenza di opportuni contrappesi (fig. 3). Esistono poi dei gargami per l'eventualità di dover smontare le paratoie. Sulla riva destra dello sbarramento sono situate due paratoie Stoney di 6 m di larghezza per 3,85 m di altezza e altre due di 6 m di larghezza per 3 m di altezza per lo

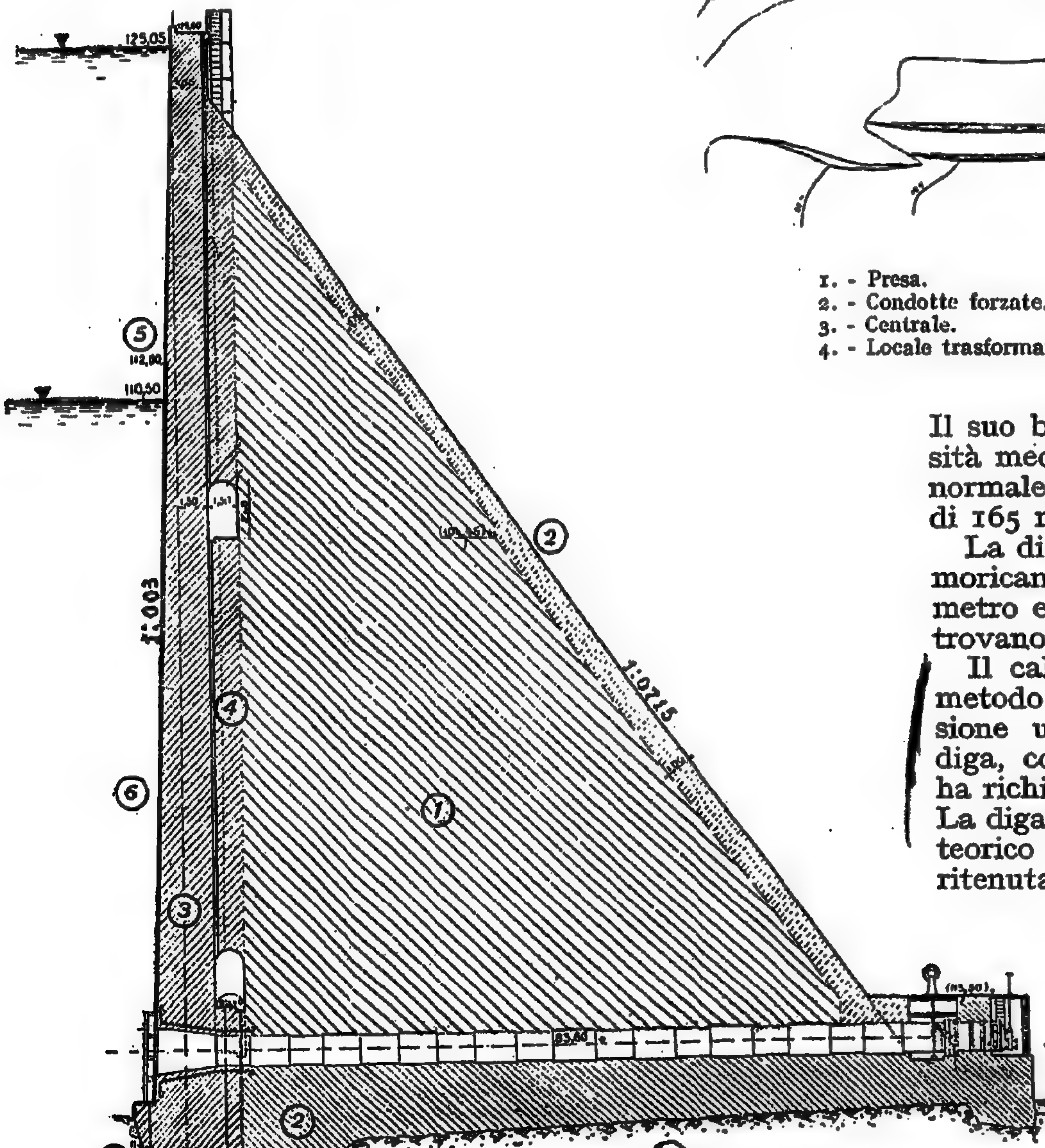


Fig. 1.

1. - Dosatura 150 kg.
2. - » 200 »
3. - » 250 »
4. - Drenaggi (ø m 0,20, equidistanza m 2,50).
5. - Intonaco m 0,02.
6. - » m 0,04 (sino a quota 112).
7. - Fori per iniezioni nella roccia (ø m 0,03, prof. m 1,50).
8. - » » » » » (prof. m 4, equidistanza m 7,50).
9. - Fori per iniezioni nella roccia (prof. 10 m, equidistanza m 6,50).
10. - Fori di drenaggio (prof. 10 m, equidistanza m 7,50).

scarico di superficie previsto per 350 m³/sec con un sopralzo massimo del lago di m 0,50 sulla quota legale di m 125,05.

Verso il centro della diga esistono due scarichi di fondo del diametro di m 1,20 governati da valvole a farfalla (fig. 1). Tutta la diga è drenata con una rete di tubi verticali di 20 cm di diametro e 2,50 m di interasse e situate in prossimità del paramento a monte. Questi tubi sono collegati con una galleria orizzontale di 2,40 × 1,30 m.

I giunti di dilatazione (fig. 4) sono resi stagni a mezzo di un trave in cemento armato poggiante su uno strato di bituplastic di 6 mm e sono drenati con un tubo di 80 cm di diametro situato immediatamente a valle del detto trave.

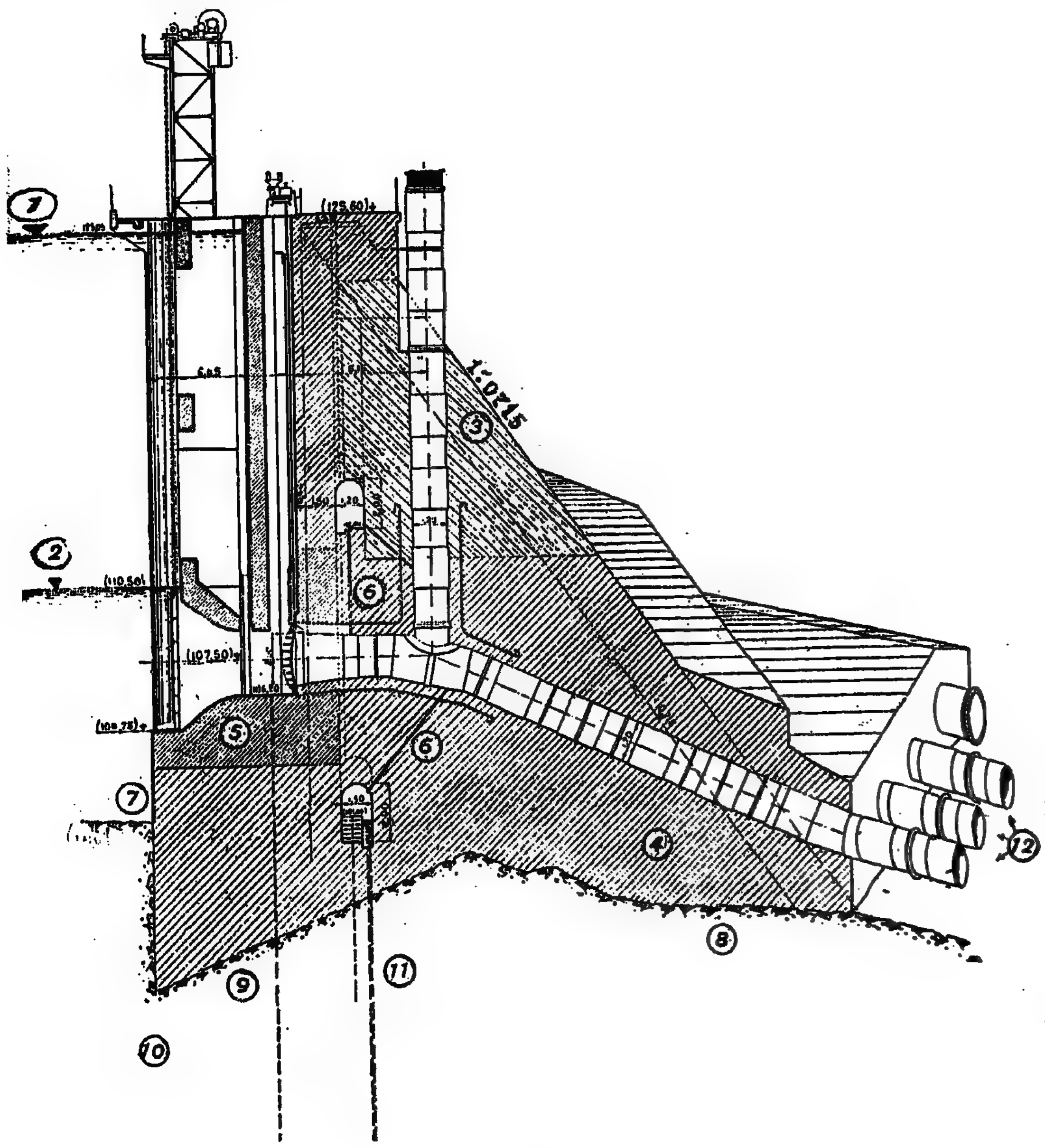


Fig. 3.

1	Quota normale di invaso
2	Quota minima di svaso
3	Dosatura 200 Kg. di cemento Portland
4	» 250 » » »
5	» 300 » » «
6	Fori per iniezioni
7	Intonaco m. 0,02
8	Iniezioni nella roccia a m. 1,50
9	» » » » m. 4,00
10	» » » » m. 10,00 ogni 10 m.
11	» » » « m. 10,00 » » »
12	Condotte forzate

Il paramento a monte è coperto di 50 mm di intonaco (650 kg cemento Pelloux impastato coll'impermeabilizzante «watproof») gettato al cement-gun in due strati di cui il primo armato con rete metallica. Esternamente si sono poi applicati due strati di inertol e tanto il manufatto quanto la roccia sottostante sono stati abbondantemente iniettati con cemento in pressione. Esistono però anche dei sondaggi non iniettati e distanti 8 m tra di loro per il drenaggio delle fondazioni.

Le sottopressioni massime verificate oscillarono tra 0,5 e 1 kg/cm². Le perdite attraverso la diga si palesarono insignificanti, quelle attraverso i drenaggi delle fondazioni sommano presentemente a 4 lt/sec e sono privi di depositi lattiginosi. Anche i giunti di dilatazione sono stagni salvo il 2° e il 6° che danno 1 lt/sec complessivamente. La freccia massima del coronamento è di mm 26.

La costruzione della Diga ha richiesto la installazione di 3 grossi frantoi verticali alimentanti un vaglio a cui faceva seguito una seconda batteria di frantoi per produrre il materiale minuto cogli scarti superiori a 10 cm del vaglio citato. A questi si collegavano due ulteriori vagli di alimentazione delle macine per la produzione della sabbia. Tutto il macchinario era situato in cascata sulla riva destra del fiume e forniva ai dosatori volumetrici automatici tre tipi di grandezza di materiale: da 10 a 6 cm, da 6 a 0,6 cm e al di sotto di 0,6 cm. I dosatori erano poi collegati coi silos di cemento e con un piano inclinato che forniva la sabbia da fiume nonchè colle prese di acqua. Le colate avvenivano a mezzo di due torri di sollevamento di 70 e 63 m di altezza e di opportuni canali distributori e si potè arrivare a una produzione di 300 m³ al giorno, con una media di 190 m³ al giorno effettivo di lavoro.

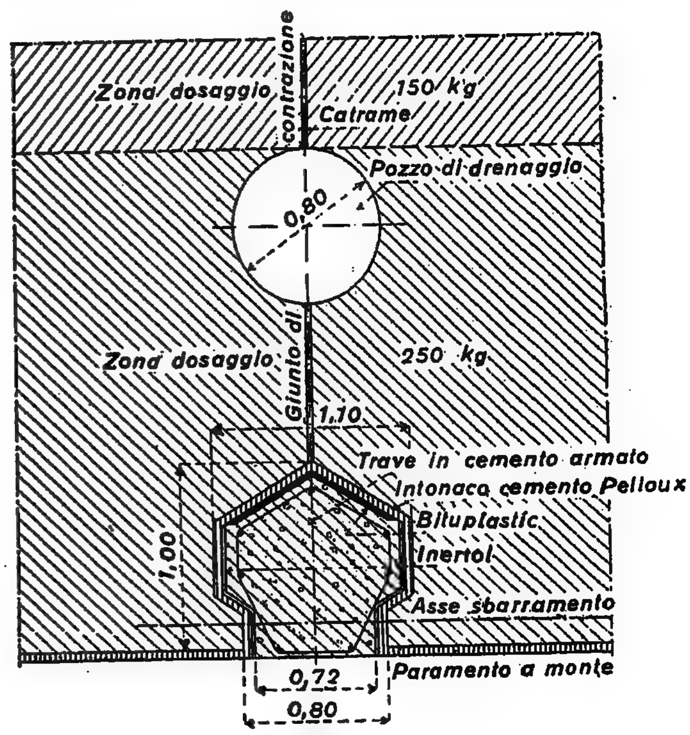


Fig. 4.

I dosaggi impiegati per m³ di gettata furono i seguenti:

1) *Paramento a monte* (per uno strato di 3,80 m alla base e di 2,60 al coronamento)

Cemento		250 kg.
Pietrame 10÷6 cm	(21%)	280 lt.
Pietrisco 6÷0,6 cm.	(47%)	630 lt.
Sabbia	(32%)	425 lt.

2) *Corpo della diga*

Cemento		150 kg.
Pietrame 10÷6 cm	(25%)	335 lt.
Pietrisco 6÷0,6 cm	(45%)	600 lt.
Sabbia	(30%)	400 lt.

3) *Fondazioni*

Le stesse proporzioni precedenti con però 200 kg di cemento.

4) *Cemento armato*

Cemento .... kg. 300 /m³

Si incontrarono alcune difficoltà nella fondazione dove si presentò un banco di argilla che richiese un approfondimento locale del manufatto di circa 10 m. Inoltre a serbatoio metà pieno una delle valvole a farfalla dello scarico di fondo scoppiò per effetto di un colpo d'ariete e richiese per la sua sostituzione la ermetica chiusura dell'imbocco a mezzo di travi metalliche calate l'una di fianco all'altra e rese stagne successivamente con mezzi di fortuna.

2° La Centrale.

Le condotte forzate terminano ad una valvola sferica di m 1,30 di diametro ed alimentano 3 gruppi Francis orizzontali di 3200 kW di potenza, 9,5 m³/sec di consumo massimo, 42,45 m di caduta massima. Coassiali colle turbine sono tre alternatori di 4300 kVA, 5500 V, 50 periodi e le rispettive eccitatrici. In seguito però verrà installato anche un quarto gruppo di 4400 kW. La sala macchine è servita da una gru di 30 t e ha lateralmente il locale dei quadri al di sotto del quale è installata l'apparecchiatura a 5500 V.

In un fabbricato a parte sono situati tre trasformatori da 4500 kVA, 5500/45.000 V e due trasformatori da 1000 kVA, 5500/15.000 V. Tutto questo macchinario è del tipo per esterno pur essendo installato in un locale chiuso. Esistono poi

due ordini di sbarre sul 45.000 V, 3 linee con partenza e un ordine di sbarre sul 15.000 V con 2 linee di uscita. Tutto il sistema è protetto semplicemente con bobine di induzione.

3° Elettrodotti.

La centrale di Guerlédan lavora in parallelo con quelle termiche di Lorient, Saint-Brieuc e Saint-Nazaire ed è inoltre collegata con le reti di società che provvedono alla distribuzione nei dintorni. Esistono per ora 290 km a 45.000 V e 65 km di linee a 15.000 V e si può contare su una produzione annua di 30.000.000 kW interamente collocati.

G.R.M.

---

c) IL CALCOLO DEI CONDENSATORI A SUPERFICIE

Revue Brown Boveri, luglio 1930. – H. S. Hvistendahl.

Il condensatore a superficie viene preferito ad ogni altro tipo di condensatore, perchè permette di ottenere un vuoto più elevato e sopratutto di mantenere l'acqua condensata libera da sostanze estranee e da gas in particolare, riducendo al minimo le inevitabili corrosioni delle caldaie.

La costruzione dei condensatori si faceva una volta empiricamente, riferendosi a impianti esistenti e funzionanti bene, senza tener conto della diversità delle condizioni di funzionamento; ed ancor oggi c'è chi stabilisce la superficie di raffreddamento in base alla potenza della macchina. In base alle ultime ricerche, indipendentemente dal tipo di macchina e dalle caratteristiche del vapore, la superficie di raffreddamento si determina ora in base alla quantità di vapore da condensare; il rapporto tra quantità di vapore e superficie di raffreddamento si chiama *carico specifico*, che varia naturalmente con le condizioni del vapore.

In questa nota sono stabilite le relazioni su cui si basa teoricamente la costruzione di un condensatore e vengono esaminate le diverse cause che influiscono sul suo funzionamento, e di cui si tiene conto per correggere il calcolo teorico.

Ogni kg. di vapore secco saturo libera, condensandosi, una quantità di calore r uguale a quella latente di evaporazione, che viene assorbita dall'acqua di raffreddamento. Se la quantità d'acqua è n volte la quantità di vapore, si ha

$$r = n\,(t_2 - t_1)$$

essendo t_1 e t_2 le temperature dell'acqua all'entrata ed all'uscita del condensatore.

In un condensatore *ideale* a tenuta perfetta e con conducibilità termica infinita, la temperatura del vapore condensato t_d, temperatura di saturazione, è uguale a quella dell'acqua all'uscita e l'espressione precedente si trasforma in

$$r = n\,(t_d - t_1) \qquad (1)$$

la quale mette in relazione r anche con p_d, pressione di saturazione, essendo p_d già in relazione con t_d. La relazione (1) permette così di stabilire le pressioni assolute realizzabili in un condensatore ideale, di cui si conoscono i valori di n e t_1; la stessa relazione dice che è inutile aumentare il valore di n oltre un certo limite, non essendo giustificato l'aumento dell'acqua col miglioramento del vuoto.

In pratica il condensatore non ha una tenuta d'aria perfetta, non presenta conducibilità termica infinita e la corrente di vapore subisce nelle tubazioni una perdita di carico: tutto ciò influisce sui vuoti ottenibili nel condensatore e di questi effetti bisogna tener conto correggendo le equazioni fondamentali.

a) *Effetto della limitata conducibilità termica.*

Consideriamo un elemento di condensatore costituito da un tubo a flusso semplice (v. fig. 1): trascuriamo in un primo tempo i difetti di tenuta e consideriamo di conseguenza che nel condensatore non ci sia che vapore secco saturo. Mantenendo ai simboli già usati il loro significato e ponendo:

k = conducibilità termica per unità di superficie refrigerante (nel senso di acqua-vapore in Cal./m².°C.h
F = superficie refrigerante totale in m²
l = lunghezza del tubo refrigerante in m
G_w = portata dell'acqua di raffreddamento in kg/h
G_d = portata del vapore saturo secco in kg/h
$s = \dfrac{G_d}{F}$ = carico specifico del condensatore,

si può stabilire la quantità di calore $d\,Q$ trasmesso da un elemento dx di tubo, posto a distanza x dall'estremità del tubo, dove la temperatura è t_1, colla seguente relazione:

$$d\,Q = k\,(t_d - t)\,\frac{F}{l}\,dx = G_w\,d\,t$$

dalla quale si ha:

$$G_w\,(t - t_1) = \int_0^x k\,(t_d - t)\,\frac{F}{l}\,dx$$

Differenziando e ordinando si ha:

$$\frac{dt}{dx} - \frac{k\,F}{G_w\,l}\,(t_d - t) = 0$$

da cui

$$t_d - t = K.\,e^{-\frac{kF}{G_w}\cdot\frac{x}{l}} \qquad (2)$$

La costante K si determina facilmente: per $x = 0$ si ha $t = t_1$ e quindi

$$K = t_d - t_1$$

per cui la (2) diventa

$$t = t_d - (t_d - t_1)\,e^{-\frac{kF}{G_w}\cdot\frac{x}{l}} \qquad (3)$$

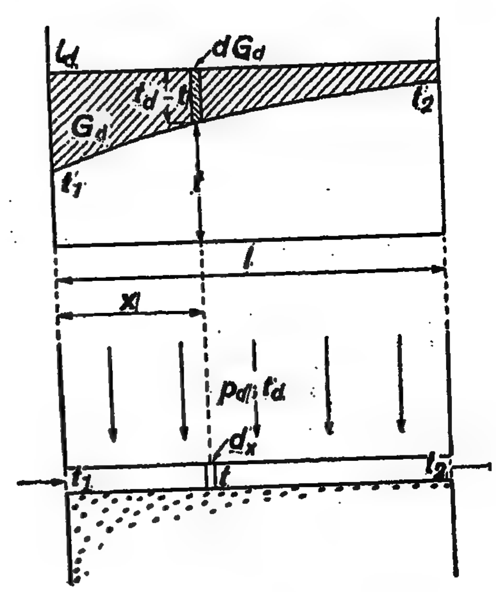


Fig. 1.

Essendo per $x = l$, $t = t_2$, si ha

$$t_2 = t_d - (t_d - t_1)\;e^{-\frac{kF}{G_w}}$$

La relazione (3) mostra che la temperatura varia lungo il tubo con legge esponenziale e che il valore limite di t è t_d per $l = \infty$.

La quantità di vapore $d\,G_d$ condensata lungo un elemento dx, è:

$$r\,.\,d\,G_d = d\,Q$$

ossia

$$d\,G_d = \frac{k}{r}\,(t_d - t)\,\frac{F}{l}\,dx = \frac{k}{r}\,\frac{F}{l}\,(t_d - t_1)\,e^{-\frac{kF}{G_w}\frac{x}{l}} \times dx$$

da cui integrando:

$$G_d = \int_0^l \frac{k\,F}{r\,l}\,(t_d - t_1)\,e^{-\frac{kF}{G_w}\frac{x}{l}} \times dx =$$

$$= \frac{G_w\,(t_d - t_1)}{r}\left(1 - e^{-\frac{kF}{G_w}}\right) \qquad (4)$$

ossia

$$r = n\,(t_d - t_1)\left(1 - e^{-\frac{k}{ns}}\right) \qquad (5)$$

Confrontando la (5) con la (1) si vede che, volendo tener conto della limitata conducibilità termica delle pareti del tubo, bisogna introdurre un fattore, $1 - e^{-\frac{k}{ns}}$, il quale diventa uguale ad 1 soltanto per $k = \infty$; si osserva pure nella (5) che per piccoli valori di k, le sue variazioni si fanno sentire notevolmente sui valori di n. La (5) può mostrare inoltre l'effetto che la variazione di s può avere sul vuoto.

Allo scopo di semplificare la risoluzione del problema, si è ritenuto vantaggioso a questo punto di considerare la quantità di calore trasmessa come risultante da una ipotetica differenza

di temperatura tra vapore ed acqua di raffreddamento, $t_d - t_m$, in modo che si abbia:

$$Q = k F (t_d - t_m) \qquad (6)$$

Q è uguale anche alla quantità di calore liberata nella condensazione di G_d kg di vapore, quindi si ha:

$$kF (t_d - t_m) = r\, G_d = G_w \frac{t_d - t_1}{k F} \left(1 - e^{-\frac{kF}{G_w}}\right);$$

dalla (3), per $x = l$ si è ricavato

$$t_d - t_2 = (t_d - t_1)\, e^{-\frac{kF}{G_w}},$$

quindi è:

$$\frac{kF}{G_w} = \log \frac{t_d - t_1}{t_d - t_2} \qquad (7)$$

e sostituendo nella (6) si ha:

$$t_d - t_m = \frac{t_2 - t_1}{\log \dfrac{t_d - t_1}{t_d - t_2}}$$

Questa relazione, in molti casi, viene sostituita dalla formola

$$t_d - t_m = t_d - \frac{t_1 + t_2}{2}$$

la quale se conviene al calcolo, da però risultati con errori non trascurabili.

Dalla (7) si ricava facilmente

$$F = \frac{G_w}{k} \log \frac{t_d - t_1}{t_d - t_2} = \frac{r\, G_d}{k} \log \frac{t_d - t_1}{t_d - t_2},$$

la quale però vale nelle ipotesi fatte di perfetta tenuta e di vapore secco saturo.

b) *Influenza dell'aria.*

Nessun condensatore ha una perfetta tenuta nè l'hanno le tubazioni che collegano la turbina al condensatore; perciò il vapore che entra nel condensatore contiene sempre una certa quantità di aria che ne diminuisce il vuoto. La determinazione della diminuzione di vuoto non è facile, ma ciò non importa; è necessario invece che il costruttore conosca bene il fenomeno e ne tenga conto nella costruzione. Nella fig. 2 si ha lo

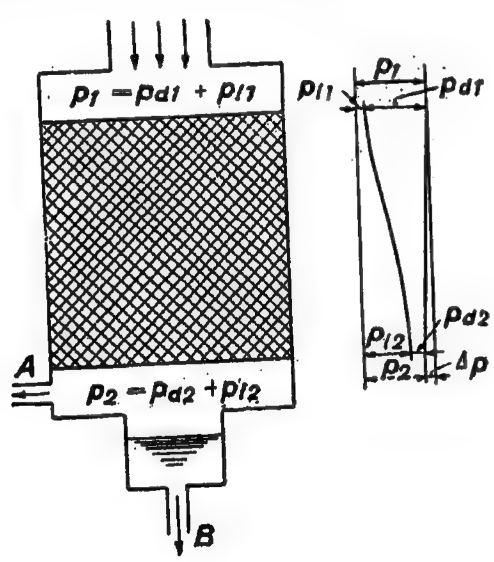


Fig. 2.

schema di un condensatore a superficie semplice, per il quale si è ammesso che l'aria entri dall'alto insieme col vapore, che nella parte inferiore siano raccolti i prodotti della condensazione e l'estrazione dei gas non condensati sia fatta pure nella parte inferiore del condensatore. Indicando con p_1 e con p_2 le pressioni totali all'entrata e all'uscita del condensatore, con p_{d1} e p_{l1} le pressioni del vapore e dell'aria rispettivamente all'entrata e con p_{d2} e p_{l2} le analoghe pressioni all'uscita si hanno, in base alla nota legge di Dalton, le seguenti relazioni:

$$p_1 = p_{d1} + p_{l1}$$
$$p_2 = p_{d2} + p_{l2}$$

Nei condensatori moderni la differenza $p_1 - p_2$ è resa molto piccola, si può quindi trascurare nei calcoli e si ha allora

$$p_{d1} + p_{l1} \cong p_{d2} + p_{l2}$$

o ciò che è lo stesso

$$p_{d1} \cong p_{d2} + (p_{l2} - p_{l1}) \qquad (8)$$

Il vapore che coll'aria entra nel condensatore, condensa subito appena incontrati i primi fasci di tubi e quando la miscela giunge alla parte inferiore contiene soltanto quella quantità di vapore che corrisponde alla pressione di saturazione dell'acqua condensata. L'aria si raccoglie nella parte inferiore del condensatore e l'eiettore non entra in funzione che quando la pressione ha raggiunto un certo valore p_{l2} (è $p_{l2} > p_{l1}$).

La relazione (8) dice che la pressione del vapore all'entrata è maggiore di quella all'uscita e la differenza corrisponde press'a poco all'aumento della pressione dell'aria (v. diagramma fig. 2).

Per avere il miglior vuoto all'entrata del condensatore, bisogna ridurre al minimo i difetti di tenuta, cioè ridurre al minimo l'entrata dell'aria; altra condizione da osservare per avere un buon funzionamento del condensatore, è di munirlo di un eiettore di portata adatta, in modo che si abbia una differenza minima fra la pressione parziale p_{d1} del vapore all'entrata e la pressione p_{d2} di condensazione, il che equivale a rendere minima la caduta di pressione interna ed anche la differenza $p_{l2} - p_{l1}$.

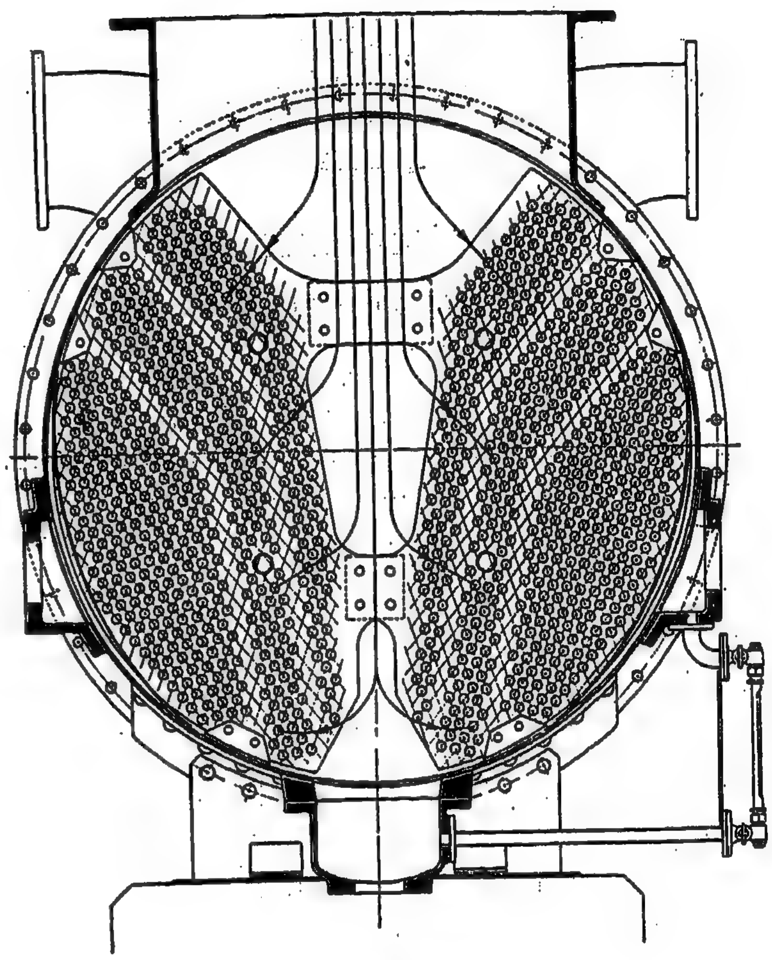


Fig. 3.

I diversi metodi seguiti in un primo tempo per ottenere questo risultato, disporre le correnti dell'acqua e del vapore in senso inverso e far passare l'acqua di raffreddamento in tubi immersi nell'acqua condensata, che raffreddavano quindi molto l'acqua che doveva ritornare alle caldaie, causarono una diminuzione sensibile del rendimento termico. Un miglioramento si realizzò colla disposizione della fig. 3, colla quale l'acqua attraversa il condensatore tre volte, prima nel fascio di tubi esterni, poi in quello medio e infine in quello interno; l'estrazione dell'aria si fa lateralmente, un po' al disotto del piano orizzontale centrale in posti nei quali la densità dell'aria è piuttosto elevata e il vapore è molto rarefatto. In queste condizioni la temperatura dell'acqua condensata è, in condizioni normali, di 1° C inferiore a quella corrispondente alla pressione all'entrata nel condensatore, quindi l'acqua che torna alle caldaie non è molto raffreddata.

c) *Influenza della perdita di carico lungo i tubi.*

Si è detto già che nei condensatori moderni la perdita di carico Δp nell'attraversamento de' tubi è tanto piccola da potersi trascurare nei calcoli. Per ottenere questo si è studiata con cura la traiettoria del vapore in modo da non avere vortici e da utilizzare nel miglior modo l'energia cinetica che il vapore possiede all'uscita dalla turbina.

d) *Effetti di fenomeni secondari.*

Questi effetti, sfuggono al calcolo e per tenerne conto, perchè insieme agiscono in modo sensibile sul funzionamento del condensatore, si fanno delle esperienze in condizioni analoghe a quelle in cui deve funzionare il condensatore stesso.

Si possono ricordare tra le diverse cause, le seguenti:
1) variazione del coefficiente k;
2) riduzione della superficie refrigerante effettiva;
3) raffreddamento per radiazione del condensatore e delle tubazioni che collegano la caldaia al condensatore.

Il coefficiente di conduttività termica k varia colla velocità e colla temperatura dell'acqua nei tubi, ma limitando la velocità al valore più conveniente di 2 m/sec. si ha un riferimento ben determinato per k; questo coefficiente varia pure collo stato di tubi, dovuto a depositi, incrostazioni, ecc., di cui si tiene conto nello studio del condensatore, badando tra l'altro che siano possibili periodiche ripuliture de' tubi (per questo effetto si ha anche una riduzione della superficie refrigerante); varia infine il coefficiente k col variare del carico specifico s e con la densità del vapore, aumentando con essi. Del raffreddamento per radiazione non si tiene conto che in casi speciali, ma lo si aggiunge a tutto ciò che può derivare da calcoli non esatti o da conoscenza insufficiente de' fenomeni.

Le conclusioni sono quindi facili: non è possibile fare un calcolo esatto di un condensatore; perchè molti fenomeni non sono suscettibili di una traduzione in formule esatte; e le equazioni fondamentali, stabilite tra l'altro in base a ipotesi semplificatrici, vanno corrette secondo i risultati delle osservazioni pratiche. *f. j.*

Sommarî

In questa rubrica segnaleremo con un brevissimo sommario del soggetto, quelle Memorie o quegli articoli di Riviste che per la loro mole, o la loro indole speciale, o il loro riferimento a condizioni particolari, non possono essere riassunti utilmente per la generalità dei lettori, mentre possono essere consultati con vantaggio da chi si interessa particolarmente della materia.

Gli iscritti alla Sezione Tecnologica della « Unfiel » possono richiedere in prestito alla Redazione i fascicoli ove si trovano gli articoli citati.

Annali dei Lavori Pubblici, fasc. n. 7, 1930: « L'impermeabilizzazione del serbatoio di Muro Lucano ». – Ingg. M. MORTARA e VINCENZO BUTTIGLIONE.

Il serbatoio di Muro Lucano fu costruito per conto dello Stato (in applicazione della legge 21 marzo 1912 sui bacini montani) dalla Società Lucana per imprese idroelettriche, la quale doveva poi utilizzarne le acque per produzione di energia idroelettrica.

Le opere di sbarramento e l'impianto di utilizzazione furono ultimati nel 1916; ma lo sfruttamento del serbatoio e la produzione di energia che se ne attendeva, furono resi impossibili per le ingenti fughe d'acqua che si manifestarono, fino dal primo tentativo di invaso, in corrispondenza di una zona relativamente estesa interessata da rocce calcaree di tipo carsico.

Il fenomeno apparve subito di gravità tale da compromettere l'esito di un'opera nella quale erano già stati investiti importanti capitali; e perciò vennero chiamati allo studio di esso tecnici e scienziati di valore che, in seguito ad accurate indagini e a ripetuti tentativi, riuscirono infine a mettere in efficienza il serbatoio, con un risultato superiore alle più favorevoli previsioni.

Infatti le perdite, che in origine raggiungevano i 3000 l/sec non appena le piene creavano un piccolo battente, sono ora ridotte a soli 200 l/sec (compresa quella per evaporazione) in corrispondenza del massimo invaso.

Il serbatoio è stato risanato mediante scoprimento della roccia, chiusura con muratura di calcestruzzo delle fenditure principali e rivestimento generale con un manto di gunite.

Gli autori della nota sopra citata descrivono ed illustrano ampiamente le varie fasi dei lavori di impermeabilizzazione eseguiti e riportano infine anche una serie di dati tecnici ed economici molto interessanti ed istruttivi.

***

Wasserkraft und Wasserwirtschaft, fasc. 15° e 16°, 1930: « Traverse di sbarramento per torrenti alpini ». – Ing. AUGERER.

In questa nota l'A. descrive i principali tipi di traverse fisse oggi in uso per lo sbarramento e la derivazione d'acqua dai piccoli torrenti alpini.

Egli classifica tali opere in tre gruppi:

1°) traverse fisse a presa diretta per disotto (la traversa funge anche da opera di presa; la luce di immissione è praticata in sommità alla traversa lungo il ciglio di essa ed è protetta da una griglia orizzontale);

2°) traverse fisse con opera di presa laterale e scaricatore di fondo disposto tra la luce di presa e la soglia del canale di derivazione;

3°) traverse con opera di presa laterale e scaricatore di fondo praticato nel corpo della diga.

La scelta dell'uno o dell'altro tipo di sbarramento è subordinata alle condizioni *idrologiche, geologiche* e *morfologiche* del bacino utilizzato.

L'A. svolge a questo riguardo varie cosiderazioni pratiche e, sulla scorta di alcuni esempi, cerca di delimitare, a grandi tratti, il campo di applicabilità di ciascun tipo di traversa, non trascurando di indicarne i rispettivi vantaggi ed inconvenienti.

***

Die Bautechnik, fasc. 38°, 1930: « Il rivestimento in calcestruzzo dei grandi canali ». – Dott. Ing. S. KURZMANN.

Come nel caso della pavimentazione delle autostrade, i pareri dei tecnici sono tuttora discordi sulla scelta del migliore sistema di rivestimento dei grandi canali. In qualche canale di notevole importanza (come ad esempio in quello del Shannon ed in uno attualmente in corso di costruzione nella Baviera) si è rinunciato — sopratutto per ragioni di tornaconto economico — all'ordinario rivestimento in calcestruzzo per adottare invece un rivestimento di argilla costipata e ricoperta di pietrame a secco oppure parzialmente protetta mediante un sottile strato di calcestruzzo in corrispondenza della zona soggetta alle escursioni del pelo d'acqua.

Nella maggior parte dei casi, però, viene data ancora la preferenza ai rivestimenti completi delle sponde mediante calcestruzzo. Fra le più recenti e notevoli applicazioni di tal genere si possono citare i canali dei nuovi e maggiori impianti di derivazione dal Reno, dall'Inn, dalla Isar e dalla Garonna, in parte già costruiti ed in parte attualmente in corso di costruzione.

Sulla scorta dei risultati di esercizio dei più vecchi canali di derivazione dall'Inn e dall'Isar nonchè di quello del Walchensee, l'A. esamina in primo luogo il comportamento dei rivestimenti completi di calcestruzzo, dal triplice punto di vista della protezione delle sponde, della diminuzione degli attriti nel moto dell'acqua e della tenuta. Successivamente egli accenna ai miglioramenti suggeriti da tale esperienza ed in parte già tradotti in atto nella costruzione del nuovo canale del 2° salto della media Isar e si diffonde infine sui più moderni metodi costruttivi e sulle più importanti innovazioni introdotte nel campo delle macchine per l'esecuzione dei rivestimenti in oggetto.

NOTIZIARIO

CORSO PER PERITI RADIOTECNICI

Per iniziativa dei Ministeri della Guerra e dell'Educazione Nazionale avranno inizio presso l'*Istituto radiotecnico* di Milano — annesso al R. Istituto tecnico *Carlo Cattaneo* — il 10 novembre prossimo, i corsi del biennio diurno pel conseguimento del Diploma di *perito radiotecnico* — biennio già iniziato lo scorso anno. Per le materie di cultura elettrotecnica e radiotecnica verranno svolti i programmi stabiliti d'accordo fra i Ministeri della Guerra e dell'Educazione Nazionale; per le materie di cultura generale verranno svolti i programmi degli ultimi due anni dei Regi Istituti Industriali.

Sono ammessi al biennio tutti gli iscritti o inscrivibili al penultimo anno degli Istituti Industriali regi o pareggiati; i Periti industriali, gli Ingegneri, gli appartenenti alla Scuola di Applicazione dei RR. Politecnici del Regno, gli Ufficiali del Genio e dell'Artiglieria provenienti dai corsi regolari dell'Accademia e della Scuola di applicazione di Artiglieria e Genio. Per tutti gli schiarimenti richiedere programma in via Cappuccio 2.

L'iniziativa del Ministero tende a favorire lo sviluppo della Radiotecnica creando esperti radiotecnici utilissimi all'industria e trasformabili in caso di bisogno in ottimi radiotelegrafisti

SEN. PROF. O. M. CORBINO, *Direttore* — ARTI GRAFICHE E. CALAMANDREI & C. - MILANO — Fotoincisioni della « ZINCOGRAFICA » - MILANO — ING. ETTORE CESARI, *Redattore Capo-Responsabile*

MILANO
Ottobre 1930 - Anno VIII

Fascicolo X
Volume VII

L'Energia Elettrica

UFFICIALE PER GLI ATTI DELL'UNIONE NAZIONALE FASCISTA INDUSTRIE ELETTRICHE (UNFIEL)
E DELLA FEDERAZIONE NAZIONALE FASCISTA DEI GRUPPI REGIONALI IMPRESE ELETTRICHE (FENAGRIEL)

Direttore: SENATORE PROF. O. M. CORBINO

SOMMARIO del N. 10 del 1930

(da pag. 841 a pag. 920)

MILANO
Ottobre 1930 - Anno VIII

Fascicolo X
Volume VII

L'Energia Elettrica

UFFICIALE PER GLI ATTI DELL'UNIONE NAZIONALE FASCISTA INDUSTRIE ELETTRICHE (UNFIEL)
E DELLA FEDERAZIONE NAZIONALE FASCISTA GRUPPI REGIONALI IMPRESE ELETTRICHE (FENAGRIEL)
Direttore: SENATORE PROF. O. M. CORBINO

ING. GUIDO UCELLI

I più recenti ed importanti impianti di turbine idrauliche e pompe centrifughe realizzati in Italia

Turbine idrauliche

GENERALITÀ. – Dalla fine del 1923, termine considerato dallo scrivente nel precedente rapporto per la prima W.P.C., Londra 1924 (1), notevoli progressi sono stati realizzati in Italia nella costruzione del macchinario idraulico.

Il grande impulso dato dal Governo Nazionale alla utilizzazione delle energie idrauliche e le conseguenti realizzazioni delle Società esercenti l'industria idroelettrica in Italia, hanno portato a raddoppiare in questi ultimi anni la potenza installata: infatti mentre tale potenza al 31 dicembre 1923 era di 3.337.274 HP è salita a 6.314.814 HP al 31 dicembre 1928, limite delle statistiche compilate per il presente rapporto (fig. 1): ed il macchinario che sviluppa questi altri tre milioni di cavalli non cede, per concezione e risultati, al confronto con quanto di più perfetto ha creato la tecnica delle altre nazioni.

Per quanto si riferisce alle caratteristiche generali delle utilizzazioni, si nota una diminuzione di quelle per cadute inferiori ai 20 metri; nella potenza totale sfruttata in questi ultimi 5 anni queste installazioni contano infatti per il 5% mentre nel complesso eseguito in Italia sino al 31 dicembre 1923 si aveva una percentuale del 10 %.

Nel campo delle medie cadute, da 20 a 200 metri circa, la percentuale di questo quinquennio è del 38 % in confronto al 50 % precedente ed infine, nel campo delle alte pressioni, si sale al 57 % contro il 40 % precedente.

Utilizzate da tempo le derivazioni più facili ed organizzata oramai la produzione e la distribuzione dell'energia elettrica a mezzo di potenti Gruppi industriali, esercenti numerose centrali collegate in parallelo, si tende in Italia sempre più verso la utilizzazione integrale delle disponibilità dei vari bacini studiando ed attuando a mezzo di veri piani regolatori, la razionale utilizzazione delle acque con serbatoi di regolazione giornaliera, settimanale e stagionale (attuati già per quasi due miliardi di metri cubi) integrati e potenziati da impianti di accumulazione e di riserva, nei quali impianti pompe centrifughe, azionate con energia di supero, elevano l'acqua immagazzinandola per fronteggiare le punte periodiche o eccezionali.

Per poter spingere al massimo lo sfruttamento delle variabili energie idrauliche si sono poi eseguite in questi ultimi anni

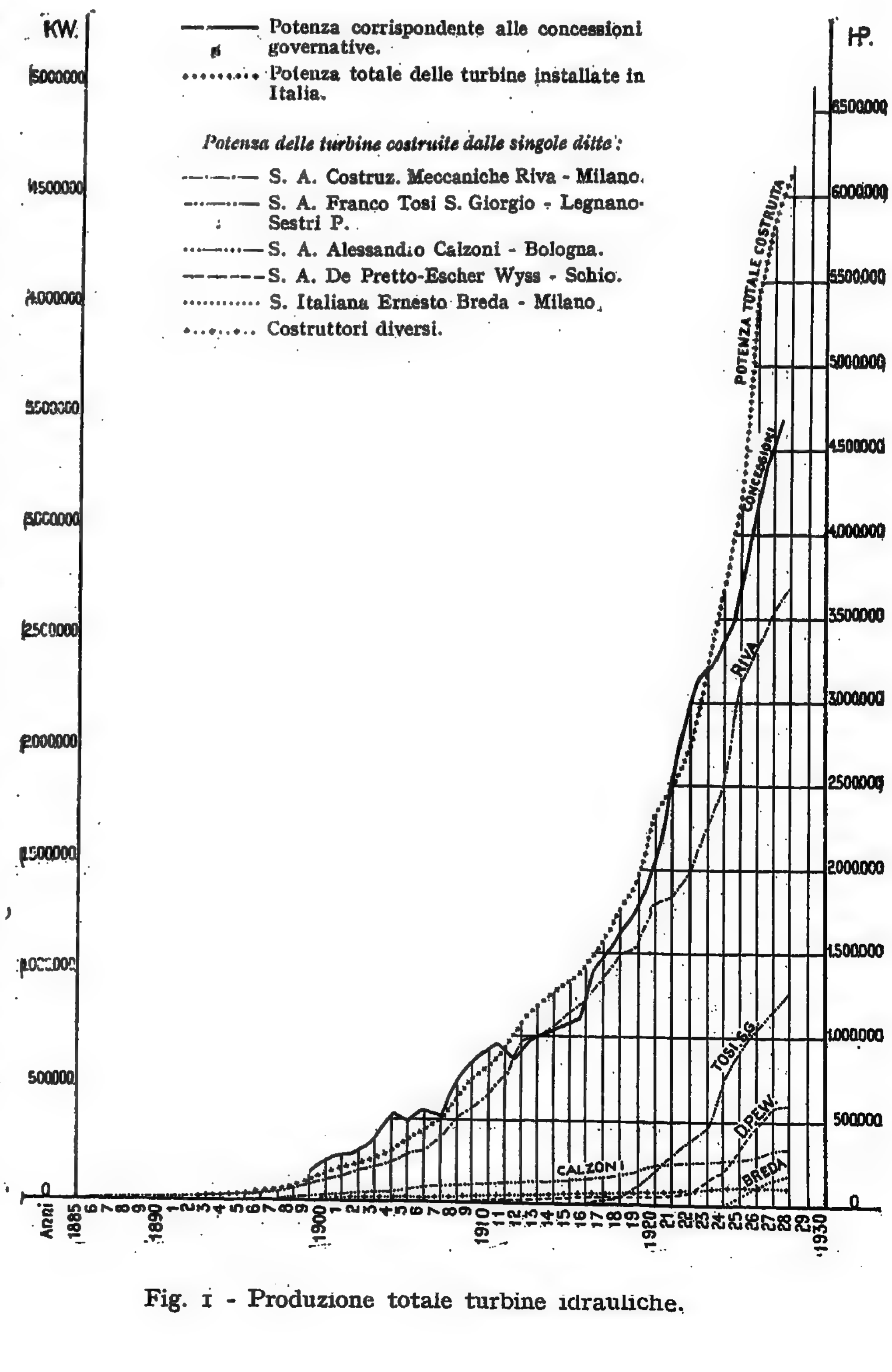


Fig. 1 - Produzione totale turbine idrauliche.

(1) Ing. GUIDO UCELLI: «La tecnica moderna delle turbine idrauliche in Italia». Rapporto n. 72. W. P. C. Londra. Luglio 1924.

dalle più potenti Società Idroelettriche, anche importanti centrali termiche di riserva e integrazione.

Questa razionale organizzazione dello sfruttamento delle

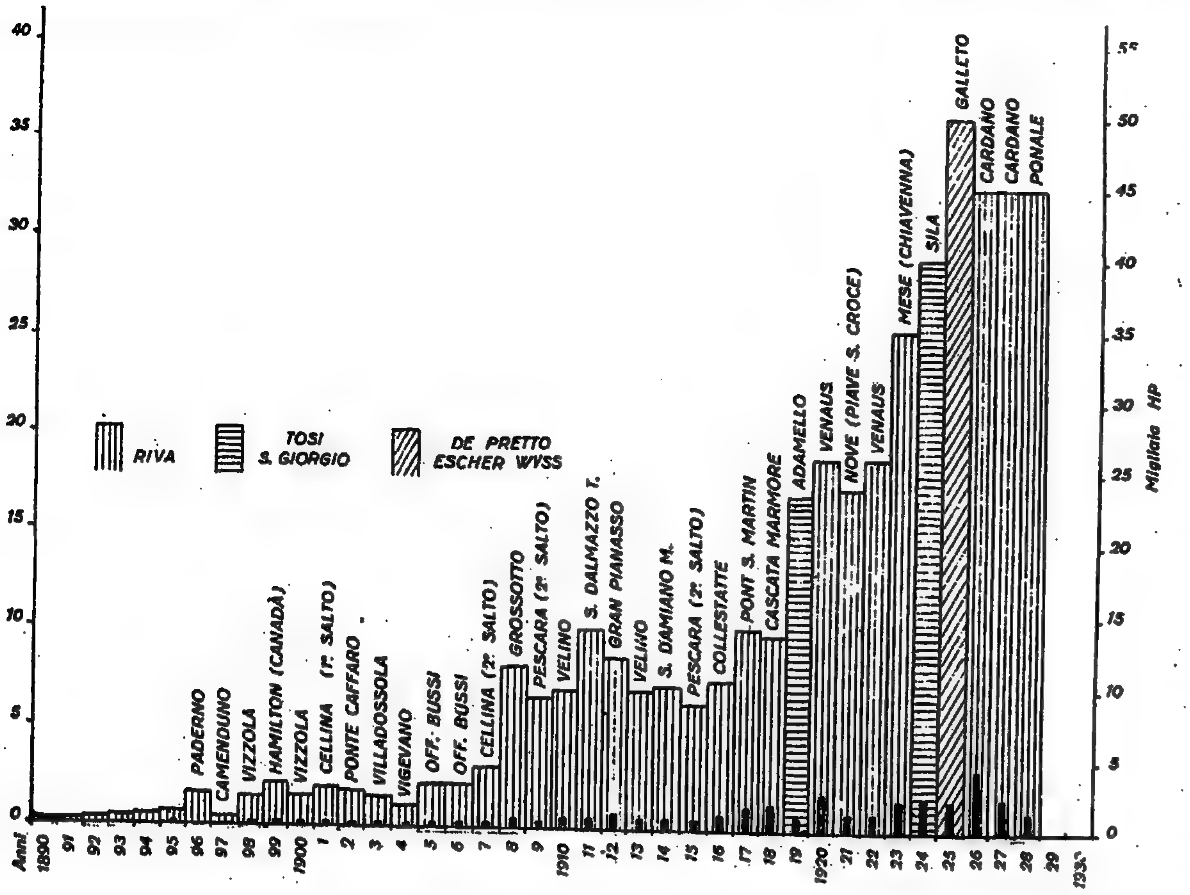


Fig. 2. - Potenze massime e medie turbine idrauliche.

forze idrauliche spinge logicamente alla massima semplificazione degli impianti, alla riduzione del numero e all'aumento della potenza delle unità, ed eminenti industriali già considerano persino la opportunità di installare un solo gruppo per ogni centrale, ritenendo che la semplicità e la economia che sarebbero conseguite potrebbero compensare gli eventuali svantaggi del minor rendimento a carichi ridotti, della completa inattività in caso di guasti, ecc.

Queste tendenze hanno così portato a considerare non più eccezionali anche in Italia, turbine da 40.000÷50.000 HP che pure rappresentano i massimi sinora raggiunti in Europa (fig. 2).

Fra le esigenze particolari delle moderne turbine degli impianti italiani è da ricordare la necessità di funzionare spesso a due diverse velocità per l'alimentazione delle reti a 42 e 50 periodi, e ciò specialmente allo scopo di poter utilizzare l'eccedenza stagionale di energia disponibile in alcune regioni, là ove questa invece difetta, avendosi magre invernali nell'Alta Italia, e magre estive nell'Italia centrale e meridionale.

Particolari esigenze devono poi essere soddisfatte dal macchinario delle centrali adibite al servizio trazione, giacchè come è noto, l'elettrificazione delle ferrovie ha avuto in Italia un grande impulso in questi ultimi anni.

Tutto questo ha imposto ai costruttori accurati studi e severe esperienze per corrispondere alle esigenze della clientela; notevoli sono pure gli impianti con comando automatico o a distanza, che hanno dato luogo a geniali e caratteristiche costruzioni.

Nel campo delle turbine a bassa caduta si sono realizzate nuove costruzioni con le caratteristiche ruote veloci ad elica: nelle medie cadute sono da rilevare impianti classici di grandissima potenza e infine nelle alte cadute perfezionamenti notevoli delle turbine ad azione.

Turbine a reazione per basse cadute.

Come è noto, gli impianti a bassa caduta non costituiscono in Italia il campo di maggior importanza e questo spiega come solo in questi ultimi anni, — per assecondare la tendenza verso le grandi potenze e parallelamente anche verso le forti velocità — i costruttori si siano rivolti alla costruzione di turbine ad alta velocità specifica e di elevato rendimento.

L'Ing. N. Ratti già nel 1925 sulla Rivista « L'Elettrotecnica » (1) ha pubblicato gli studi e i risultati conseguiti dalla Società Costruzioni Meccaniche Riva di Milano nella costruzione della sua ruota ad elica che anche successivamente si è affermata con importanti installazioni.

La ruota — studiata per velocità specifica utile fra 400 e 600 giri, corrispondente a dati pratici di applicazione — ha notevoli vantaggi di rendimento, parzializzazione e stabilità di funzionamento.

Il diagramma generale (fig. 3) ricavato da rigorose esperienze effettuate nella apposita stazione sperimentale, raccoglie le caratteristiche della costruzione: il rendimento raggiunge l'88% con curve di così ottimo andamento fra le diverse aperture del distributore, da consentire una relativamente larga parzializzazione; a parità di apertura del distributore la portata cresce sensibilmente con l'aumento del numero dei giri, caratteristica vantaggiosa per le applicazioni a caduta variabile.

La perdita allo scarico è limitata e assicura buon rendimento e funzionamento

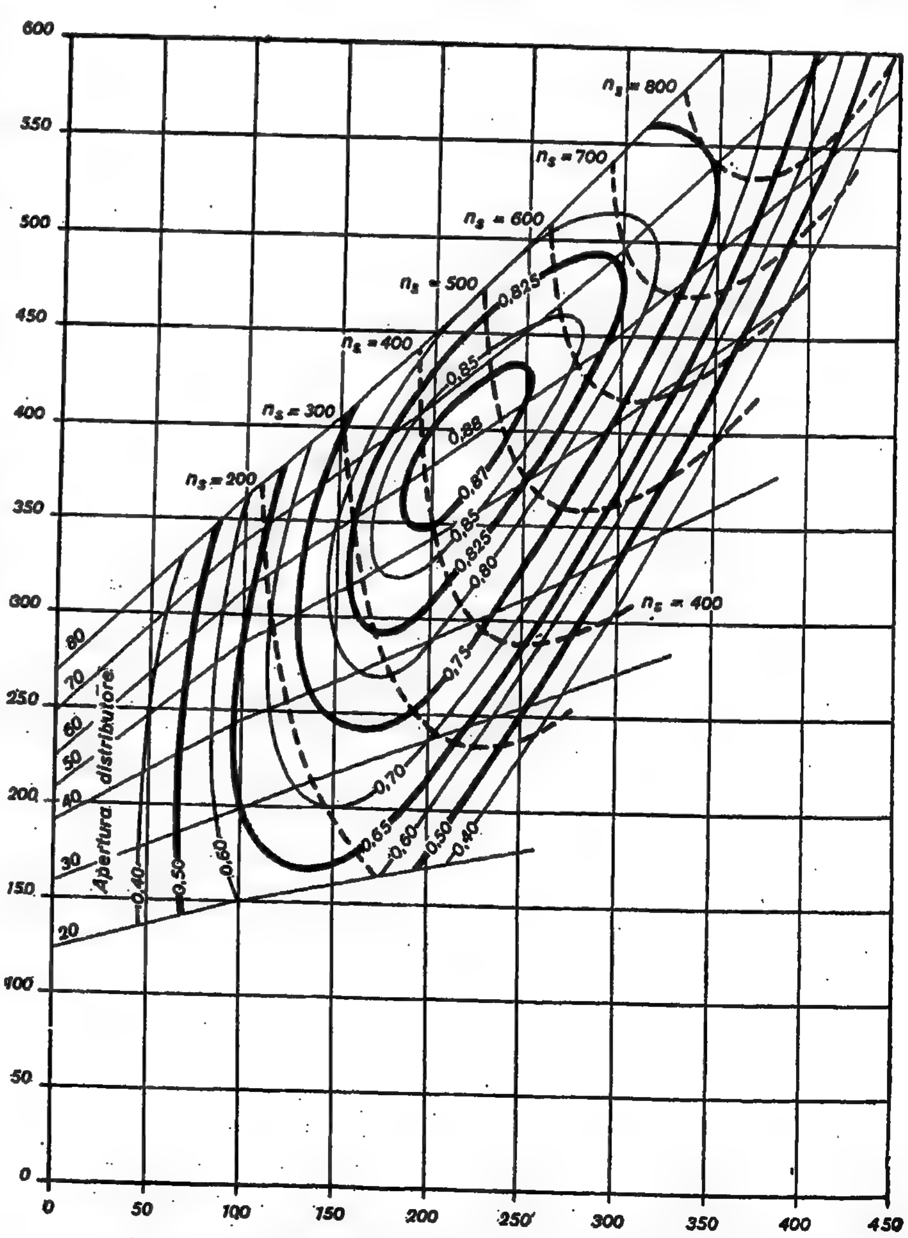


Fig. 3. - Diagramma generale della ruota ad elica « Ratti ».
(*Costruzioni Meccaniche Riva*).

(1) *L'Elettrotecnica*. 1925. Pag. 611. Ing. N. Ratti. « Le più recenti costruzioni di turbine idrauliche per basse cadute ».

regolare, senza dover troppo fare assegnamento sul ricupero del tubo aspirante.

La ruota ha il massimo momento rotore all'avviamento e in qualsiasi condizione di carico presenta regolarità assoluta di deflusso con completa assenza di rumori e vibrazioni.

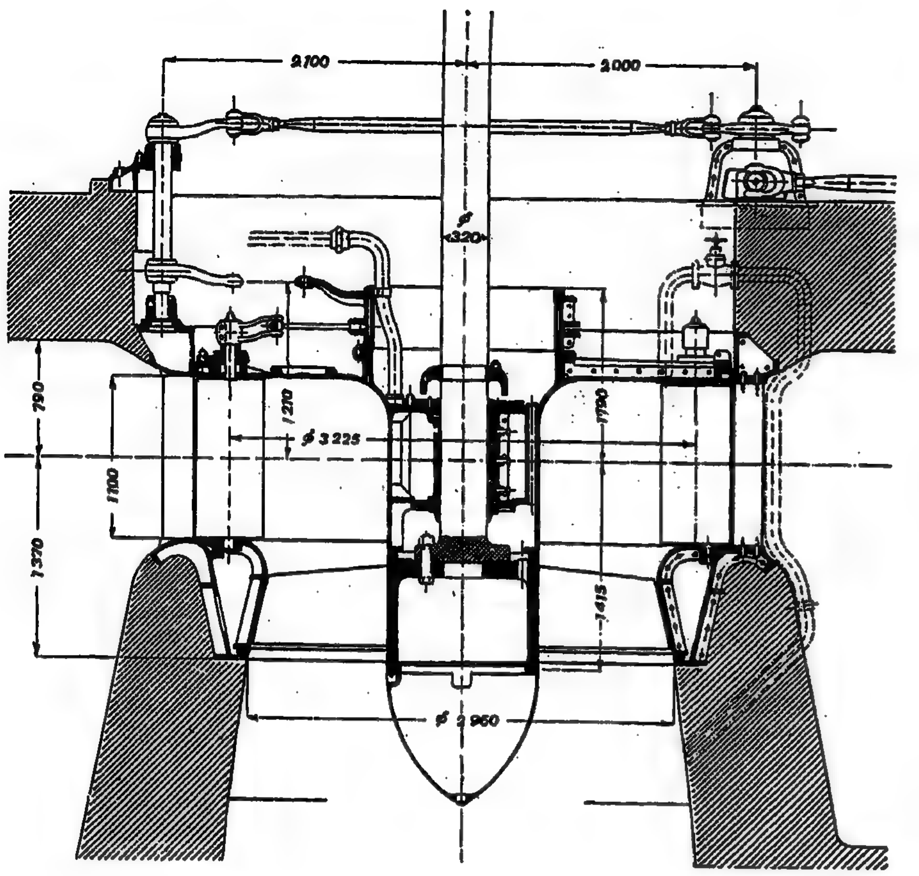


Fig. 4. - Sezione costruttiva della turbina dell'impianto di Pederobba. H = m 8,80, Q = 35.000 l/sec, N = 3480 HP, n = 157 giri. (*Costruzioni Meccaniche Riva*).

Le applicazioni eseguite hanno pienamente confermato questi risultati sperimentali e fra queste notevoli sono gli impianti del Consorzio di Medoaco (Q = 16 m³/sec., H = m 4.50; n = 156 giri corrispondenti a 550 giri specifici); di Tavagnasco (Q = 27 m³/sec, H = m 10.50, n = 167 giri corrispondenti a 510 giri specifici); di Pederobba (Q = 35 m³/sec, H = m 8.80, n = 157, corrispondenti a 600 giri specifici) (fig. 4-5).

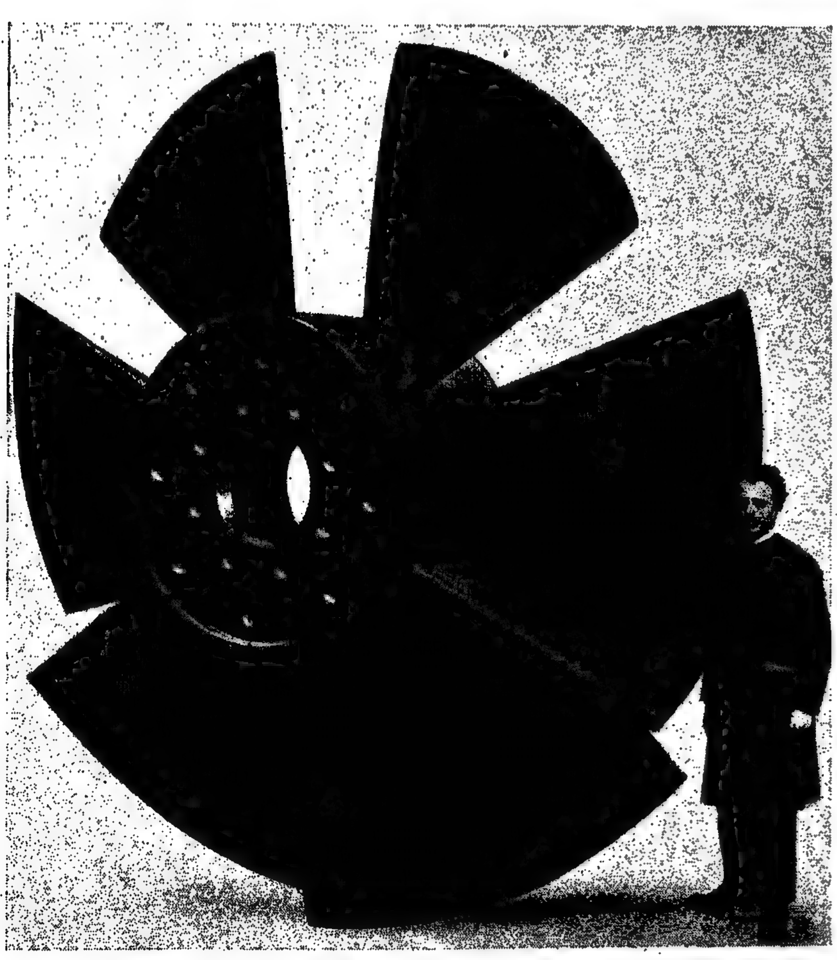


Fig. 5. - Ruota ad elica della turbina dell'impianto di Pederobba. H = m 8,80, Q = 35.000 l/sec, N = 3480 HP, n = 157 giri. (*Costruzioni Meccaniche Riva*).

Queste eliche si prestano molto convenientemente anche ad essere applicate in turbine esistenti, poichè la sostituzione della ruota non richiede in genere importanti modifiche alle altre parti della turbina.

Oltre al vantaggio di una maggiore velocità e potenza, le ruote ad elica consentono un funzionamento regolare e continuato anche con acque che trascinano grandi quantità di erbe, foglie, ecc., mentre in simili condizioni le ruote Francis si ostruivano, data la piccola luce libera tra le singole pale.

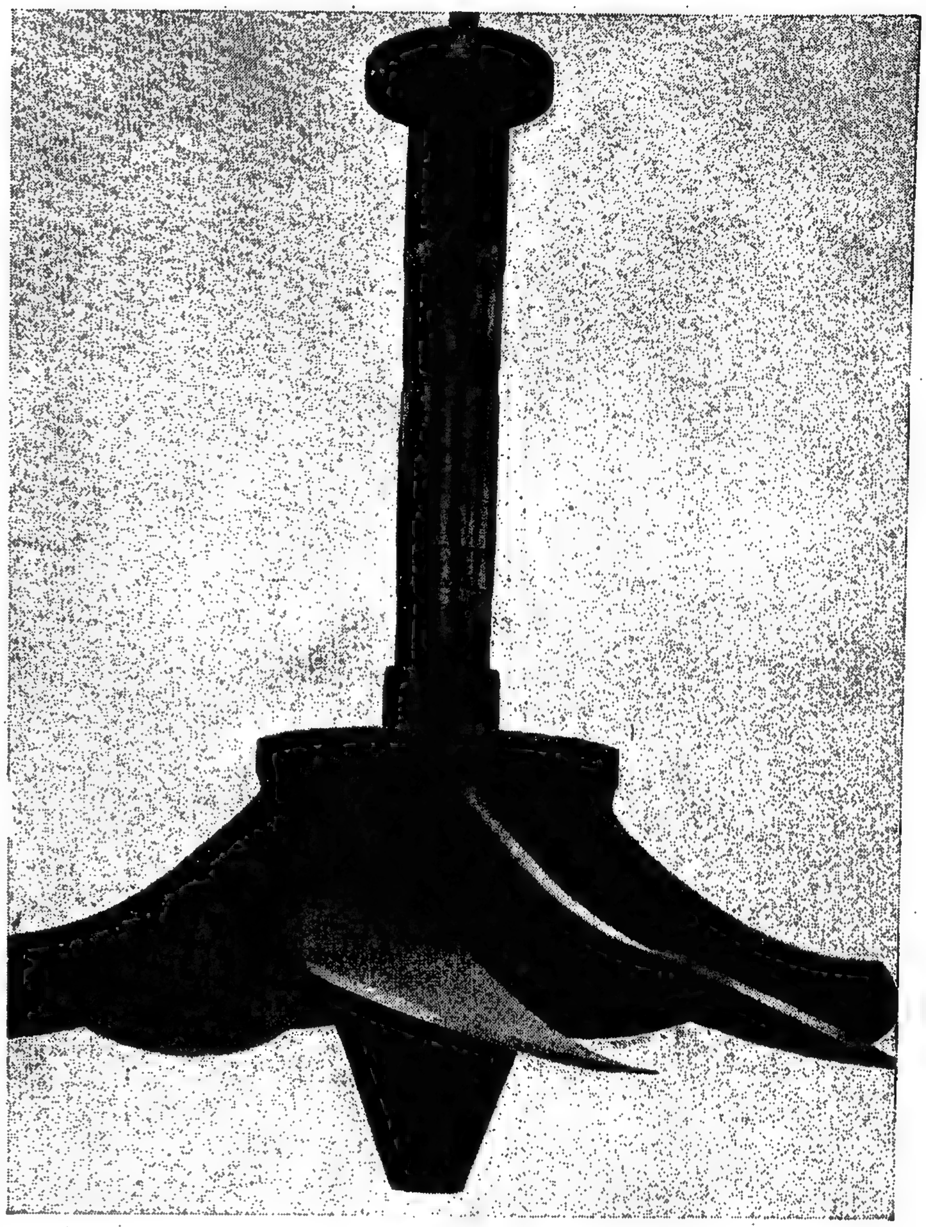


Fig. 6. - Ruota della turbina centrale di Mori. H = m 10,80, Q = 50.000 l/sec, N = 6320 HP, n = 150 giri. (*S. A. Franco Tosi*).

Qualche vecchio impianto viene oramai completamente trasformato con macchinario moderno: tra questi è da citarsi come più notevole quello di Trezzo sull'Adda, costruito nel 1904 con turbine Francis a due ruote a 105 giri, ad asse verticale, da 16.000 l/sec ognuna, per 8 metri di salto, che sono sostituite da turbine ad elica ad una sola ruota a 140 giri per 21.000 l/sec.

La più importante applicazione di turbine per basse cadute è rappresentata dall'impianto di Mori sull'Adige, costruito nel 1927-1928, che raccoglie i due tipi caratteristici di grandi unità ad asse verticale per basse cadute: turbine ad elica (3 gruppi installati dalla Franco Tosi (fig. 6) e turbine Kaplan (un gruppo fornito dalle Costruzioni Meccaniche Riva), potenza sviluppata ca. 6000 HP.

La caduta utilizzata varia da m 10,50 a m 7, la portata massima è di 50 m³/sec per ognuno dei quattro gruppi, i giri variano da 150 a 126.

La turbina Riva è provvista di dispositivo speciale per la regolazione delle pale della ruota Kaplan eseguibile anche durante la marcia della turbina.

TURBINE A REAZIONE IN CAMERA FORZATA PER MEDIE CADUTE.

La lunga tradizione e la perizia dei costruttori italiani in questo campo, nel quale sino a poco tempo addietro si contava il maggior numero di impianti, si è affermata anche nell'ultimo quinquennio con costruzioni caratteristiche di eccezionale importanza: le tre turbine per la centrale di Galleto, — unità ad asse verticale, ritenute le più potenti di Europa, — sviluppano cadauna la potenza di 50.000 HP su una sola ruota.

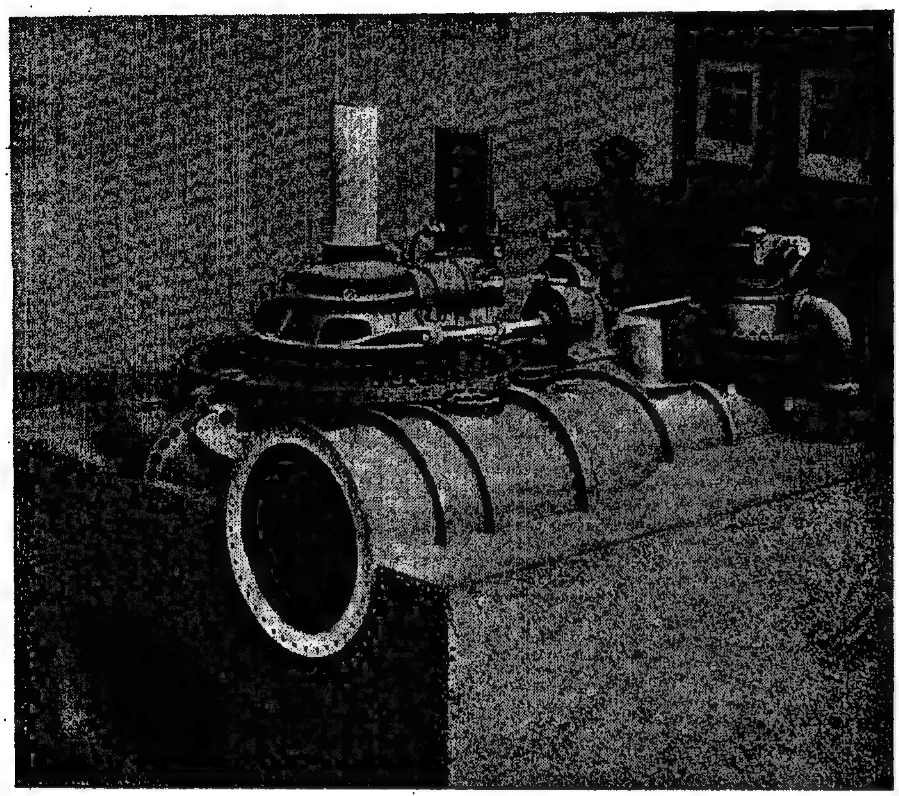


Fig. 7. - Turbina dell'impianto di Galleto (Terni).
Tre gruppi - $H = 197$ m, $Q = 22.500$ l/sec, $N = 50.000$ HP, $n = 375$ giri - (*S. A. De Pretto-Escher Wyss*).

Tali turbine (fig. 7) sono state costruite dalla Società De Pretto-Escher Wyss per un salto netto di 197 metri e una portata di 22.500 litri/1", velocità di 375 e 337 giri per minuto rispettivamente per le frequenze 50 e 45 periodi; la potenza corrispondente è di 50.000 e 49.600 HP. La camera a spirale è in acciaio fuso divisa in 4 parti; la ruota motrice ha il mozzo in acciaio fissato sull'albero e la corona in bronzo con anelli di protezione ricambiabili in acciaio al cromo; il distributore ha le palette mobili in acciaio al cromo. Il supporto di guida rivestito di metallo bianco lubrificato ad olio con raffreddamento ad acqua, montato il più vicino possibile alla ruota calettata a sbalzo, assicura la massima rigidità dell'albero.

Il regolatore di velocità a pressione d'olio, disposto nella galleria di servizio alla stessa altezza della turbina, comanda i due servomotori disposti sulla spirale direttamente collegati con l'anello di regolazione. Ogni turbina ha il proprio gruppo di pompaggio dell'olio mosso da motore elettrico. Lo scarico sincrono, applicato alla spirale, è comandato direttamente dal regolatore di velocità e può smaltire l'intera portata di pieno carico, sicchè in caso di brusca totale chiusura delle quattro turbine, alimentate da una delle condotte forzate, la soprapressione a cui questa soggiace si riduce a qualche percento.

Ogni turbina è munita di due valvole rotative del tipo brevettato De Pretto-Escher Wyss in acciaio fuso, del diametro di mm 1800, delle quali una è di riserva e si chiude solamente in caso di riparazione a quella di comando.

Le garanzie di rendimento delle turbine fornite dal costruttore sono le seguenti:

alla velocità di 337 giri:		*alla velocità di 375 giri:*	
49.600 HP,	rend. 85%	50.000 HP,	rend. 86%
37.200 »	» 86%	37.500 »	» 87%
24.800 »	» 81%	25.000 »	» 80%

Le cinque turbine da 45.000 HP cadauna dell'impianto dell'Isarco, anch'esse ad asse verticale, costruite dalla Società Riva, rappresentano pure, per l'accuratezza dello studio e finitezza di lavorazione, le ultime espressioni della tecnica.

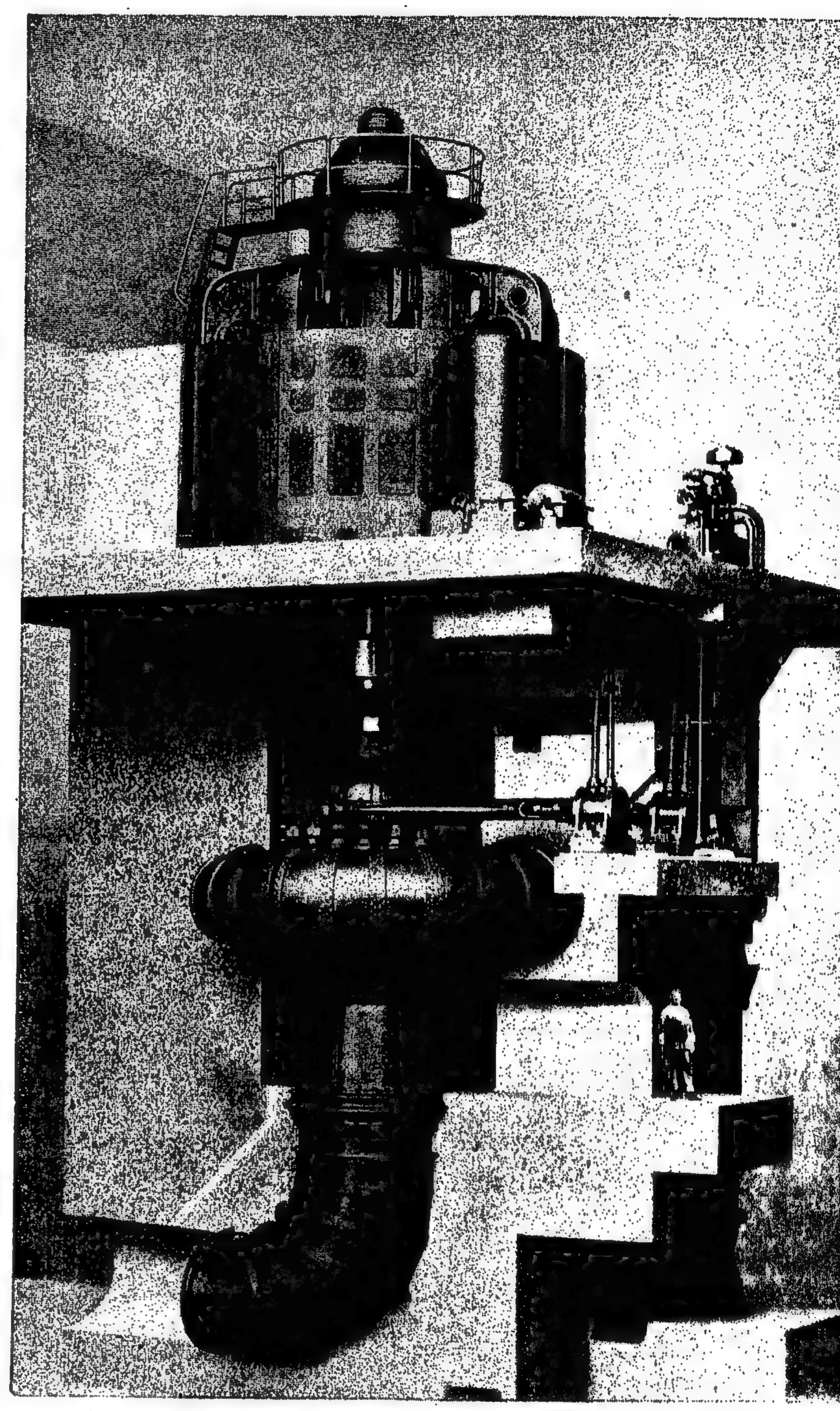


Fig. 8. - Turbina dell'impianto di Cardano (Isarco).
Cinque gruppi - $H = 155$ m, $Q = 25.000$ l/sec, $N = 45.000$ HP, $n = 252/300$ giri - (*Costruzioni Meccaniche Riva*).

Queste turbine (fig. 8) sono costruite per una caduta variabile da 150 a 160 metri, portata massima 25.000 litri /1" ciascuna, potenza sviluppata 45.000 HP effettivi, alla velocità di 300 oppure 252 giri.

La camera a spirale, con un imbocco di diametro uguale a 1900 mm, è costruita in lamiera di acciaio dolce, rinforzata da un anello centrale di acciaio fuso ad alta resistenza.

La ruota mobile, di bronzo, è fissata all'albero mediante giunto a flangia con bulloni calibrati. Il distributore è costituito da pale girevoli in acciaio fucinato; ogni pala è provvista di dispositivo per registrarne la posizione.

Il comando del distributore è effettuato con anello collettore centrale di acciaio, collegato alle singole pale mediante leve e biellette.

Il supporto di guida è incorporato in apposita incastellatura

con ampia base circolare, incastellatura che consente l'accesso agli organi di regolazione e di lubrificazione anche durante la marcia della turbina.

La piletta di sospensione applicata superiormente alla crociera degli alternatori, pure fornita dalla Società Riva, è del tipo « Michell » a blocchetti oscillanti.

Tale piletta calcolata per un carico normale di 200 tonn. venne dimensionata in modo da poter sopportare in via eccezionale anche una eventuale spinta idraulica di 100 tonnellate, in aggiunta al carico normale di servizio.

Queste turbine si dovettero studiare in modo da rendere facile per quanto possibile, le operazioni di manutenzione, essendo destinate a funzionare con acqua normalmente molto sabbiosa.

Il tubo aspirante nel tratto superiore è stato quindi previsto in due parti staccabili lateralmente, in modo cioè da consentire l'eventuale smontaggio della ruota dal basso, senza dover nulla toccare del gruppo. Così pure si potrà procedere dal basso al cambio delle pale del distributore e degli anelli di tenuta sia della ruota che dei coperchi.

Ogni turbina è provvista di apposita valvola di scarico sincrono (regolatore di pressione), nonchè di regolatore automatico del tipo a pressione costante, con accumulatore e cassa d'aria.

Naturalmente il regolatore è completato con tutti i dispositivi atti a corrispondere alle svariate esigenze di servizio di questo impianto di importanza straordinaria.

I rendimenti contrattuali garantiti dalla Società costruttrice colla caduta media di m 155 e quelli ottenuti alle prove di collaudo sono i seguenti:

	Rendimenti	
alla velocità di 252 *giri*:	*garantiti*	*ottenuti*
apertura 11/10 - 45.000 HP	0.865	0.86
apertura 8/8 - 41.150 HP	0.885	0.89
apertura 7/8	0.892	0.895
» 6/8	0.885	0.885
» 4/8	0.825	0.83
alla velocità di 300 *giri*:		
apertura 11/10 - 45.000 HP	0.875	0.91
apertura 8/8 - 41.150 HP	0.89	0.92
apertura 7/8	0.89	0.90
» 6/8	0.875	0.875
» 4/8	0.805	0.81

In questo stesso impianto sono poi installate altre tre turbine ad azione da 14.700 HP cadauna (di cui è cenno più avanti nell'apposito capitolo); cosicchè la potenza totale di oltre 270.000 HP rende questa grandiosa centrale italiana la più colossale di Europa.

Fra le altre costruzioni di tipo Francis per quanto con caratteristiche non di eccezionale importanza, si ricordano tra quelle della Società Riva:

le due turbine ad una sola ruota ad asse orizzontale da 25.300 HP cadauna con 196 metri di caduta, $n = 504/552$ dell'impianto di Crevola d'Ossola;

il completamento degli impianti della derivazione Piave-Santa Croce nel Veneto, con turbine doppie ad asse orizzontale, rispettivamente a 110 e 100 metri di caduta, della potenza di 24.000 HP cadauna, giri 420 nelle centrali di Fadalto e Nove (in totale 8 gruppi) e da 16.200 HP cadauna, giri 504 nella centrale di Caneva (3 gruppi);

l'impianto del III salto sul Pescara con due unità da 15.000 HP cadauna, con caduta $H = 49{,}80$ m e portata di 27.500 l/sec, giri 276, ad asse verticale;

l'impianto di Vobarno, con due gruppi da 11.600 HP cadauno, caduta metri 103, giri 420/500, pure ad asse verticale.

Fra le costruzioni della Società De Pretto-Escher Wyss:

le due turbine di Mezzocorona, nel Trentino, per caduta di 126 m, portata 16.500 l/sec, 24.000 HP cadauna, 315-375 giri, pure ad asse verticale;

inoltre le due turbine dell'impianto Moline sul Cismon, per caduta di 141 m, portata 7000 l/sec, potenza 11.200 HP cadauna, giri 420÷500, di tipo analogo alle precedenti.

Fra le costruzioni della Franco Tosi:

le due turbine da 17.000 HP cadauna della centrale Aniene, caduta m 157, portata 10.000 l/sec, giri 540-552 ed infine le tre turbine da 18.600 HP ciascuna della centrale di Suviana delle Ferrovie dello Stato Italiano, funzionanti sotto una caduta variabile da 55 a 83 metri, con giri 252-300.

TURBINE AD AZIONE PER ALTE CADUTE.

Come già si è osservato, questa categoria ha assorbito, nel quinquennio, la più gran parte della potenza complessiva utilizzata, e pure notevole è l'aumento raggiunto nelle potenze unitarie.

Nel 1925 sono state costruite dalla Riva le turbine di Cadarese, 2 unità da 30.000 HP ciascuna, caduta 440 metri, giri 420, a due ruote, con due ugelli ciascuna ruota, e la terza turbina di Mese, 35.000 HP, caduta 740 metri, giri 420-500.

Nel 1926 la De Pretto-Escher Wyss costruì le prime due turbine del Ponale (fig. 9). Tali turbine con una caduta media di m 542, sviluppano 30.000 HP a 504-600 giri.

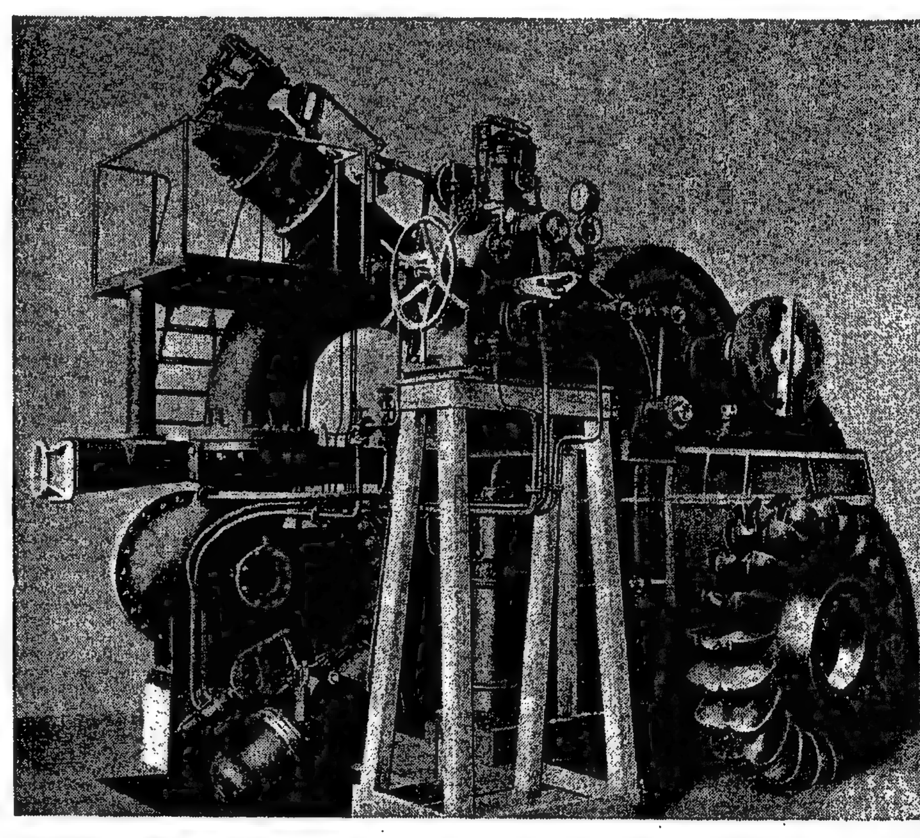


Fig. 9. - Turbina dell'impianto del Ponale.
Due gruppi - H media = 542 m, Q = 5190 l/sec, N = 30.000 HP, n = 504 giri - (*S. A. De Pretto-Escher Wyss*).

La particolarità di queste turbine è il piccolo rapporto $\frac{\text{diam. ruota}}{\text{diam. getto}}$, il quale permise di spingere la velocità oltre i limiti concessi dalle normali costruzioni precedenti. Le prove di collaudo confermarono il più brillante risultato, superando le garanzie e superando il 90 % nel vertice massimo della curva.

Un dispositivo speciale permette, in corso di esercizio, la esclusione di un ugello quando la potenza si riduce alla metà; la ripresa del secondo ugello viene fatta a comando, in seguito a segnalazione, quando il primo raggiunge la totale apertura; il personale toglie la disposizione di blocco e l'equilibratura dei due ugelli si compie automaticamente.

Nel 1927 la Soc. Tosi eseguì le turbine dell'Ampollino per gli impianti della Sila, 2 gruppi da 40.000 HP cadauno, caduta m 500, giri 540. Ogni turbina è costituita da due ruote, ciascuna alimentata da due distributori (fig. 10).

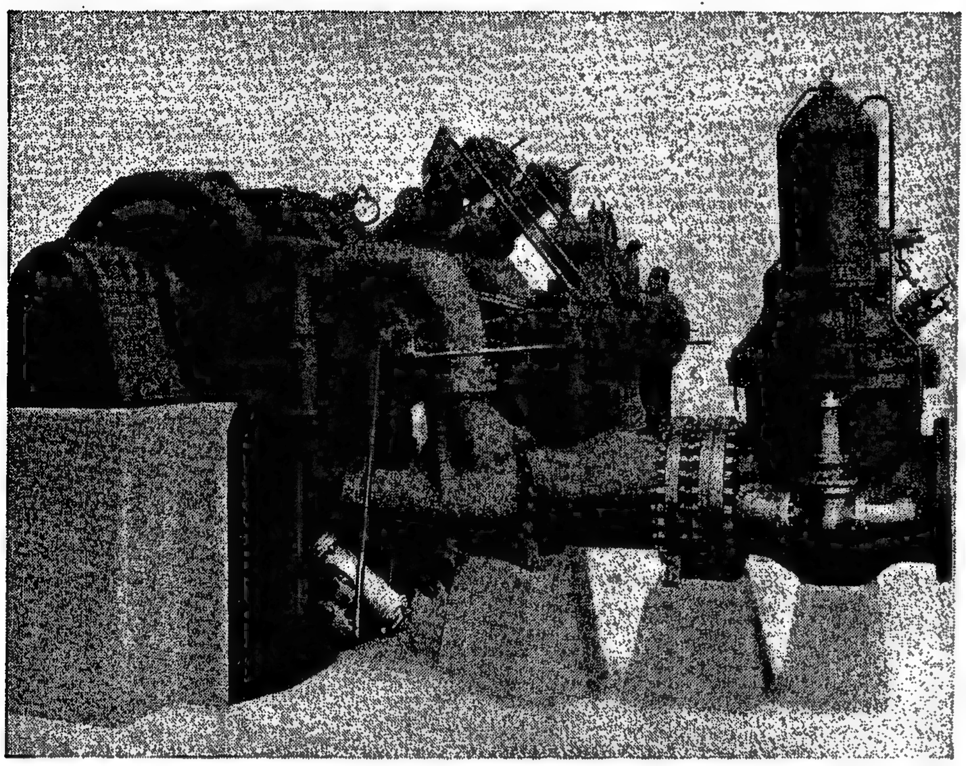


Fig. 10. - Turbina dell'impianto dell'Ampollino (Sila).
Due gruppi - $H = 500$ m, $Q = 6800$ l/sec, $N = 40.000$ HP.
$n = 540$ giri - (*S. A. Franco Tosi*).

Nella stessa Centrale è poi installato un altro gruppo da 20.000 HP pure fornito dalla Tosi nel 1928.

Nel 1928 infine venne affidata alla Società Riva la terza turbina del Ponale della potenza di 45.000 HP su una sola ruota, caduta 520 metri, giri 420-500, unità da annoverarsi fra le maggiori del mondo (fig. 11).

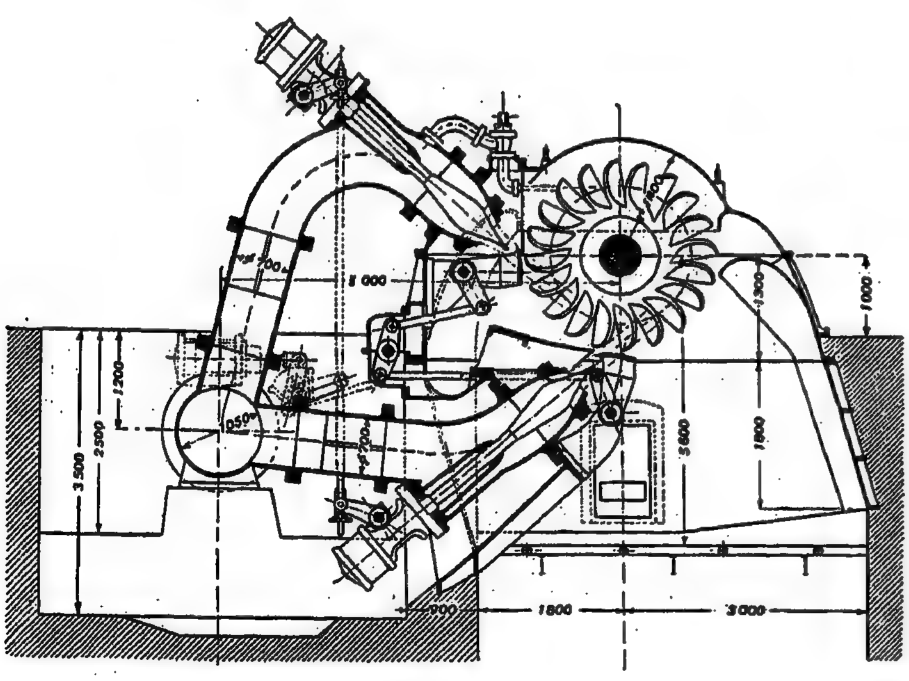


Fig. 11. - Schema costruttivo del III gruppo dell'impianto del Ponale.
$H = 520$ m, $Q = 8375$ l/sec, $N = 45.000$ HP, $n = 420/500$ giri.
(*Costruzioni Meccaniche Riva*).

Quest'ultima costruzione compendia le più moderne caratteristiche di questo tipo di macchine che, pur essendo così semplici nello schema, solo in questi ultimi anni, attraverso perfezionamenti sistematici, hanno raggiunto il più alto grado di efficienza.

Lo sfruttamento di cadute sempre maggiori, lo sforzo di ottenere velocità specifiche sempre più elevate, diminuendo il rapporto fra il diametro della ruota e quello del getto, la necessità di semplificare la costruzione e rendere sempre più economica la manutenzione, hanno imposto ai costruttori notevoli modificazioni alle costruzioni del passato.

Tutti gli elementi della macchina sono stati oggetto di nuovi studi e di accurate esperienze: i tubi introduttori, per evitare la formazione dei vortici; la forma delle pale dal punto di vista idraulico e meccanico; le ruote in un sol pezzo che si rendono indispensabili oltre determinati valori del rapporto fra diametro getto e diametro ruota; i deviatori, per la regolazione; la forma della cassa dalla quale pure in gran parte dipendono i rendimenti: tutto è stato esaminato e analizzato e tutto ha concorso a relizzare la moderna turbina ad azione che può superare ormai il 90% di rendimento e rende possibile le utilizzazioni nelle migliori condizioni di potenza, di velocità, di regolazione.

Fra gli impianti minori sono poi notevoli i seguenti, costruiti dalla Società Riva:

l'impianto di Sonico, con 5 turbine da 20.000 HP ciascuna, caduta m 420, giri 420-500, con una ruota a due getti;

l'impianto di Rosone, con 4 turbine da 20.000 HP cadauna ad un sol getto, caduta m 800, giri 500;

l'impianto di Cogolo con due turbine da 24.000 HP cadauna ad un sol getto, caduta m 725, giri 504-600;

l'impianto di Farneta, con 4 turbine da 12.600 HP cadauna, con due ruote e due getti, caduta m 330, giri 420-500 per due gruppi e 504-600 per gli altri.

Sono poi meritevoli di particolare menzione le turbine ad asse verticale da 14.700 HP ciascuna, installate nella centrale di Cardano sull'Isarco (di cui è cenno anche nel precedente capitolo relativo alle turbine Francis).

Due di tali turbine sono state costruite dalla Società De Pretto-Escher Wyss (fig. 12) ed una dalla Franco Tosi. La caduta è di 152 metri, i giri sono 150.

Nelle turbine Escher Wyss le ruote sono alimentate da quattro getti, tre comandati simultaneamente dal regolarore, il quarto indipendente comandato a mano. La messa in marcia si effettua con l'ugello indipendente; raggiunta la pressione sufficiente dell'olio per i servomotori, entrano in funzione automaticamente i tre getti comandati dal regolatore. A questo punto il 4° getto può essere chiuso, ma può anche essere collegato con gli altri a volontà.

Nella turbina Tosi si hanno invece 5 getti sulla stessa ruota.

Cavitazione.

Essendo poco numerosi in Italia gli impianti per basse cadute con ruote velocissime, il fenomeno della cavitazione non ha dato occasione a frequenti od importanti constatazioni; sono tuttavia interessanti i seguenti casi.

Sulle turbine installate nel 1912 nel secondo impianto di Paderno (6 unità da 7000 HP ciascuna, caduta 37 metri) si riscontrò, dopo un periodo di funzionamento relativamente breve, un forte logoramento all'uscita delle ruote costruite con pale in lamiera stampata.

La natura di queste strane corrosioni non riuscì molto chiara e si eseguirono quindi studi e tentativi per rimediare all'inconveniente, constatandosi che, applicando mediante viti o saldatura delle piastre di bronzo nelle zone ove si verificava il logoramento, questo più non si manifestava, lasciando pertanto supporre che la causa fosse di natura piuttosto chimica anzichè solo idraulica.

In qualche impianto, come ad esempio nel Basso Liri (turbine doppie da 5000 HP, $H = 15$ m ad asse orizzontale con ruote tipo americano ultra veloce, n_s circa 400 e forte aspirazione), è bastato sostituire le ruote di ghisa con altre di bronzo, per eliminare l'effetto della rapida corrosione derivante dalla cavitazione.

In un altro impianto di turbina con ruote ad elica si determinò in pochi mesi di funzionamento, una grave corrosione

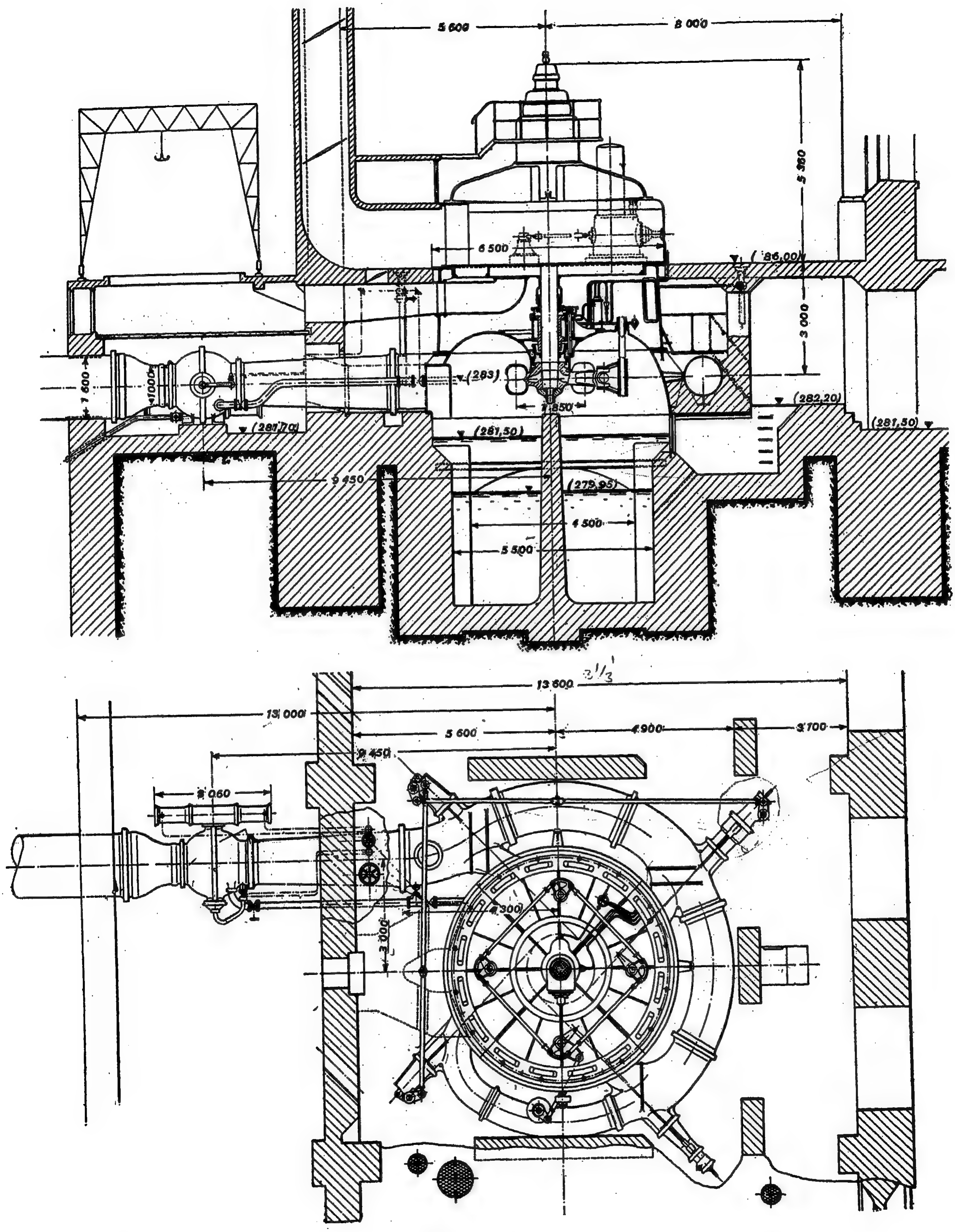


Fig. 12. - Insieme costruttivo della turbina dell'impianto di Cardano (Isarco). - Servizio trazione - Due gruppi.
$H = 152$ m, $Q = 9600$ l/sec, $N = 14.700$ HP, $n = 250$ giri (*S. A. De Pretto-Escher Wyss*).

specialmente alla periferia delle pale, ciò che secondo gli studi fatti appunto sul fenomeno della cavitazione (1) dimostrava che la forma delle pale doveva essere modificata.

Si pensò quindi di sviluppare maggiormente la pala per quanto possibile e di appiattirne il profilo, distribuendo su tutta la lunghezza la convessità dapprima concentrata all'inizio: queste modifiche sono rappresentate dalla fig. 13.

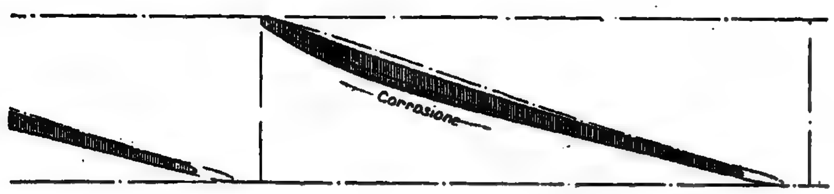


Fig. 13. - Modifiche alla forma delle pale per eliminare le conseguenze della cavitazione - (*S. A. Alessandro Calzoni*).

Le nuove ruote così costruite raggiunsero pienamente lo scopo e funzionano oramai da parecchio tempo senza presentare indizi di corrosione, pur trovandosi in difficili condizioni di caduta e di aspirazione.

Il fenomeno della cavitazione è in ogni modo ancora oggetto di indagini e di diligenti studi ed esperienze da parte dei tecnici italiani, allo scopo di riuscire ad assicurare un sempre migliore comportamento delle turbine per basse cadute colle alte velocità richieste nei moderni impianti.

Pure sulle turbine ad azione si sono verificati fenomeni di corrosioni caratteristiche, alcuni evidentemente dipendenti da usura meccanica, altri che presentano caratteri analoghi a quelli che si osservano nelle turbine a reazione: le corrosioni si producono specialmente sulle spine, sui bocchelli e sulle pale. Con la variazione dei profili, la scelta dei materiali e le accurate esperienze, si studia di eliminare le cause e di ridurre gli effetti di questi fenomeni, per assicurare la massima durata di esercizio e la più economica manutenzione.

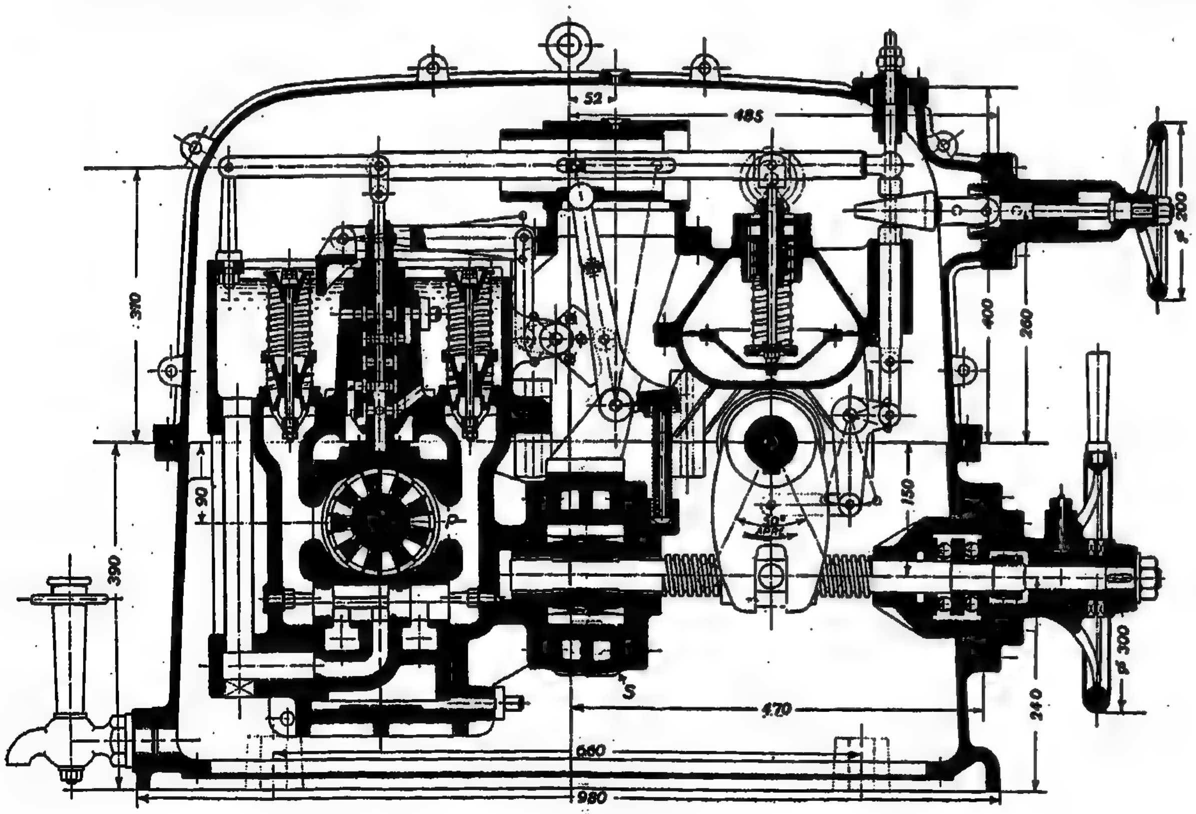


Fig. 14. - Regolatore autocompensato con servomotore rotativo. (*S. A. Alessandro Calzoni*).

REGOLAZIONE DELLE TURBINE.

Il proporzionamento automatico della potenza resa al carico assorbito, a velocità costante, è un problema che può attualmente considerarsi risolto in modo da soddisfare ogni esigenza di esercizio dei gruppi idroelettrici.

La maggior parte dei regolatori di velocità deriva ancor oggi dal tipo fondamentale che l'Ing. Ratti, delle Costruzioni Meccaniche Riva di Milano, ideò nel 1900, e cioè i moderni regolatori sono ancora di tipo automatico con servomotore a pressione d'olio, la cui distribuzione è controllata da un pendolo a forza centrifuga.

Soltanto per le grandi unità, che richiederebbero il servizio continuativo di pompe d'olio di notevole potenza, il problema è risolto attualmente da quasi tutti i moderni costruttori con i regolatori a pressione costante con accumulatore dell'olio alimentato indipendentemente da un gruppo compressore.

Un tipo di regolatore automono basato su un nuovo concetto è stato sperimentato dalla Società Alessandro Calzoni di Bologna, che ha creato un apparecchio autocompensato con pompa a portata variabile, realizzando una regolazione tanto più rapida quanto maggiore è lo scarto di carico che determina la variazione di velocità.

In tale regolatore (fig. 14) il pendolo a forza centrifuga è sostituito da un dispositivo a pressione d'olio di uguale sensibilità; inoltre ha il servomotore di tipo rotativo che trasmette lo sforzo alla turbina a mezzo di una vite e la irreversibilità di tale comando consente di far funzionare la pompa a vuoto, con minimo assorbimento di forza, per tutto il tempo in cui non vi sono variazioni di carico del gruppo.

La moderna tendenza di rendere sempre più sensibile l'organo che comanda la distribuzione del regolatore ha indotto i costruttori, oltre a perfezionare maggiormente i pendoli a forza centrifuga, a sussidiarli anche di dispositivi influenzati dalla accelerazione del movimento quale primo effetto della variazione di carico nei gruppi turbine-generatori.

Oltre agli apparecchi ausiliari ai regolatori per consentirne il comando a distanza, limitare o ripartire a volontà il carico, impedire che la macchina assuma velocità pericolose in caso di mancato funzionamento del pendolo — fare servizio a due o più frequenze — è degno di nota particolare un nuovo apparecchio per la regolazione di livello, applicabile non soltanto quando il galleggiante di controllo può essere installato in prossimità del regolatore, ma anche quando la distanza fra galleggiante e regolatore è notevole.

Un interessante dispositivo elettrico, copiatore di movimenti (brevetto italiano Pirazzoli) molto semplice e con coppia motrice energica ha avuto in questo campo riuscite applicazioni.

Colla riduzione del tempo di manovra dell'otturatore delle turbine a mezzo dei moderni rapidissimi regolatori si riesce talvolta ad eliminare le masse volanti ausiliarie, sebbene i generatori elettrici di moderna costruzione abbiano nei loro organi rotanti un GD^2 molto limitato.

Per tale ragione, nei gruppi ad elevato numero di giri, il volante si rende spesso indispensabile allo scopo di contenere gli scarti di velocità in limiti tollerabili.

Il grado di staticità dei moderni regolatori di costruzione italiana è generalmente regolabile a piacere e perfezionamenti sono stati introdotti nei dispositivi di compensazione automatica della staticità.

CENTRALI AUTOMATICHE.

La ricerca dell'economia nelle spese di esercizio degli impianti elettrici ha indotto i costruttori a perfezionare i dispositivi atti a sostituire il personale di manovra delle macchine, ed i progressi realizzati in Italia anche in questo campo consentono adesso di

(1) Cfr.: BÜCHI: «La cavitazione nelle turbine idrauliche». *L'Energia Elettrica*, 1919, fasc. XII.

risolvere in modo soddisfacente questo importante problema.

La massima parte dei dispositivi interessa i costruttori di macchinari e materiali elettrici ma anche per la parte idraulica, occorrono apparecchi speciali ed i comandi a pressione d'olio, opportunamente combinati con relais elettrici, ben si prestano a risolvere i problemi delle manovre delle valvole e dei regolatori.

Per le valvole di isolamento il tipo brevettato Larner-Johnson, che la Società Riva costruisce correntemente anche in Italia, è il più adatto nelle centrali automatiche o comandate a distanza, non richiedendo la equilibratura delle pressioni col by-pass.

I regolatori delle turbine, o con motorini elettrici o con piccoli servomotori ad olio (specialmente adatti quelli di tipo rotativo il cui tempestivo intervento è regolato da relais elettrici), eseguiscono le manovre di apertura, chiusura e regolazione di carico della turbina, asservita generalmente ad un controllo a galleggiante.

Nelle centrali asincrone automatiche lo schema risulta della massima semplicità, mentre in quelle con alternatori sincroni sono indispensabili dispositivi automatici di messa in parallelo che tuttavia hanno oggi raggiunto una notevole praticità e sicurezza di funzionamento.

Fra i dispositivi di autosincronizzazione meglio rispondenti allo scopo, sono da citare il « Ricercatore di sincronismo » ed il « Selettore di sincronismo » brevetto Sartori-Calzoni, applicati dalla Società Riva in diversi impianti, nei quali tali apparecchi hanno dimostrato di assolvere regolarmente al compito di portare rapidamente in sincronismo il gruppo turbina-alternatore e successivamente chiudere l'interruttore nell'istante esatto in cui può farsi il parallelo (fig. 15).

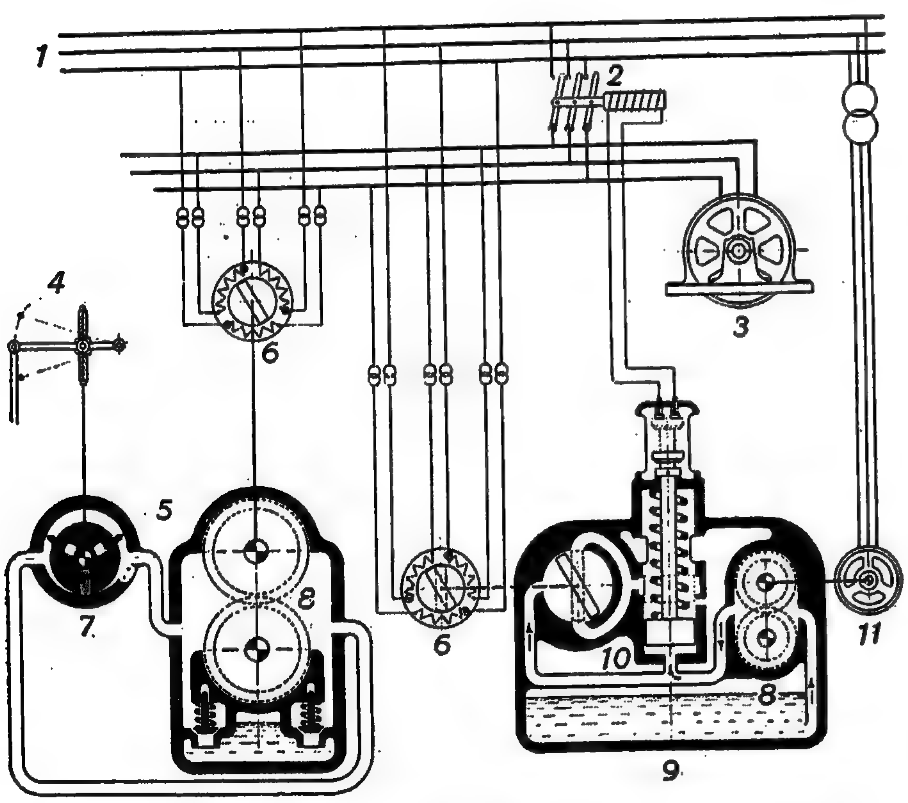


Fig. 15. - Schema di applicazione di selettore e ricercatore di sincronismo. - (*S. A. Alessandro Calzoni*).

Colla apparecchiatura adottata dai migliori costruttori italiani possono essere aboliti i comandi a distanza con linee di fili piloti e la centrale si avvia e prende il carico che le compete semplicemente mettendo in tensione la sua linea principale mentre viceversa, mancando tensione, la centrale automaticamente si arresta.

Organi di chiusura e opere di presa.

Accessori di grande importanza negli impianti di turbine sono anche gli organi di sezionamento e di chiusura e le opere di presa. I primi in passato erano costituiti dalle solite saracinesche od anche dalle semplici valvole a farfalla per le cadute limitate.

In molti casi invece vengono ora applicate valvole di diversi modelli eseguite dai vari costruttori: valvole rotative tipo De Pretto-Escher Wyss, valvole cilindro-sferiche Togni, valvole ad accostamento Riva, valvole Tosi, ecc. ed infine anche le classiche valvole cilindriche tipo Larner - Johnson, costruite in Italia dalla Società Riva.

Nelle opere di presa sono molto diffusi i comandi idrodinamici (brevetti Ing. Calzoni) che si prestano alle più svariate manovre nei serbatoi naturali o artificiali, nei canali aperti od in galleria, nelle derivazioni da fiumi, nelle camere di carico, ecc., e consentono con piena sicurezza anche l'esercizio di centrali completamente automatiche.

Il sistema idrodinamico, atto anche ai più grandi sforzi — essendo applicato anche a paratoie di sbarramento della luce di m 16,50, a paratoie cilindriche della luce di m 32, D° = m 3,50 — consente la centralizzazione dei comandi, potendosi colla trasmissione di olio in pressione superare, senza inconvenienti, distanze di qualche centinaio di metri, in modo che da un'unica cabina vengono eseguite e controllate a distanza tutte le manovre.

I servomotori ad olio possono sopportare temperature rigidissime fino a 30° sotto zero, funzionare anche sotto acqua, — non avendosi apparecchi delicati, come nei sistemi a comando elettrico — e si prestano inoltre a disposizioni ed applicazioni molto interessanti (brevettate) per corrispondere a speciali esigenze di servizio.

Si hanno poi anche applicazioni di paratoie automatiche, come ad esempio quella dello scaricatore di superficie di Fontanaluccia negli Appennini emiliani, che ha lo scopo di mantenere costante il livello di un lago artificiale. Questa paratoia della luce di metri 15, alta m 5, è costituita da un cassone atto a essere riempito d'acqua così che il peso ne assicura la perfetta chiusura.

L'apertura è prodotta dalla spinta idrostatica di galleggiamento dell'acqua a monte quando, per effetto dell'innalzamento del livello del serbatoio oltre un limite prestabilito, la paratoia a cassone si vuota automaticamente alleggerendosi del peso dell'acqua contenuta.

Sala prove.

Data la ben nota difficoltà di stabilire con assoluta precisione, in base ai soli calcoli teorici, il comportamento dei singoli tipi di turbine che devono essere applicati nelle più svariate condizioni, da tempo le più accreditate Case si sono accinte a studiare accuratamente in apposite stazioni sperimentali le caratteristiche delle varie macchine e la disponibilità delle stazioni di prova ha poi messo in grado i costruttori di perfezionare sempre più i vari dettagli, di creare talvolta nuovi tipi caratteristici (sia di turbine che di pompe centrifughe) e di precisarne i limiti pratici di applicabilità; tali tipi, anche là ove riproducono concezioni già note, presentano su queste sensibili vantaggi di rendimento, di maggiore velocità, di minor costo ecc. tantochè si può affermare che, senza l'ausilio di queste prove, la tecnica idraulica non avrebbe certo potuto raggiungere l'attuale sviluppo.

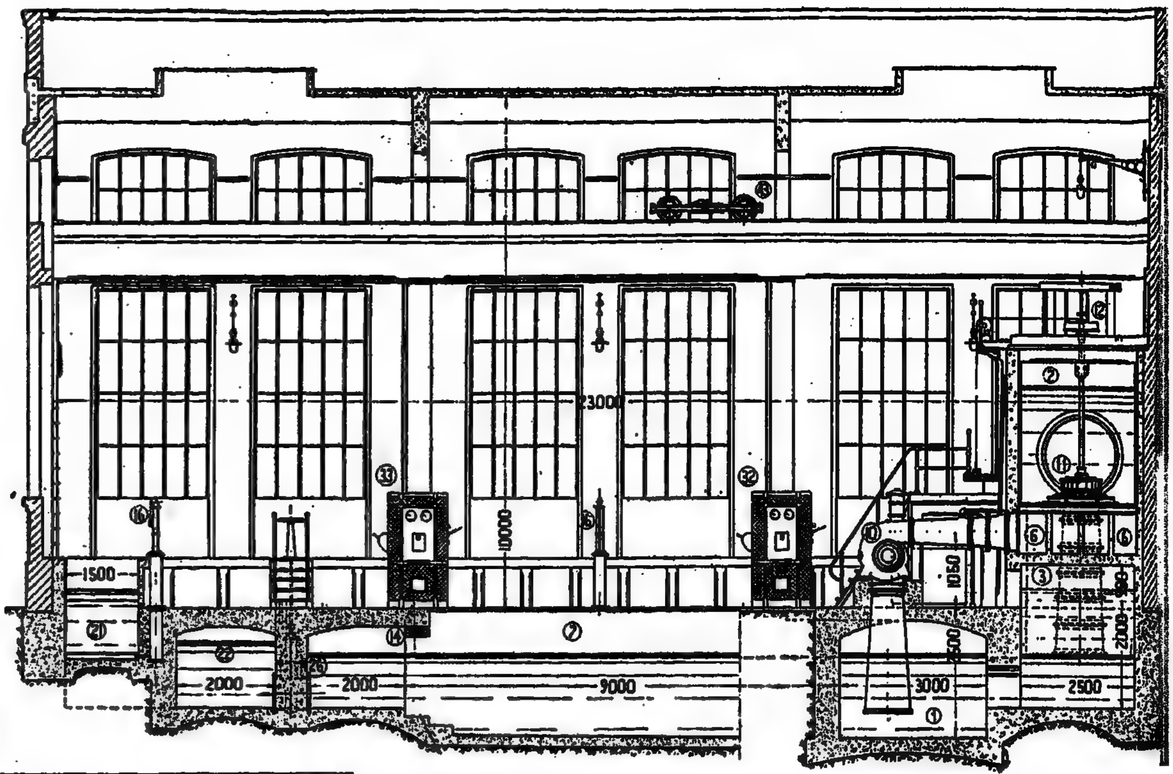
Siccome poi la costruzione delle moderne turbine di grandissima potenza (40.000-50.000 HP ed anche più) rappresenta sempre un grave rischio, i costruttori molto spesso predispongono modelli in scala ridotta, di queste unità, esperimentandoli nella Sala prove.

In tal modo essi sono in grado di stabilire attraverso diligenti studi, tentativi, modifiche, ecc. la forma e le dimensioni più appropriate dei diversi organi, variando ad esempio da un modello all'altro il diametro e il numero delle pale delle ruote, dando a queste pale un maggiore o minore sviluppo, modificando la posizione del distributore rispetto alla ruota, ecc.

Naturalmente l'effettuazione di questi studi e il mantenimento di questi Laboratori rappresentano oneri ingenti per i Costruttori ed è veramente spiacevole che la clientela in genere non apprezzi e non valuti l'entità di questi sacrifici, come ebbe giustamente a rilevare il Prof. Oesterlen nella chiusa di una sua interessante memoria (1) sui progressi nella costruzione delle turbine idrauliche.

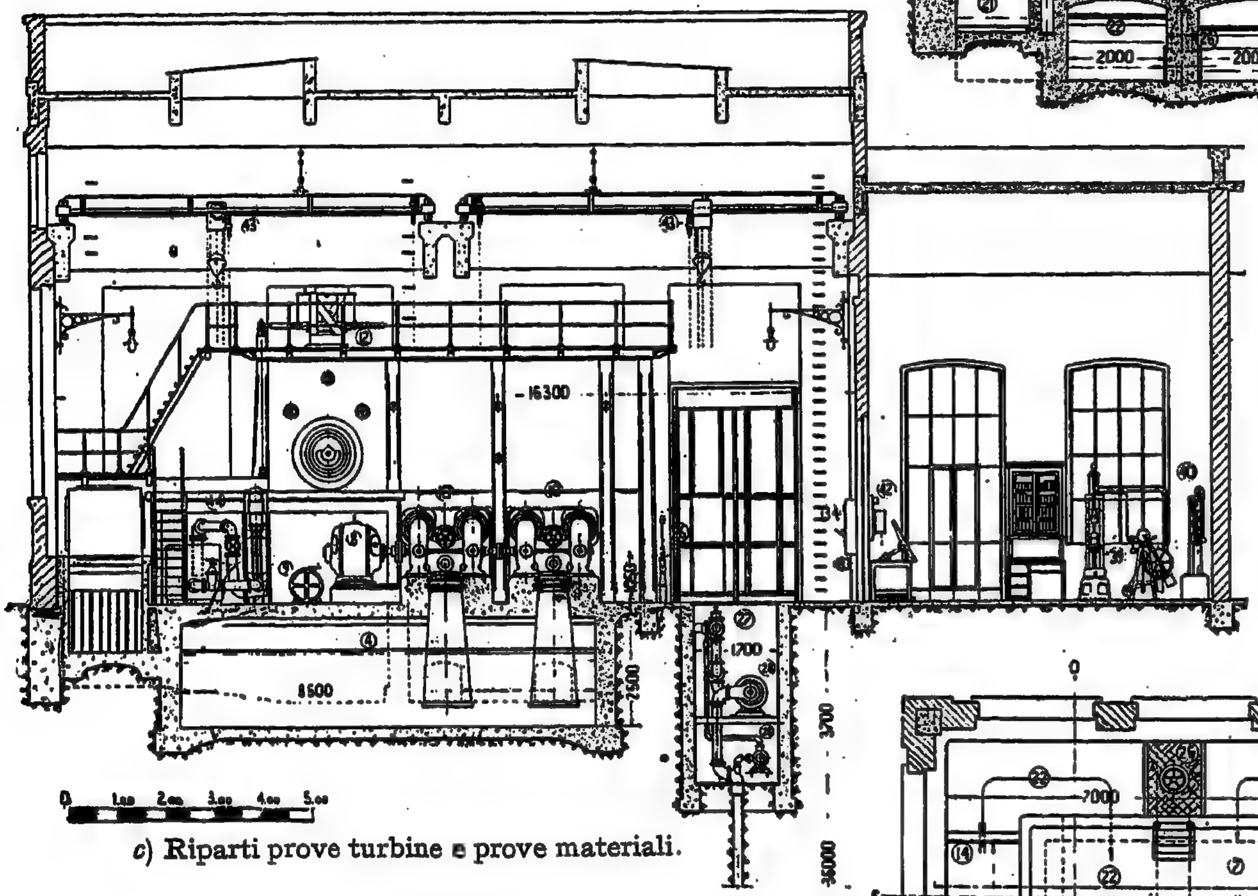
---

(1) « *Zeitschrift des Vereines Deutscher Ingenieure* » n. 48-50 anno 1928 - PROF. DR. ING. OESTERLEN, Hannover « Fortschritte im Bau von Wasserturbinen ».



a) Riparto prove turbine.

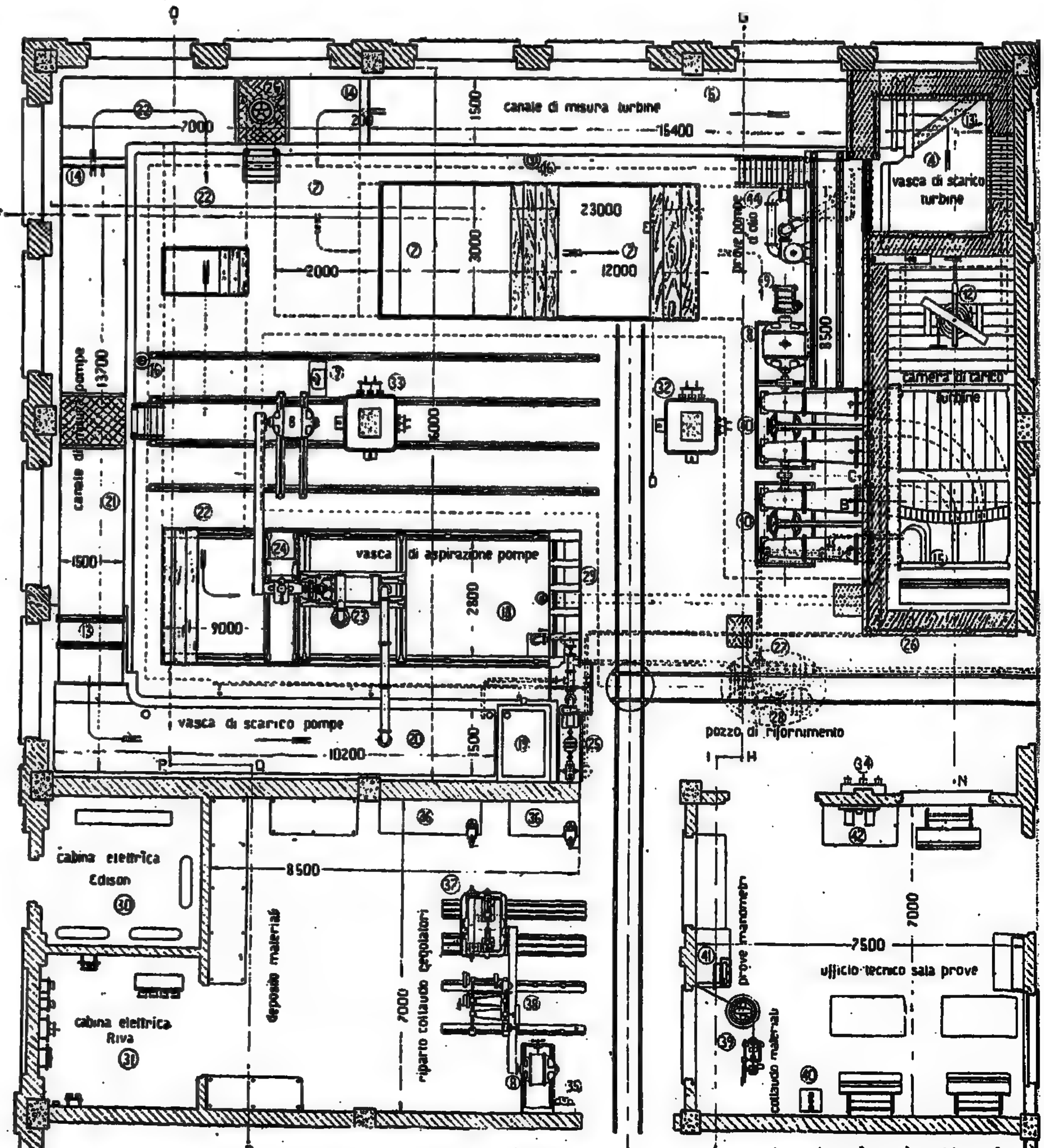
Fig. 16. - Sala Prove della Società Costruzioni Meccaniche Riva.



c) Riparti prove turbine e prove materiali.

LEGGENDA

1. Vasca d'aspirazione per il sollevamento di acqua per prove turbine.
2. Camera di carico per turbine di prova.
3. Vasca di ritorno dallo sfioratore.
4. Vasca di scarico turbine.
5. Canale di misura turbine.
6. Camera scarico pompe per prove turbine.
7. Canale di ritorno turbine.
8. Motori elettrici.
9. Reostati relativi
10. Batteria di pompe di alimentazione camera turbine.
11. Turbina in prova.
12. Freno dinamometrico.
13. Diaframmi smorzatori.
14. Soglia stramazzi Bazin e Cipolletti.
15. Sfioratore.
16. Indicatore automatico di livello.
17. Idrometri.
18. Vasca di aspirazione per prove pompe.
19. Vasca per misura di piccole portate.
20. Vasca scarico pompe.
21. Canale di misura pompe.
22. Canale di ritorno pompe.
23. Pompa in prova.
24. Dinamometro a torsione.
25. Pompa d'aria per adescamento.
26. Ejettore idraulico per l'adescamento.
27. Pompe per rifornimento d'acqua del sottosuolo
28. Gruppi moto-pompe di sollevamento d'acqua.
29. Scaricatore in fognatura.
30. Cabina elettrica Edison con trasformatori e quadri.
31. Cabina elettrica Riva con contatori e quadri.
32. Quadri di distribuzione reparto turbine.
33. Quadri di distribuzione reparto pompe.
34. Quadro di distribuzione per gruppo di rifornimento e adescamento.
35. Quadro di distribuzione per prove regolatori.
36. Banchi d'aggiustaggio.
37. Regolatore in prova.
38. Cavalletto per cambio velocità.
39. Macchina per prova di materiali (trazione, flessione, compressione).
40. Macchina per prova di materiali (urto).
41. Apparecchio collaudo manometri.
42. Apparecchi registratori d'energia elettrica.
43. Gru per sale prove.
44. Riparto prova pompe di circolazione d'olio.



b) Pianta generale.

La più importante stazione per prove di macchinario idraulico esistente in Italia è quella annessa alle officine delle Costruzioni Meccaniche Riva, creata da questa Società fino dal 1921 (figg. 16, *a*) *b*) *c*)), in sostituzione di altro più modesto impianto equipaggiato nel 1910.

La Sala prove Riva è una grandiosa moderna installazione, espressamente allestita allo scopo, con ampi laboratori e camere d'acqua, canali di arrivo e di scarico provvisti di stramazzi e di altri dispositivi di precisione per la misura delle portate fino a 1500 litri al secondo, di pompe per la circolazione dell'acqua, di pompe ad alta pressione per la prova delle turbine Francis e turbine Pelton, di freni per la misura delle potenze sviluppate, dinamometri per il controllo dell'energia assorbita, completa cioè di tutti gli apparecchi e strumenti scientifici atti a controllare il comportamento dei più svariati modelli sia di turbine, sia di pompe centrifughe, nonchè al collaudo delle pompe centrifughe di serie.

Dettagliate descrizioni di questa installazione sono state pubblicate dal Prof. Marzolo della R. Scuola d'Ingegneria di Padova (vedi *L'Energia Elettrica*, Milano, febbraio 1926 e *Industria Meccanica*, Milano, aprile 1926) nonchè dal Prof. John Freeman (vedi « Hydraulic Laboratory Practice » pubblicato da *The American Society of Mechanical Engineers*, New York, pag. 639).

COSTRUTTORI ITALIANI DI TURBINE IDRAULICHE
PRODUZIONE COMPLESSIVA PER L'ITALIA E PER L'ESTERO

DITTA	SEDE	Inizio costruzione turbine	Numero turbine	Potenza complessiva turbine al 31-12-1928
S. A. Costruzioni Meccaniche Riva	Milano	1885	3194	3.724.158 HP
S. A. Franco Tosi	Legnano	1913	470	1.379.228 »
S. A. San Giorgio	Sestri P.			
S. A. De Pretto-Escher Wyss	Schio	1893	1082	610.164 »
S. A. Alessandro Calzoni	Bologna	1867	2450	314.216 »
Soc. Italiana Ernesto Breda	Milano	1924	—	182.000 »
S. A. Ing. Moncalvi & C.	Pavia	1905	842	52.224 »
S. A. Officine Meccaniche e Fonderie Ing. Pietro Veraci	Firenze	1905	214	12.747 »
Costruttori vari	—	—	728	40.077 »
			Totale	6.314.814 HP

Pompe Centrifughe

Generalità.

Sulla costruzione delle pompe centrifughe in Italia non è stato particolarmente riferito alla Conferenza di Londra 1925.

Per mantenere però anche questa relazione nei limiti fissati, ricorderemo brevemente che da oltre venti anni le case italiane, nell'intento di provvedere ai molteplici bisogni del Paese per impianti di sollevamento d'acqua, dirigono le loro iniziative e i loro studi a perfezionare le caratteristiche delle pompe per sempre meglio corrispondere alle varie applicazioni ed esigenze.

Il problema del sollevamento d'acqua in Italia riguarda in prima linea i bisogni dell'agricoltura, e le applicazioni per gli usi agricoli hanno assunto in questi ultimi anni particolare importanza e sviluppo per l'attuazione della *Bonifica integrale*, voluta ed appoggiata dal Governo nazionale.

Bonifiche.

Gli impianti di bonifica — iniziati ancor prima della fine del secolo scorso per il prosciugamento dei terreni della vallata padana e affermatisi con l'impianto di Marozzo per la bonifica delle Gallare, dell'Isola di Ariano, di Cavazuccherina, di Sermide per la bonifica Reggiana Mantovana — acquistano sempre maggiore importanza ed estensione.

In seguito la macchina a vapore comincia ad essere sostituita dal motore Diesel che consente grande semplificazione di impianto e realizza anche — per il suo alto rendimento — una rilevante economia nel consumo di combustibile.

Ma contemporaneamente comincia a diffondersi nelle campagne la distribuzione dell'energia elettrica e ai costruttori si richiedono pompe di nuovi tipi ad alta velocità e a caratteristiche tali da evitare l'inconveniente del forte aumento di potenza assorbita a giri costanti per le basse prevalenze.

È noto che negli impianti di bonifica in Italia le prevalenze variano fortemente a seconda delle stagioni e delle condizioni di livello dei fiumi che devono ricevere le acque sollevate, — pertanto si è prospettato ai costruttori il problema di creare un nuovo tipo di pompa capace di funzionare alla massima velocità possibile e con minime variazioni della potenza assorbita alle diverse prevalenze da 0 fino al valore massimo dei singoli impianti (fig. 17).

Specialmente la Società Franco Tosi, ben nota anche per i suoi classici impianti idrovori a comando termico, e la Società Costruzioni Meccaniche Riva, da tempo specializzata esclusivamente nella costruzione del macchinario idraulico, intrapresero su vasta scala e con moderni concetti scientifici e sperimentali la costruzione delle pompe centrifughe per le moderne applicazioni e particolarmente per risolvere i problemi che richiedevano costruzioni di grande mole e di grande potenza.

Già nel 1915 la Società Riva installò la prima grande pompa da bonifica da 5÷7 metri cubi al secondo, direttamente accop-

piata a motore elettrico trifase a 42 periodi, 136 giri, la quale risolse brillantemente il problema realizzando alle prevalenze basse una diminuzione di carico e ciò in contrapposto all'aumento che si verificava invece coi tipi precedenti (vedere diagramma fig. 18).

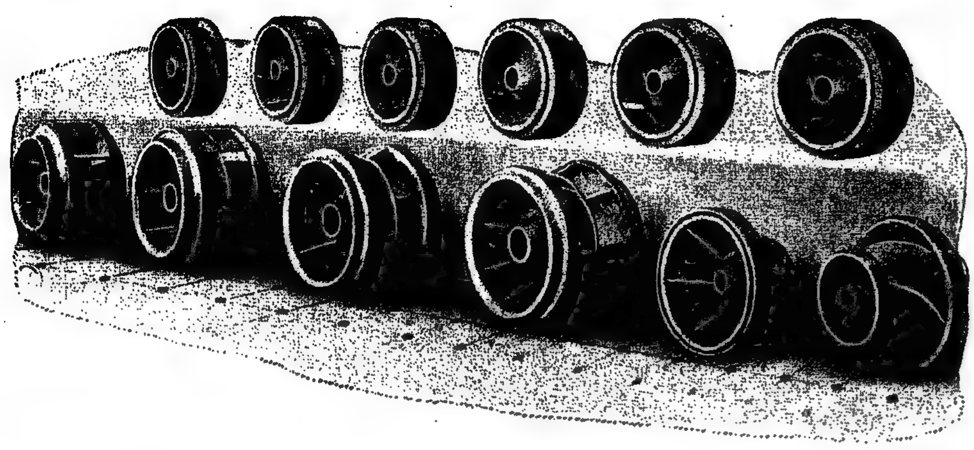


Fig. 17. - Serie di ruote di prova per pompe veloci da bonifica. (*Costruzioni Meccaniche Riva*).

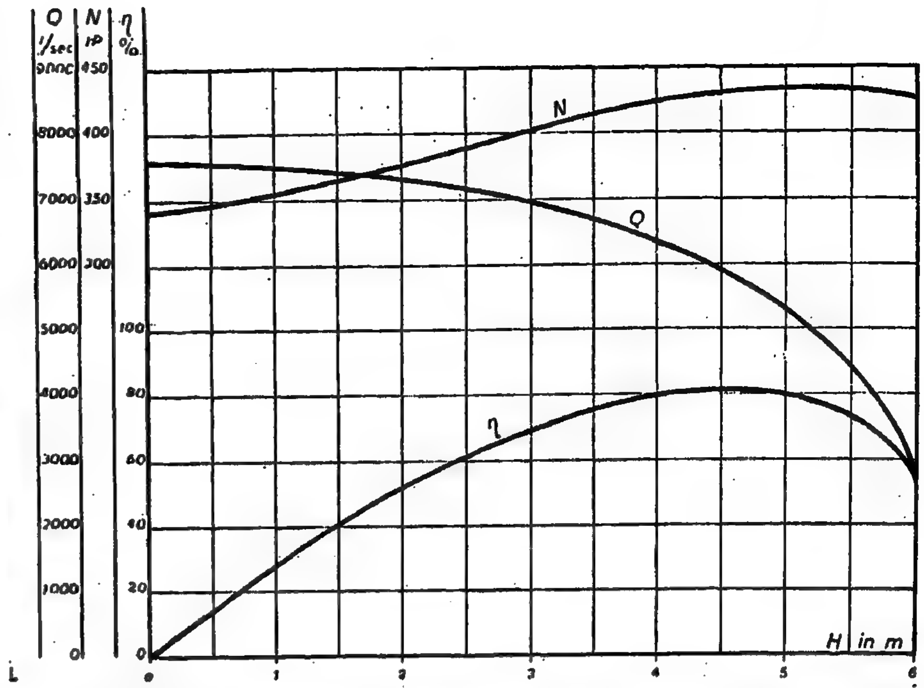


Fig. 18. - Diagramma di rendimento della pompa dell'impianto Ongaro Superiore - (*Costruzioni Meccaniche Riva*).

La Franco Tosi vanta pure impianti idrovori con pompe di notevoli dimensioni e di elevato rendimento, con disposizioni sempre più rispondenti alle crescenti esigenze.

In seguito, per le grandi centrali idrovore, si sono eseguite preferibilmente pompe ad asse verticale comandate da motori fissati ad un piano superiore o direttamente sistemati sui corpi di pompa, in modo da costituire con questi un unico complesso, con solo due supporti di guida e comune perno di sospensione.

La pompa da 6000 litri al secondo, installata nella grande centrale idrovora di Codigoro rappresenta la prima affermazione completamente originale di gruppo verticale di grande potenza e il comando elettrico di questa caratteristica unità, che utilizza l'energia delle grandi reti alimentate dalle centrali idroelettriche, fa pensare a un poderoso trasformatore idraulico rotativo nel quale la corrente elettrica ha soltanto funzione di organo di collegamento e di trasmissione di forza a distanza: l'acqua delle montagne è così utilizzata per l'azionamento delle pompe nelle bonifiche, per sollevare a sua volta l'acqua delle paludi, per ridonare all'agricoltura le vaste piane allagate.

Questo concetto di « Acqua che pompa acqua », che può essere il motto di un promettente avvenire, fecondo di benessere per il Paese, è stato appunto mirabilmente sintetizzato dall'Ing. Tommasini, Direttore dell'impianto di Codigoro, in due esametri dettati per il fregio della sala macchine:

Captiva procul unda cadit de montibus altis
Hinc undam ut mira virtute repellat ab agris.

Le unità verticali installate in seguito per il Consorzio Ongaro inferiore (fig. 19) sono specialmente interessanti per lo scarico a sifone, che ha reso possibile di eliminare le grandi valvole automatiche di ritegno nel caso di brusche interruzioni dei gruppi per mancanza di corrente. Con questa disposizione — brevettata — è sufficiente una valvola d'aria ad azionamento automatico, per impedire il ritorno dell'acqua.

Hanno poi fatto seguito impianti maggiori come quelli della Bonifica renana (fig. 20) con nove pompe Tosi da 8÷10 m³ al secondo per prevalenze da 1 a 4 metri e quelli della Parmigiana Moglia con tredici pompe Riva della stessa portata, ma per prevalenze variabili da 1 a 6 metri. Tra questi ultimi è degna di nota la centrale idrovora di S. Siro con otto unità (Riva), la quale è indubbiamente la più bella e grandiosa centrale di sollevamento d'Europa: in questo impianto il motore (sincrono a velocità costante di 105 giri per minuto primo) forma un complesso unico colla pompa, il rotore del motore e la ruota girante della pompa sono collegati da un albero rigido guidato su due soli supporti e sostenuto da un unico perno di sospensione (fig. 21).

Per migliorare il rendimento alle prevalenze minori le ruote di queste pompe sono costruite secondo il sistema brevettato (studiato dall'Ing. Novelli), con pale fisse per la prima tratta dall'ingresso fino a circa metà del tracciato e girevoli da questo punto fino all'esterno.

Con leggera rotazione della pala si consegue contemporaneamente una variazione del diametro esterno della ruota e una variazione dell'angolo e della sezione di uscita (fig. 22); questi tre elementi concorrono a spostare il punto di rendimento massimo della pompa alle diverse prevalenze.

I risultati delle rigorose prove di collaudo hanno dimostrato la praticità del sistema e la piena rispondenza alle previsioni del costruttore.

Nella centrale idrovora di Bondeno (Bologna) sono installati 5 gruppi di pompe doppie ad asse orizzontale, disposte completamente a sifone, con l'asse di rotazione a quota superiore anche al massimo livello di scarico (fig. 23).

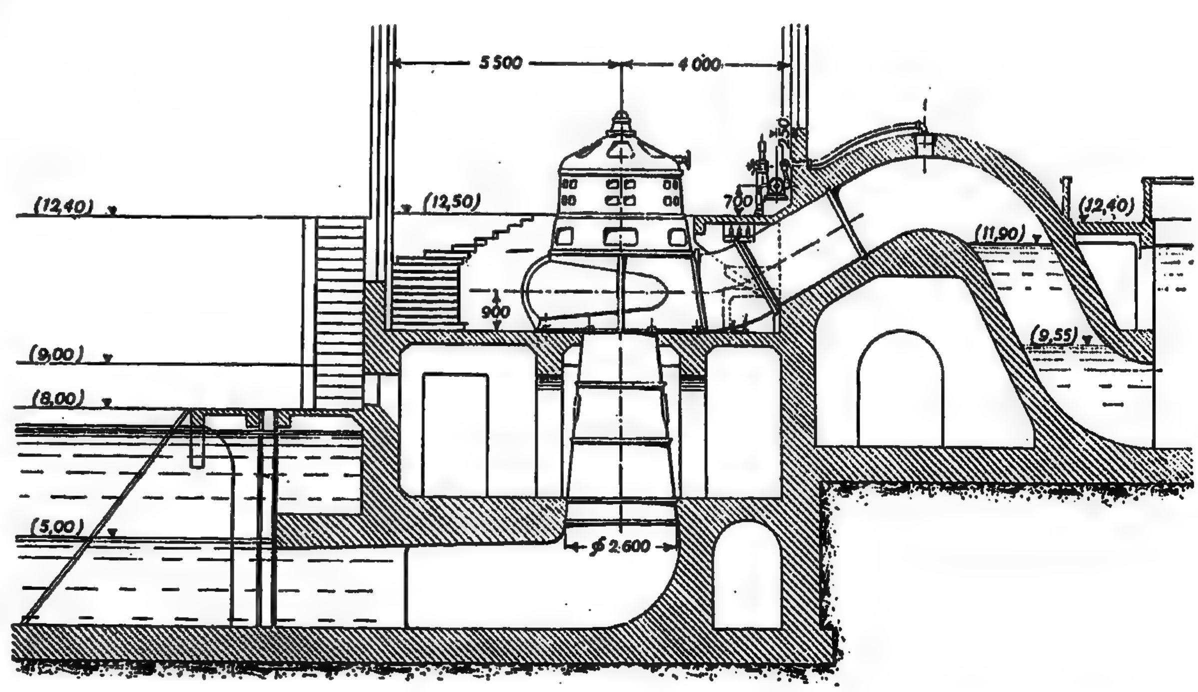


Fig. 19. - Impianto Ongaro Inferiore. Disposizione della pompa con scarico a sifone. Quattro gruppi - Portata 7000 l/sec, prevalenza 3 ÷ 5 metri - (*Costruzioni Meccaniche Riva*).

In questi impianti deve essere oggetto di particolare atten-

zione il dispositivo dell'adescamento, che viene effettuato con pompe d'aria di grande portata.

Per realizzare una buona condizione di rendimento a diverse prevalenze le pompe sono accoppiate a due motori con due diverse velocità: per le prevalenze alte (da m 2, a m 3,50) 180 giri, per le prevalenze basse (fino a m 2) 140 giri.

Anche con questo sistema si sono ottenuti notevoli vantaggi nei riguardi del rendimento, particolarmente per il fatto che il maggior numero di ore di funzionamento delle pompe si registra a prevalenze basse.



Fig. 20. - Bonifica renana - Impianto di Saiarino.
6 Pompe verticali da 8000 l/sec cadauna - (*S. A. Franco Tosi*).

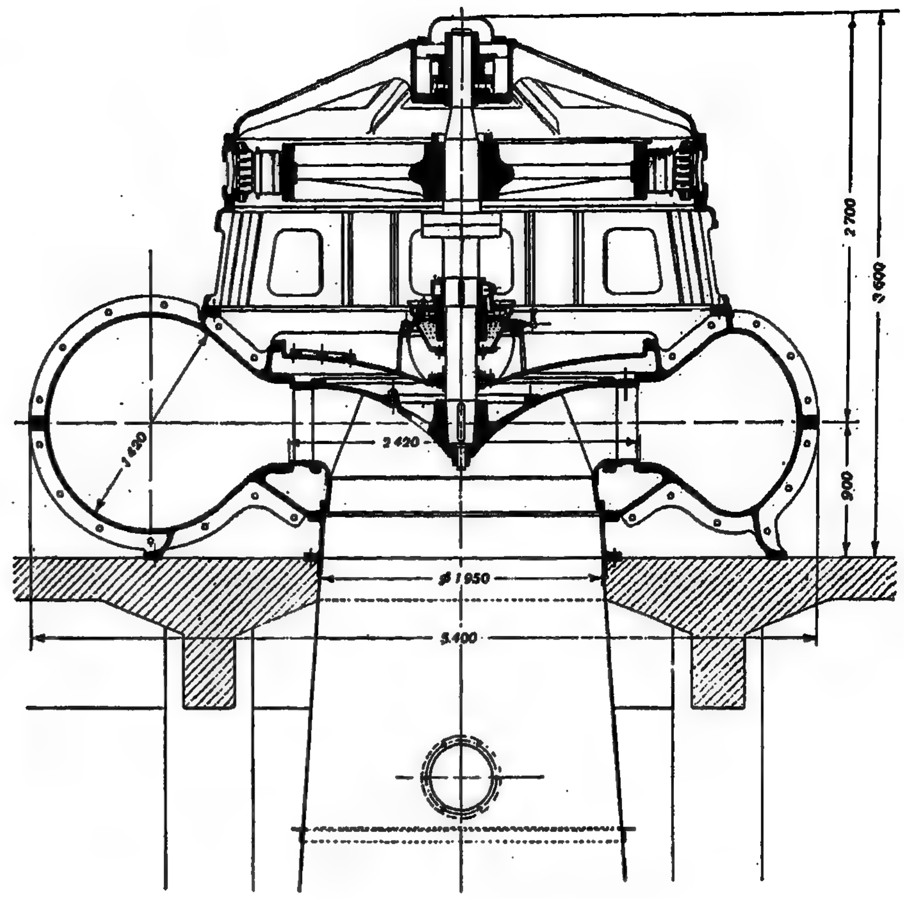


Fig. 21. - Bonifica Parmigiana Moglia.
Schema della pompa con motore - (*Costruzioni Meccaniche Riva*).

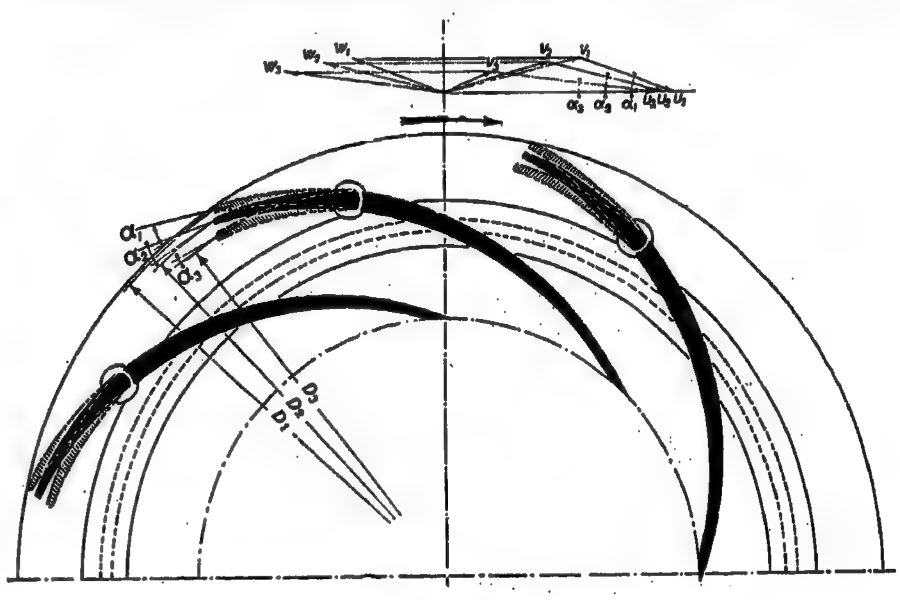


Fig. 22. - Bonifica Parmigiana Moglia.
Schema costruttivo delle ruote a pale parzialmente mobili.
(*Costruzioni Meccaniche Riva*)

Negli impianti di bonifica il rendimento dipende, oltre che dalla pompa, anche dal ricupero nelle tubazioni di mandata.

Il costruttore deve garantire il rendimento riferito alla prevalenza geodetica, cioè al dislivello fra pelo di arrivo e pelo di scarico. Nel rendimento delle pompe restano perciò comprese tutte le perdite nelle gallerie e nelle condotte che sono pertanto oggetto di studi speciali: nel citato impianto di Bondeno si è così raggiunto al collaudo un rendimento dell'83 %.

Notevoli infine sono gli impianti a comando misto con motori Diesel e motori elettrici: i gruppi termici costituiscono riserva in caso di mancanza d'energia o integrazione per provvedere all'esaurimento nei periodi di eccezionali precipitazioni (fig. 24).

In impianti di minore entità l'azionamento delle pompe avviene con trasmissione a cinghia o a mezzo di riduttori di velocità realizzando in qualche caso raggruppamenti caratteristici con un unico complesso motore-riduttore-pompa (fig. 25).

IRRIGAZIONI.

Le applicazioni di pompe per impianti di irrigazione danno attività a molti costruttori, dalle Case specializzate nelle costruzioni maggiori a quelli che si occupano solo di tipi minori di serie.

Le pompe piccole di serie trovano particolare impiego nelle piccole irrigazioni e negli impianti a pioggia, che vanno prendendo anche nel nostro Paese una grande diffusione.

Fra le maggiori centrali di sollevamento per irrigazioni si distingue per importanza e per interesse quella del Consorzio Irriguo di Villareggia (Piemonte).

L'impianto sorge a Mazzè Canavese sulla Dora Baltea, il sollevamento avviene per trasformazione diretta di energia idraulica con 4 gruppi turbina-pompa da 1200 HP cadauno (fig. 26).

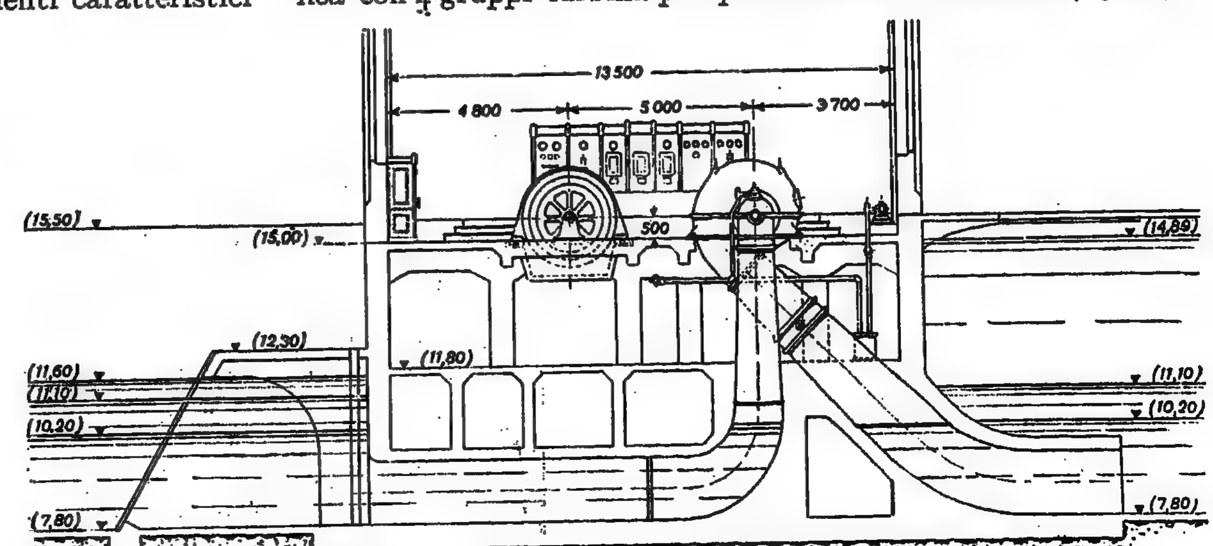


Fig. 23. - Impianto idrovoro di Bondeno - Disposizione delle pompe a sifone.
5 Gruppi doppi, ciascuno per portata di 5000 l/sec; prevalenza massima m 3,50.
(*Costruzioni Meccaniche Riva*).

La centrale è completata con altri due gruppi elettro-generatori che consentono l'utilizzazione del salto della Dora anche nella stagione non irrigua.

Nella stagione irrigua la portata della Dora, di circa 60 m^3/sec, sotto un salto di m 5,50, viene sfruttata per sollevare alla prevalenza di metri 60 un volume d'acqua di 3600 l/sec. Questa trasformazione idraulica si realizza coll'elevatissimo rendimento globale del 65 %.

Le paratoie per lo sbarramento del fiume, le turbine e le pompe, sono dovute alla collaborazione delle Società Calzoni di Bologna e Costruzioni Meccaniche Riva di Milano.

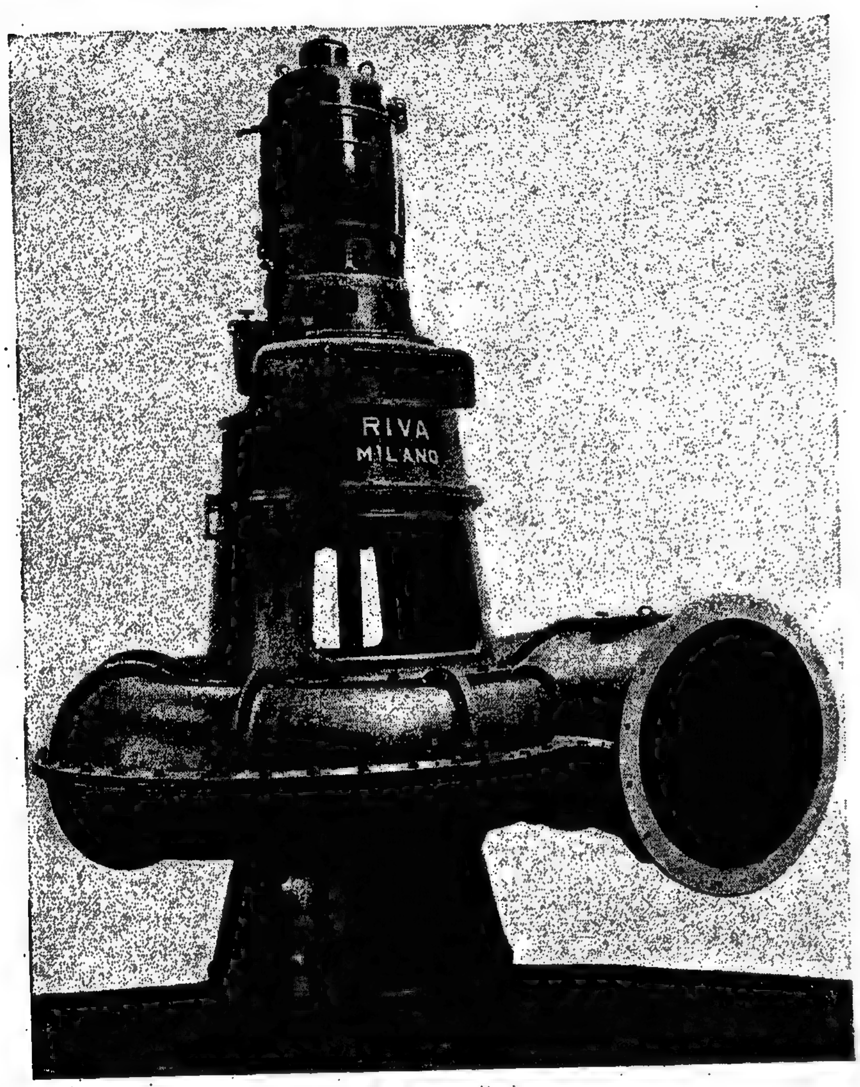


Fig. 25. - Grande Bonificazione Ferrarese. Gruppo elettropompa con riduttore coassiale: giri della pompa = 85, giri del motore = 810. (*Costruzioni Meccaniche Riva*).

Per rendere possibile l'accoppiamento diretto delle turbine alle pompe senza l'interposizione d'ingranaggi, si sono installate turbine Francis a quattro ruote veloci funzionanti in parallelo sulla portata e pompe centrifughe a quattro ruote funzionanti in serie sulla prevalenza (fig. 27).

Sempre in questo campo la Riva ha fornito al Consorzio Irriguo di Cigliano (Piemonte) un interessante gruppo turbina-pompa ad asse verticale con ruota ad elica per la turbina e ruota centrifuga di oltre due metri di diametro per la pompa.

ACQUEDOTTI.

Per gli acquedotti trovano vasto impiego pompe normali di serie: però i grossi impianti delle città richiedono co-

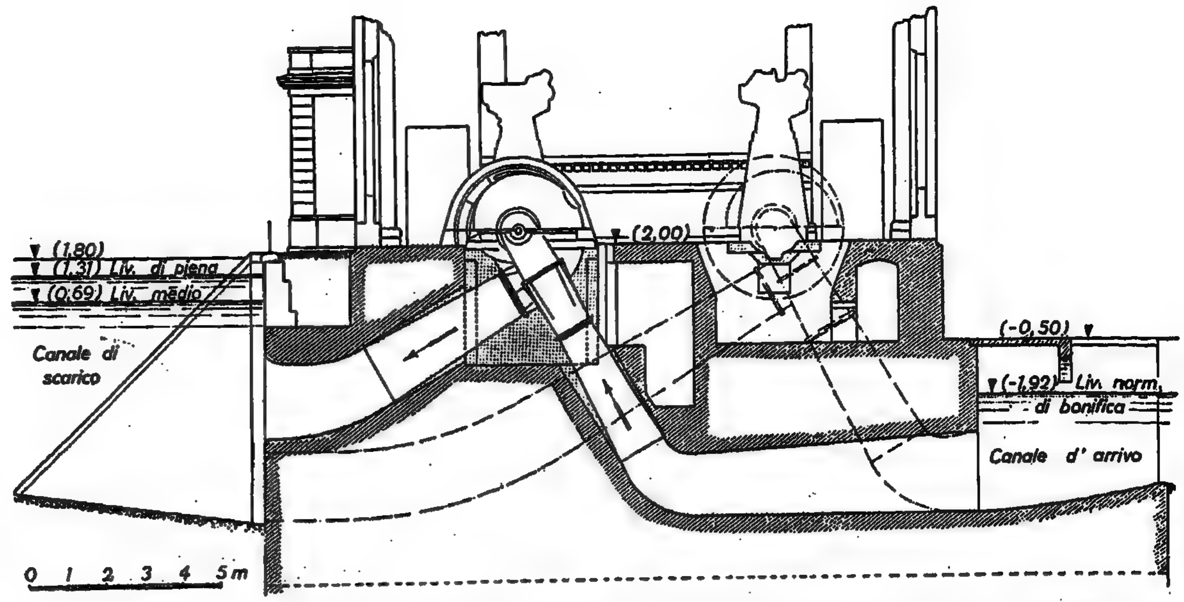


Fig. 24. - Pompa centrifuga dello stabilimento idrovoro Barbegara-Paltana (Consorzio Bacchiglione-Fossa Paltana): prevalenza media m 2, portata media 6700 l/sec - (*S. A. Franco Tosi*).

struzioni speciali. Ad esempio la città di Milano, che distribuisce l'abbondante e ottima acqua del suo sottosuolo, ha eseguito numerosi impianti con pompe funzionanti a forte aspirazione fino a 9 metri (figura 28); le condotte aspiranti di questi impianti convogliano tutte in una cassa d'aria nella quale viene mantenuto il vuoto a mezzo di pompa d'aria.

Gli ultimi due impianti (eseguiti dalle Società Marelli & C. e Costruzioni Meccaniche Riva) hanno invece pompe singole per ogni pozzo, che alimentano le pompe principali.

Le pompe dei pozzi sono ad asse verticale a due ruote ad elica, funzionanti in serie con una centrifuga superiore ad una ruota (fig. 29).

L'impianto che alimenta la città di Trieste con acqua del Timavo, di recente inaugurazione, è il maggiore finora eseguito in Italia per potenzialità di macchine.

Sono per ora installate una unità da 800 HP e due da 400 HP, oltre a gruppi minori; la prevalenza è di 130 metri.

Tali macchine sono a diverse ruote in serie senza tamburo equilibratore e con l'equilibratura automatica ripartita sulle diverse ruote.

BACINI DI CARENAGGIO.

Interessanti impianti di pompe sono stati eseguiti per l'esaurimento di bacini di carenaggio della R. Marina e di cantieri privati.

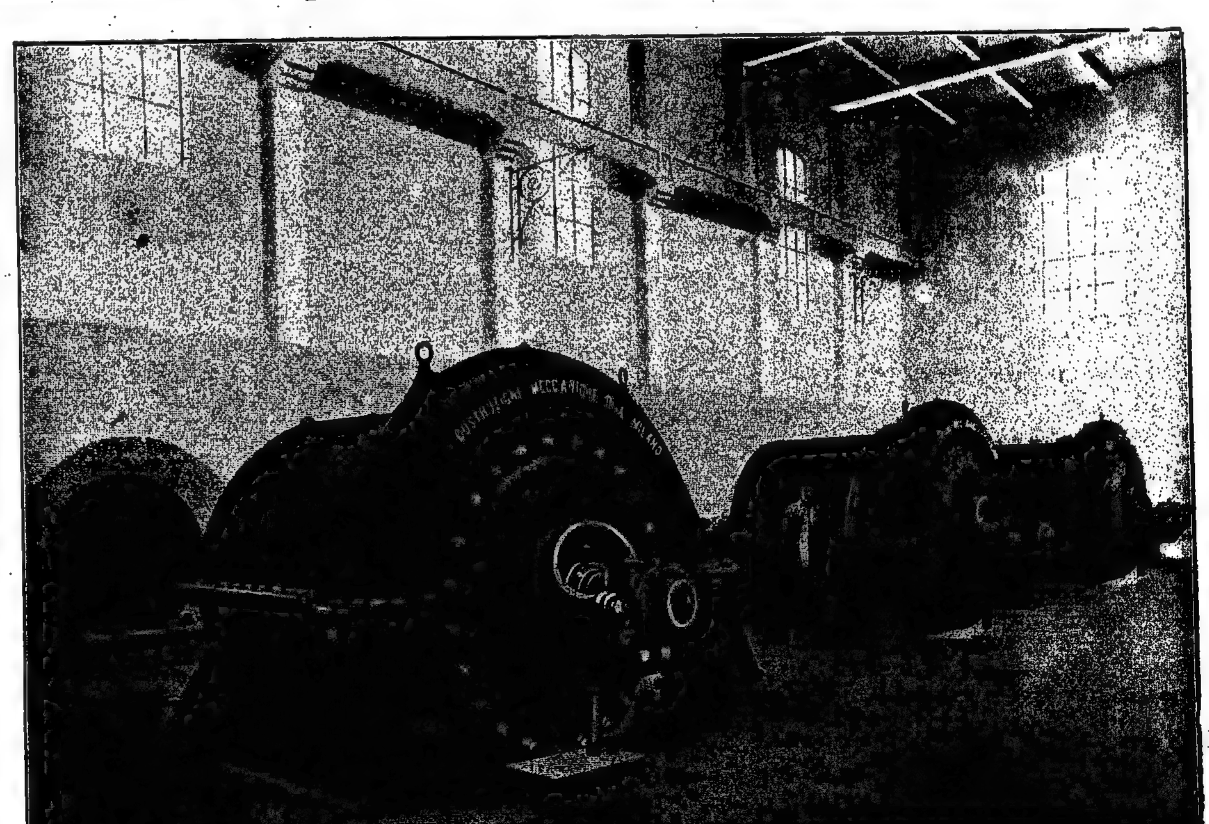


Fig. 26. - Impianto di Mazzè Canavese: 6 pompe da 1200 HP cadauna per 60 metri di prevalenza - (*Costruzioni Meccaniche Riva*).

Degni di particolare rilievo sono i gruppi verticali installati nei grandi bacini di Venezia (fig. 30) e di Taranto con pompe verticali a due ruote a doppia aspirazione, funzionanti in parallelo sulla portata.

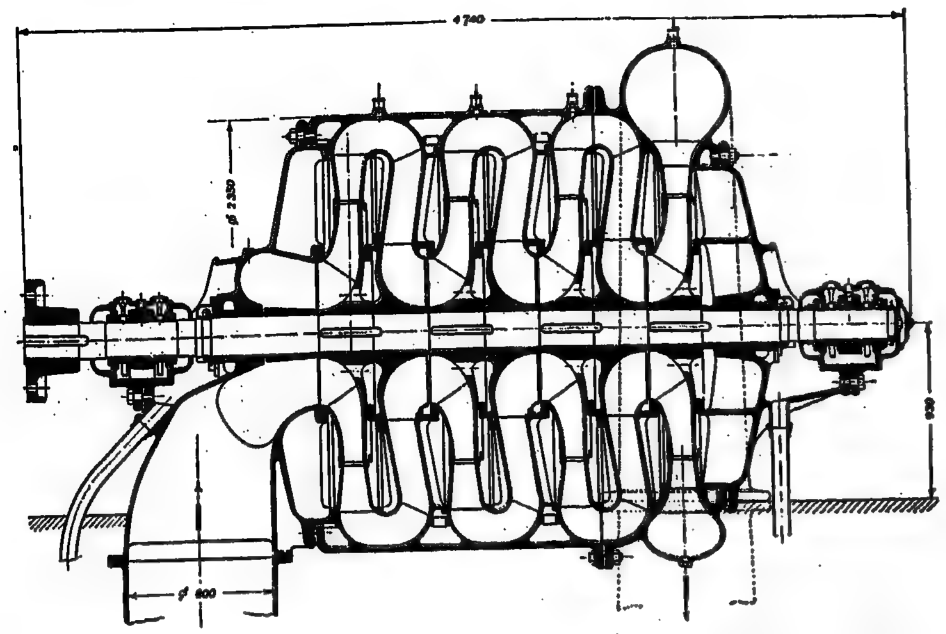


Fig. 27. - Impianto di Mazzè Canavese. - Sezione costruttiva delle 6 pompe da 1200 HP cadauna per 60 metri di prevalenza. (*Costruzioni Meccaniche Riva*).

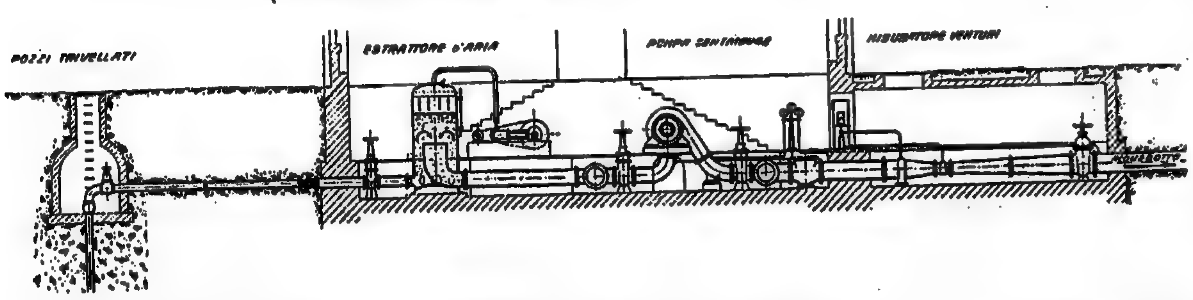


Fig. 28. - Acquedotto Comune di Milano. Stazione di sollevamento in Via Anfossi. Disposizione di pompa con aspirazione fino a metri 9 - (*Costruzioni Meccaniche Riva*).

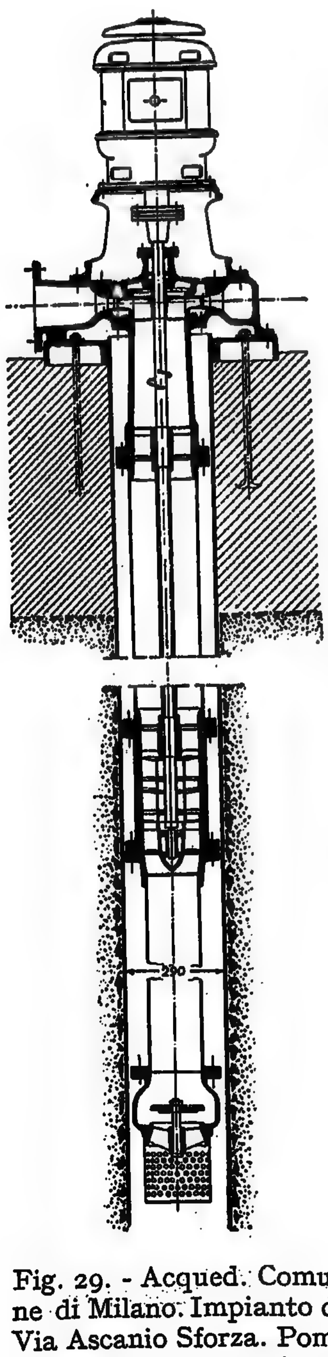


Fig. 29. - Acqued. Comune di Milano. Impianto di Via Ascanio Sforza. Pompe speciali per pozzi con due ruote ad elica ed una ruota centrifuga.

La costruzione di questi gruppi particolarmente raccolta era dovuta alle dimensioni dei pozzi già esistenti, nei quali le pompe andavano sistemate.

Nelle rigorose prove di collaudo queste pompe hanno raggiunto un rendimento elevatissimo.

Impianti di accumulazione.

Gli impianti di accumulazione non hanno avuto in Italia uno sviluppo così importante come si è verificato negli altri paesi.

Ciò devesi al fatto che con la costruzione di importanti serbatoi ad invaso naturale si è potuto provvedere finora in modo economicamente conveniente a creare nuove fonti di energia naturale, nonchè nuovi mezzi di accumulazione giornaliera, settimanale e stagionale, per provvedere alle punte di carico e alle magre degli impianti esistenti a libero deflusso.

L'impianto tipico di accumulazione è quello eseguito nell'anno 1912 dalla Società Alta Italia di Torino alle sponde del lago di Viverone, dal quale con un sollevamento di circa 150÷160 metri si invasa il soprastante lago di Bertignano.

Nella centrale si trovano installati due gruppi principali da 4800 HP, costituiti ognuno da turbina-alternatore, motore-pompa. Uno dei gruppi ha una pompa Sulzer da 4800 HP, l'altro gruppo è costituito da due pompe Riva da 2400 HP fra loro accoppiabili per la suddivisione del carico.

In questo impianto la Riva ha per la prima volta installato il suo by-pass automatico per attutire i colpi d'ariete, dispositivo poi adottato in importanti impianti di sollevamento anche da diverse case estere, per la sua riconosciuta efficacia pratica.

Altri impianti di sollevamento per accumulazione si sono eseguiti in Italia, ma per alimentare i serbatoi di grandi centrali idroelettriche con acqua derivata a quote più basse.

Citiamo fra questi l'impianto dell'Alpe Cavalli (fig. 31) della Società Edison di Elettricità eseguito nel 1927 e l'impianto di Promeron del 1926 per la Società idroelettrica Piemonte, dove sono installate due pompe da 4000 cavalli e due pompe da 1300 HP.

Sono complessivamente circa 2000 litri al secondo, sollevati ad una prevalenza di 350 metri per essere accumulati nel serbatoio di Cignana e utilizzati nella sottostante Centrale di Maen, con un salto di 700 metri.

Tra i primi impianti del genere è degno di rilievo anche quello di Clanezzo sul Brembo (1923), per una prevalenza di 430 metri.

In seguito all'ottimo esito conseguito da detti impianti di accumulazione vennero affidate alla industria italiana le turbine e le pompe per un impianto di accumulazione nel Sud America a Maitenes Forebay presso Santiago del Cile (fig. 32).

Le pompe ivi installate assorbono 2200 HP cadauna e funzionano con 70 metri di prevalenza.

Pompe ad elica.

Le pompe ad elica sono ancora oggi oggetto di studio presso i costruttori italiani.

Non si può ancora dire che la pompa ad elica sia riuscita a sostituire la centrifuga,

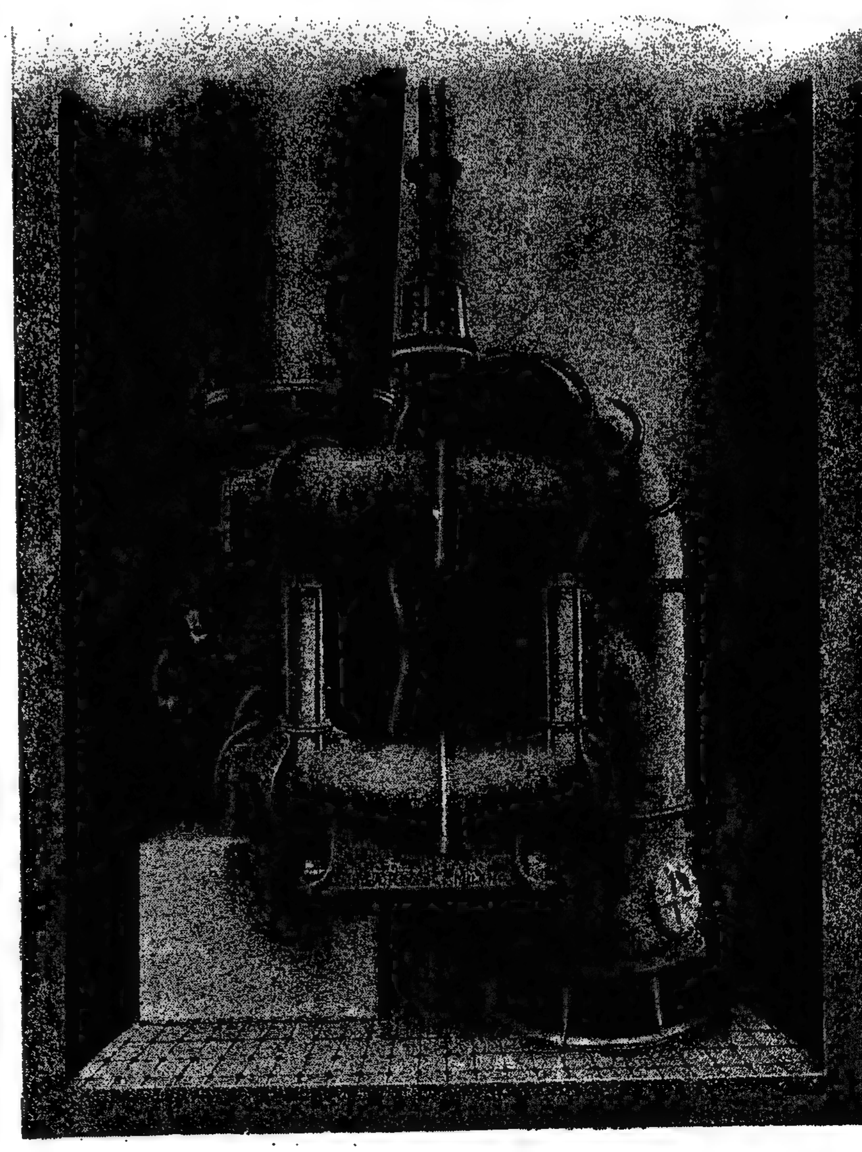


Fig. 30. - Bacino di carenaggio dell'Arsenale di Venezia. Pompa doppia verticale da 16.000 m³/ora - (*Costruzioni Mecc. Riva*).

poichè le prove eseguite nelle stazioni sperimentali non hanno sin qui consentito alla pompa ad elica di raggiungere i rendimenti già conseguiti dalle buone centrifughe.



Fig. 31. - Impianto di ricupero dell'Alpe Cavalli.

Le pompe ad elica sono state adottate per l'alimentazione di condensatori a bordo di navi principalmente per il loro minore ingombro e la loro velocità elevata.

Negli impianti di bonifica l'installazione di pompe ad elica si è finora limitata ai casi di impianti a bassissima prevalenza, — da uno a due metri, — poichè con le eliche si è potuto effettuare l'accoppiamento diretto ai motori: il minor rendimento è compensato dall'esclusione di perdite negli organi di trasmissione.

Il forte carico assorbito dalle pompe ad elica, quando vengono avviate con valvola chiusa, costituisce un serio pericolo per i motori elettrici e questa è anche una delle ragioni per le quali la pompa ad elica non è sempre preferita.

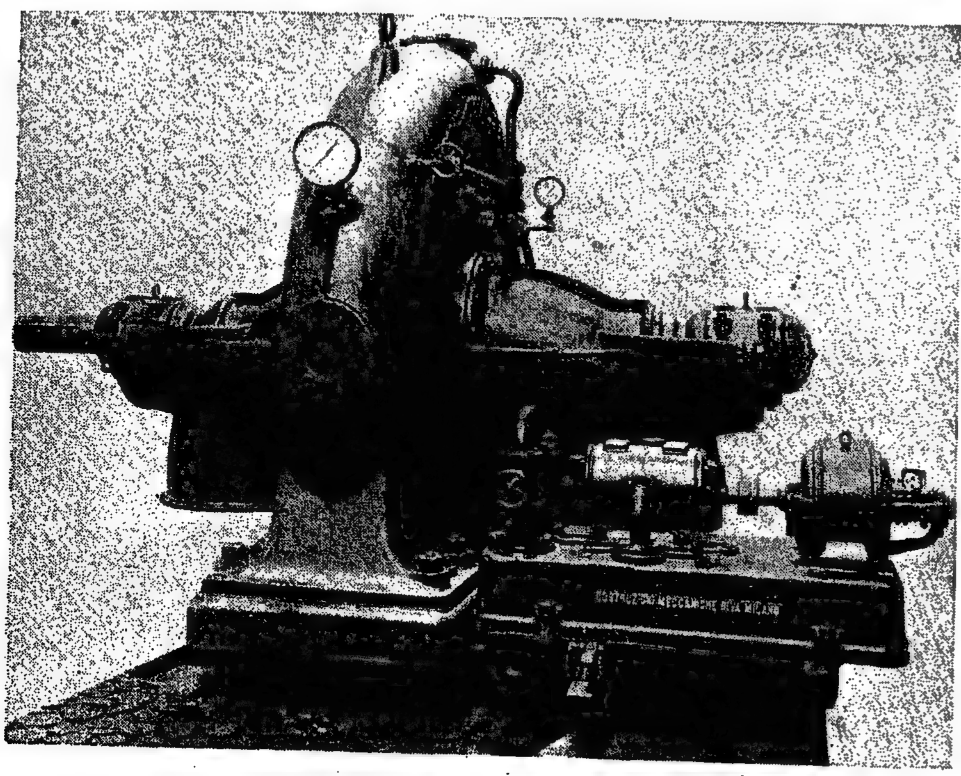


Fig. 32. - Impianto di Maitenes Forebay (Cile).
Pompa da 2500 HP per servizio accumulazione d'energia.
(*Costruzioni Meccaniche Riva*).

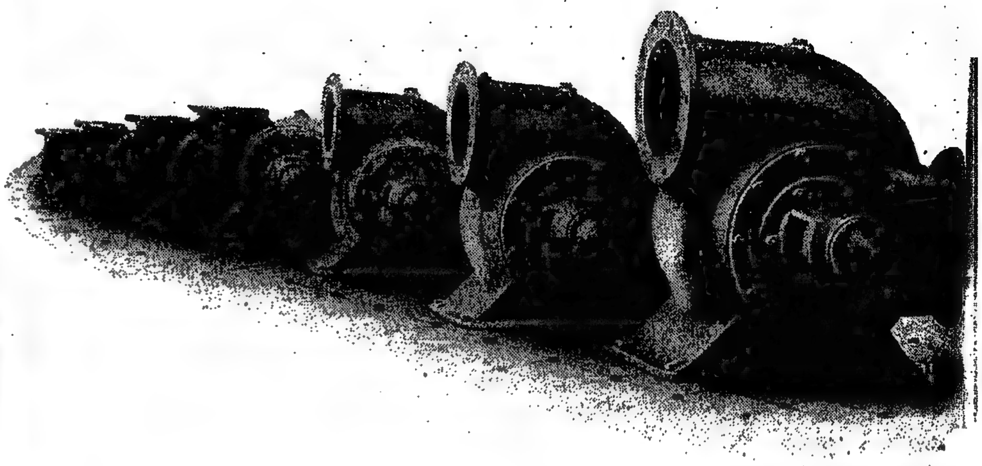


Fig. 33. - Serie di pompe per basse prevalenze, a doppia aspirazione.
(*Costruzioni Meccaniche Riva*).

In ogni modo, come si è accennato, nelle Sale prove continuano le ricerche pure su questo tipo di ruote e non è escluso che nuovi perfezionamenti consentano alle pompe ad elica di estendere sempre più il loro campo di applicazione.

Pompe di serie e pompe varie.

La costruzione in serie così come le costruzioni varie per speciali caratteristiche di impianti ed esigenze di servizio sono oggetto dell'attività di diversi costruttori specializzati (figg. 33 a 37).

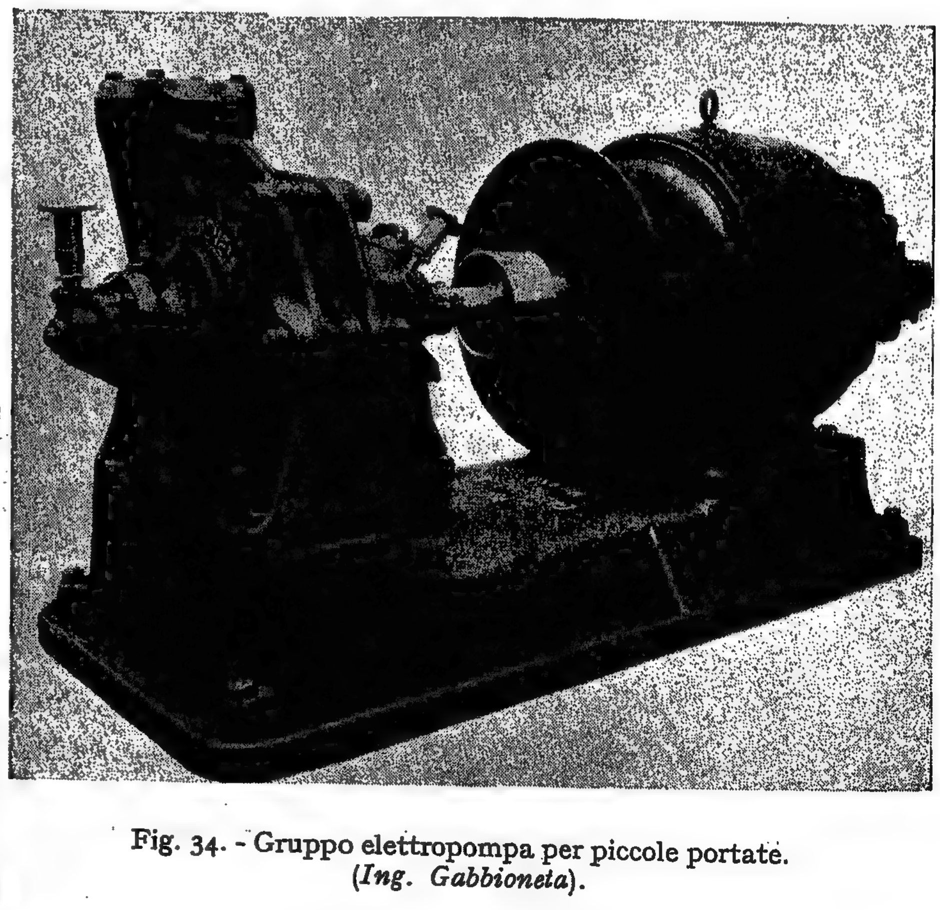


Fig. 34. - Gruppo elettropompa per piccole portate.
(*Ing. Gabbioneta*).

ORGANIZZAZIONE PRODUTTIVA.

Come si rileva dalla precedente esposizione, l'industria italiana è largamente attrezzata per corrispondere ad ogni richiesta nel campo delle pompe centrifughe e vanta costruzioni del più grande interesse: dalle unità di grande portata, fino a circa 10.000 litri per secondo; di grande prevalenza fino a 600 metri; di grande potenza, fino a 5000 HP; sino alle piccole pompe per servizi agricoli e industriali, per applicazioni domestiche ecc.

Generalmente tutte queste costruzioni sono oggetto di studi speciali, caso per caso, e rappresentano geniali affermazioni con

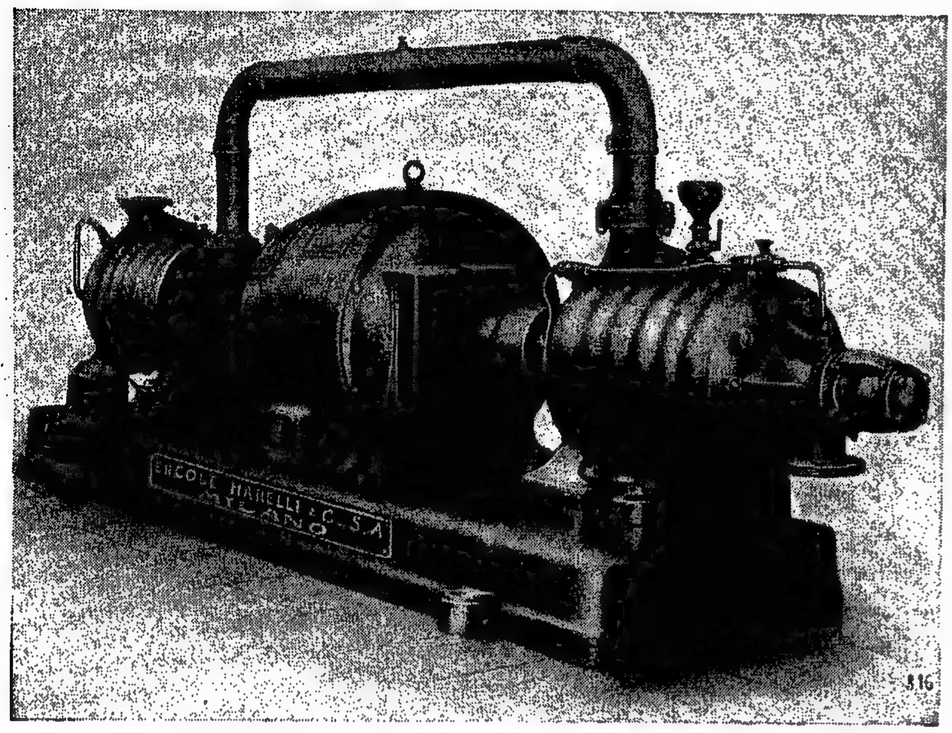


Fig. 35. - Elettropompa multipla in serie per pozzi da miniere. (*S. A. Ercole Marelli*).

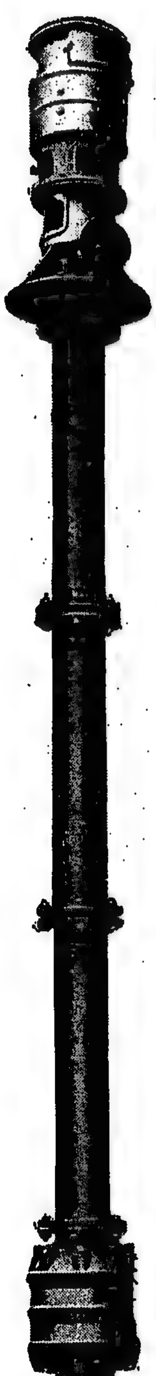


Fig. 36. Elettropompa verticale per pozzi. (*San Giorgio*).

soluzioni ardite e nuove, spesso protette da brevetti, utilizzati anche all'estero.

Le maggiori officine costruttrici di macchine termiche e di macchine idrauliche si occupano correntemente della costruzione delle pompe centrifughe per bonifiche; le prime per poter fornire gruppi completi; le seconde per la grande analogia esistente fra i due rami di costruzione, che hanno in comune anche analoghi elementi di calcolo e di studio.

Altri costruttori di macchine elettriche, navali ecc. hanno pure intrapreso la costruzione di pompe per servizi industriali, per l'agricoltura, per la Marina ecc.

I piccoli problemi di sollevamento per uso industriale, per uso domestico ed agricolo, sono risolti con tipi di minore importanza e costruiti in serie, in modo da realizzare i minimi costi di produzione e in questo campo sono naturalmente applicati — proporzionatamente all'entità della produzione — i dettami della organizzazione scientifica del lavoro e notevoli risultati sono stati raggiunti sia per quanto concerne i prezzi di costo, che per le caratteristiche di costruzione.

Le più importanti Case costruttrici hanno larghi e moderni mezzi di produzione ma, in modo speciale, si vuole qui far cenno alla disponibilità di sale per prove, dotate di ogni sussidio della tecnica e della scienza per lo studio e per il controllo delle costruzioni.

Della più importante di queste, vero laboratorio sperimentale, attrezzata con apparecchi della massima precisione e organizzata con rigorosi criteri scientifici per lo studio e il controllo delle macchine idrauliche, è già stato fatto cenno nella precedente trattazione

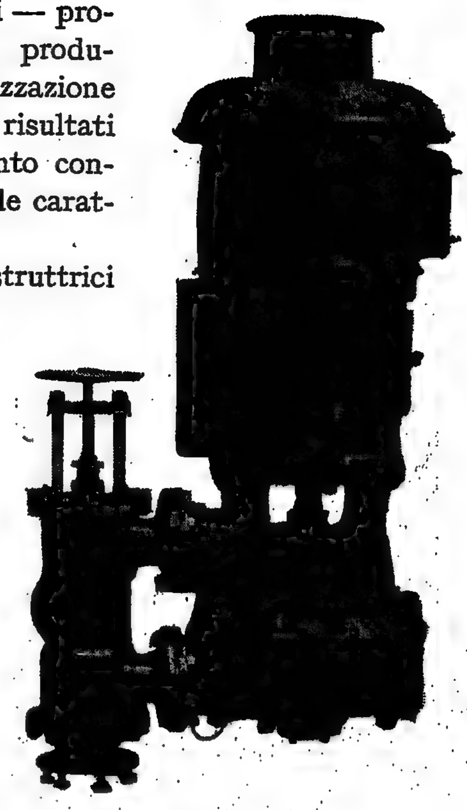


Fig. 37. - Elettropompa verticale speciale per servizi di bordo con valvola automatica per alte pressioni - (*S. Giorgio*).

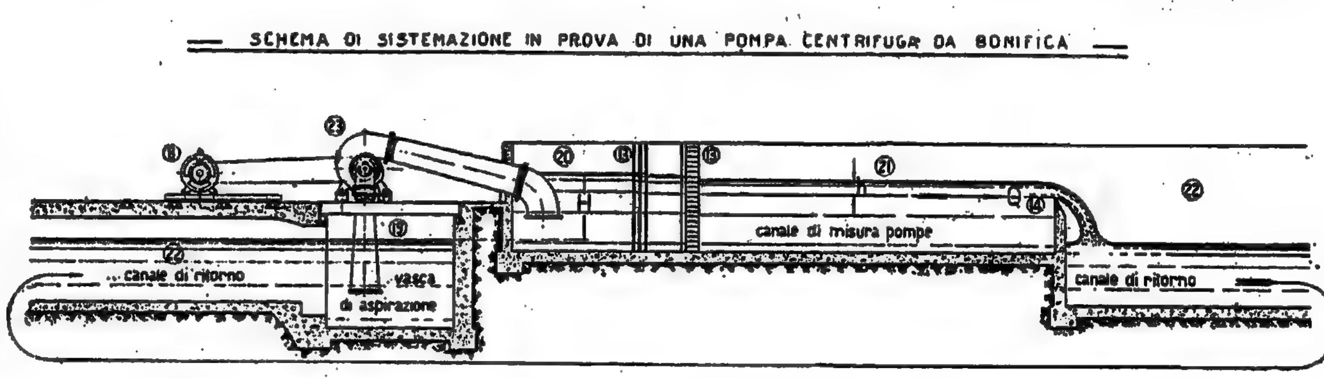


Fig. 38. - Schema di sistemazione in prova di una pompa centrifuga da bonifica.

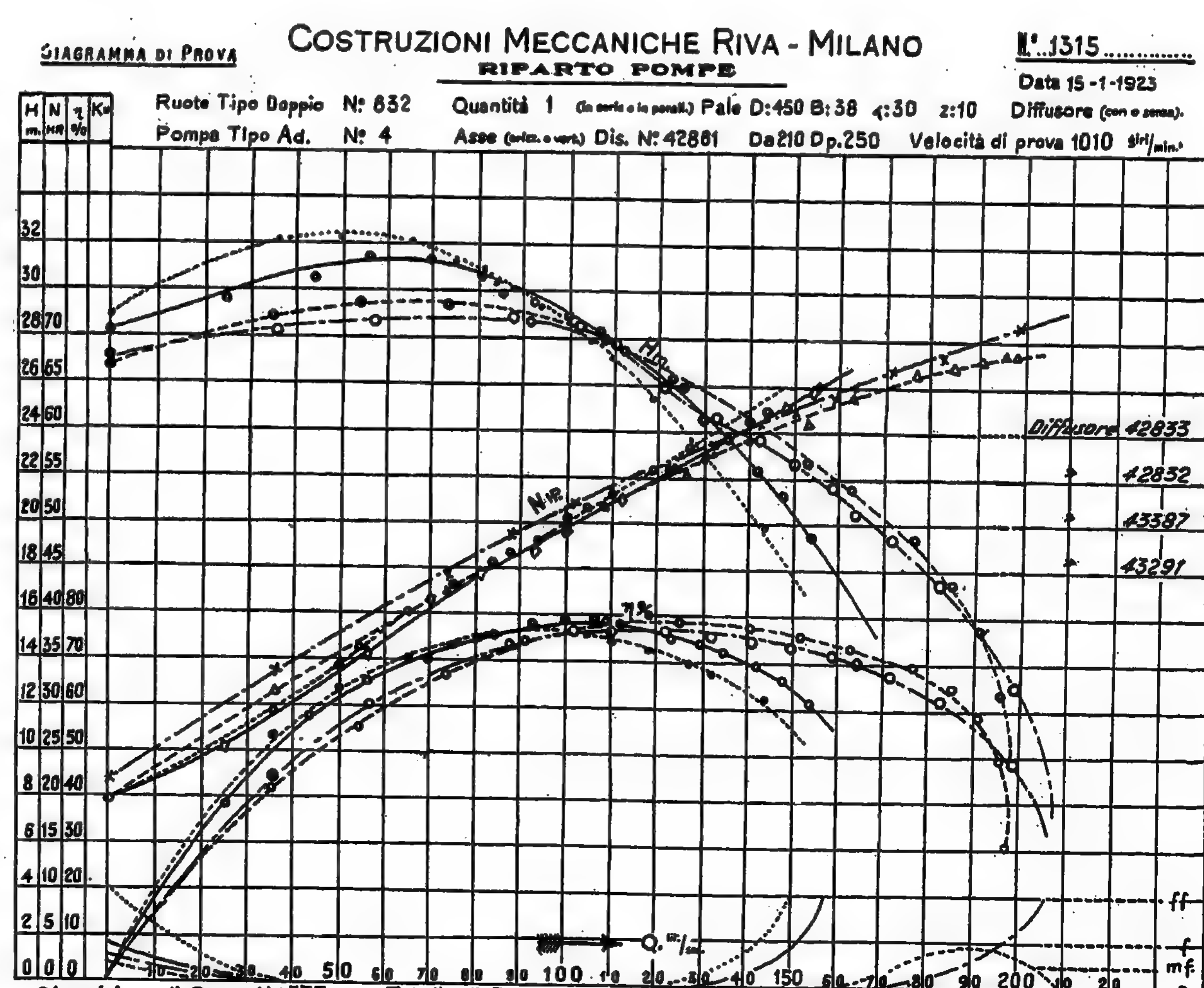


Fig. 39. - Diagrammi di prova delle pompe Maitenes.

delle turbine idrauliche (fig. 16) e riteniamo qui interessante presentare solo una sistemazione sperimentale (figura 38) e uno dei diagrammi normali di prova (fig. 39).

Le affermazioni dell'industria italiana nella costruzione di pompe centrifughe hanno già varcato le frontiere e i lusinghieri successi ottenuti anche all'estero da grandi impianti di sollevamento d'acqua, equipaggiati con macchinario italiano, hanno già dato frutto di riconoscimento e di considerazione, tantochè una primaria Ditta nazionale ha oggi in istudio un grandioso impianto di accumulazione di energia all'estero, l'impianto più grandioso del mondo, con unità da 80.000 HP.

Se questa grandiosa Centrale dovrà attuarsi, sarà un titolo di onore per i tecnici italiani l'essere stati chiamati a collaborare per la sua parte più vitale.

I dati e le illustrazioni per la compilazione della presente memoria furono cortesemente forniti dalle principali ditte costruttrici di pompe centrifughe in Italia.

Queste ditte sono qui sotto elencate, colle indicazioni caratteristiche delle singole produzioni, a tutto il 31 dicembre 1928.

DITTA	SEDE	Portata in litri al secondo	Potenza in HP assorbiti	Numero delle pompe
S. A. Franco Tosi	Legnano	600 000	60 000	400
S. A. Costruzioni Meccaniche Riva	Milano	575 195	99 179	1919
S. A. Ercole Marelli	Milano	176 162	58 335	10008
S. A. Pellizzari & Figli	Arzignano	84 787	38 265	9994
S. A. Ing. Moncalvi & C.	Pavia	58 091	5 038	110
Ing. Gabbioneta	Sesto S. Giov.	—	25 170	6840
S. A. Gallieni Viganò & Marazza	Milano	43 570	24 099	8771
San Giorgio, Soc. An. Industriale	Genova-Sestri	32 300	16 840	1937

Prima di chiudere questa breve illustrazione dell'industria delle pompe centrifughe in Italia si ritiene da ultimo poter citare fra gli impianti di sollevamento recentemente eseguiti in Italia, particolarmente per le sue finalità e per l'interesse universale che ha suscitato, quello che ha per scopo l'abbassamento di livello del lago di Nemi, per il ricupero delle navi di Caligola (fig. 40).



Fig. 40. - Lago di Nemi. - Batteria di pompe su galleggiante.

Le Società Costruzioni Meccaniche Riva di Milano, Elettricità e Gas di Roma, Laziale di Elettricità di Roma, nell'assumere e attuare gratuitamente questa impresa, in omaggio al Governo, hanno voluto svelare il mistero che da secoli appassiona il mondo civile, conducendo a termine un lavoro che era sempre apparso irto di gravi difficoltà.

Un gruppo di elettropompe è installato su galleggiante ed è collegato a mezzo di grossi tubi flessibili alle condotte collegate ad altri gruppi fissi, funzionanti in aspirazione ed in serie coi primi: con tale sistema si è potuto provvedere alla forte variazione di prevalenza determinata dal lento ma continuo abbassamento del lago: lo scarico si effettua attraverso l'antico emissario opportunamente restaurato e sistemato.

Scaricati così oltre 25 milioni di m³ d'acqua ai primi di settembre del 1929 la prima nave è stata completamente scoperta e sono già stati ricuperati cimeli archeologici di valore eccezionale che costituiscono nuove fonti di studio alla storia e di ispirazione all'arte.

Ing. Guido Ucelli.

ING. SILVANO RUBERTI
SOC. ELETTRICITÀ E GAS DI ROMA

Esame dei mezzi adottati per aumentare il rendimento nelle macchine a vapore

Ho preso in esame i mezzi a tutt'oggi adoperati per aumentare il rendimento nelle macchine a vapore, cercando di completare le osservazioni ed i resultati con dei diagrammi che rendano una chiara visione dell'andamento dei fenomeni e delle conclusioni alle quali si è giunti.

DELL'AUMENTO DELLA PRESSIONE IN CALDAIA.

Se indichiamo con Q_1 la quantità di calore che deve essere somministrata al fluido intermediario alla temperatura assoluta T_1 allo scopo di compiere un lavoro esterno al fluido stesso, e con Q_2 la quantità di calore sottratta alla temperatura assoluta T_2 minore di T_1 per fare compiere al fluido un ciclo termico chiuso, il secondo principio della termodinamica ci dice che: $\frac{Q_1}{Q_2} = \frac{T_1}{T_2}$ e quindi se A è l'equivalente termico del lavoro meccanico, il lavoro esterno fatto è:

$$L = \frac{Q_1 - Q_2}{A} = \frac{Q_1}{A\ T_1}\ (T_1 - T_2)$$

Lo Zeuner giustamente chiamò peso termico la quantità $\frac{Q_1}{A\ T_1}$ che permette di fare il parallelo con il lavoro fornito da un grave che cade e che è uguale al peso per l'altezza della caduta. La differenza $T_1 - T_2$ è il salto di temperatura e quindi il lavoro esterno fatto nelle suddette condizioni è uguale al peso termico per il salto di temperatura.

Oltre ad un aumento del lavoro disponibile, aumentando la temperatura T_1 si ha, nel ciclo di Carnot, per il secondo principio della termodinamica, anche un aumento del coefficiente economico disponibile inteso come rapporto fra quantità di calore utilizzata $Q_1 - Q_2$ e quella spesa Q_1. Infatti

$$\frac{Q_1 - Q_2}{Q_1} = \frac{T_1 - T_2}{T_1}.$$

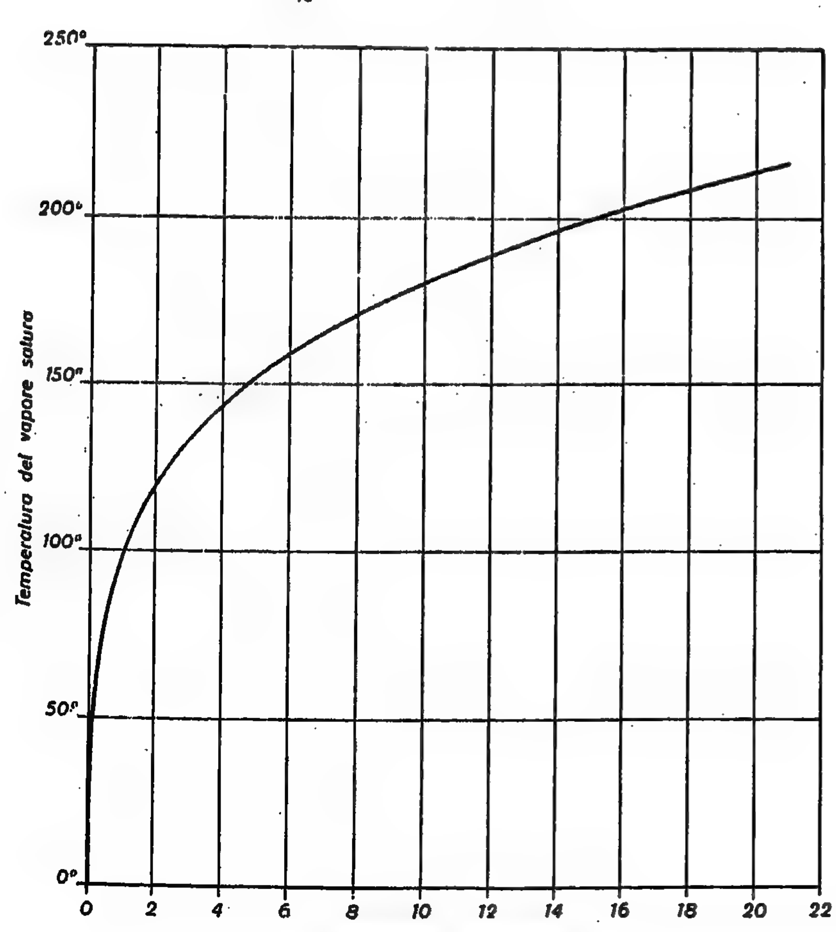


Fig. 1.

Analogamente in una macchina a vapore funzionante secondo il ciclo di Ranckine, aumentando la pressione in caldaia e quindi la temperatura T_1 limite superiore del ciclo, si ottiene sia un aumento del lavoro disponibile, sia un aumento del coefficiente economico del ciclo. Però come si vede dalla figura 1 che rappresenta l'andamento della temperatura del vapore saturo in funzione della pressione, la temperatura cresce sempre più lentamente con l'aumentare della pressione. Si intuisce quindi che l'aumento del coefficiente economico, ottenibile con l'aumento della pressione in caldaia, sia lieve oltre una certa pressione.

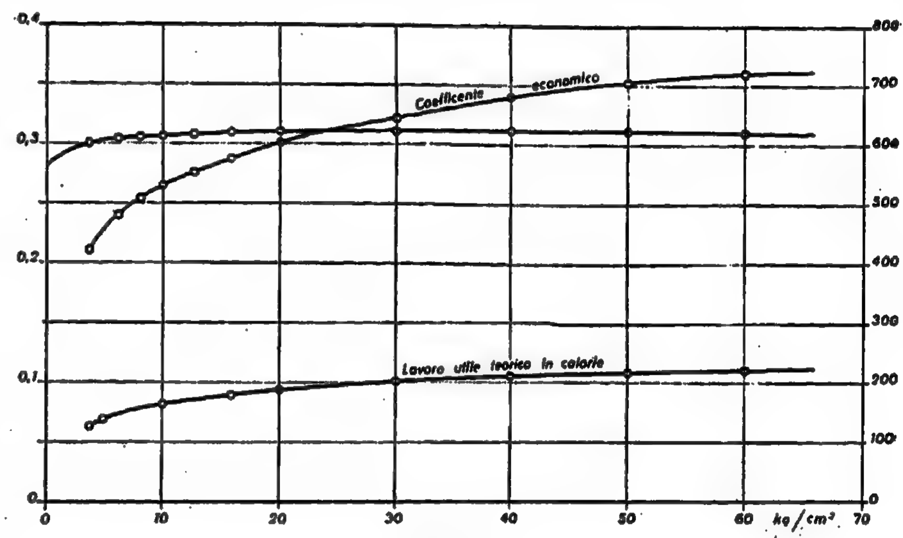


Fig. 2.

Riferendoci infatti al ciclo di Ranckine possiamo calcolare il valore del coefficiente economico per i diversi valori della pressione alla introduzione (intendendo di avere allo stato fisico iniziale vapore saturo e secco ed uguale a 0,1 kg/cm² la pressione allo scarico); nella figura 2 sono stati riportati i valori della quantità di calore spesa $q_1 - q_2 + r_1$, dell'equivalente termico del calore disponibile $q_1 - q_2 + r_1 - r_2 x_2$ e del coefficiente economico del ciclo.

Si vede chiaramente come al di sopra di una certa pressione sia lieve l'aumento del lavoro disponibile e del coefficiente economico del ciclo. Si nota inoltre la diminuzione, al di sopra di una certa pressione (circa 30 kg/cm²), del calore speso $q_1 - q_2 + r_1$, cosicchè per produrre un kg di vapore saturo e secco a pressioni maggiori, si spende la stessa quantità di calore che sarebbe necessaria per avere vapore saturo e secco a pressioni minori. Sembrerebbe quindi poco conveniente, dato l'aumento lieve del coefficiente economico del ciclo, aumentare molto la pressione in caldaia. Considerando però il rendimento complessivo della motrice uguale al prodotto del rendimento della caldaia per il coefficiente economico del ciclo, e per il rapporto fra il lavoro misurato sull'asse della macchina per kg di vapore consumato e l'equivalente meccanico del lavoro disponibile per ogni kg di vapore (corrispondente per il vapore saturo alla quantità $q_1 - q_2 + r_1 - r_2 x_2$ e per il surriscaldato a $q_1 - q_2 + c_p (T_1 - T_2) - r_2 x_2$, poichè il coefficiente economico del ciclo è il più piccolo dei tre fattori del prodotto che dà il rendimento complessivo, un aumento di pochi centesimi, rappresenta un aumento percentuale considerevole. Così, se il coefficiente economico viene portato da 0,3 a 0,35, cioè aumentato di 5 centesimi, l'aumento percentuale è del 16,6% e in detta proporzione aumenterà il rendimento complessivo e diminuirà il consumo di combustibile. Ammesso inoltre che il rendimento della caldaia sia 0,7, per ottenere lo stesso resultato, detto rendimento andrebbe portato a 0,816, cioè andrebbe aumentato di 11,6 %.

I notevoli progressi fatti dai motori a combustione interna fanno sì che può dirsi unico ostacolo alla loro applicazione nelle centrali termiche la limitata potenza per ogni unità. Questi

progressi sono naturalmente di sprone ai costruttori di caldaie e macchine a vapore che si sforzano a trovare tutti i mezzi atti a fronteggiare la concorrenza sia dal lato tecnico che da quello economico. Per l'adozione delle alte pressioni vi sono state non lievi preoccupazioni per la costruzione dei generatori, ma la pratica ha pian piano eliminato le preoccupazioni suddette. Oggi si può dire che il limite massimo della pressione in caldaia venga ad essere limitato dalla temperatura elevata della caldaia. L'acciaio comincia a risentire una diminuzione di resistenza intorno ai 400° a cui corrispondono oltre 220 kg/cm², pressioni già realizzate in pratica. Con acciai speciali si può arrivare anche a 500°.

Oggi sono comunemente adottate pressioni di (35÷40) kg/cm² con surriscaldamenti fino a 400°. Nella centrale termica di Weymouth della Edison Electric Illuminating Co. di Boston il vapore è prodotto alla pressione di 70 kg/cm² e surriscaldato a 370°. Del resto, allo scopo di limitare le pressioni, pur mantenendo alta la temperatura, si è pensato a variare il fluido intermediario ed a ricorrere al mercurio che è sembrato il più adatto. Nella Meadows Station della Hartford Electric Light Company sono in funzione dei turbo-alternatori di 10 000 kW a vapore di mercurio. Poichè alla pressione di 0,035 kg/cm² il vapore di mercurio ha una temperatura di circa 212° corrispondente per il vapore d'acqua a 20 kg/cm², il condensatore della motrice a vapore di mercurio può essere una vera e propria caldaia ove si produce vapor d'acqua a 20 kg/cm² se il vuoto è 0,035 kg/cm². Il vapore di mercurio a 4,34 kg/cm² a cui corrisponde la temperatura di 450°, surriscaldato a 500° e fatto espandere adiabaticamente fino a 212°, ha alla fine della evoluzione un titolo di 0,72 e poichè il calore latente di vaporizzazione è dato dall'espressione approssimata

$$Q = 73{,}39 - 0{,}009\ t$$

la quantità di calore necessaria per vaporizzare un kg di mercurio preso a 212° alla pressione corrispondente, è circa di 70 calorie. Un kg di vapore alla temperatura di 212° e al titolo 0,72 può quindi, condensandosi, cedere all'acqua 50,4 calorie. Occorrono quindi circa 9 kg di mercurio per vaporizzare 1 kg d'acqua a 20 kg/cm² e alla temperatura corrispondente. Facendo il conto della quantità di calore spesa nel ciclo di Ranckine, relativo ai due fluidi mercurio ed acqua nei limiti suddetti, tenendo conto che il calore specifico del mercurio è 0,033, si ottengono circa 860 calorie. Le calorie perdute nel condensatore supposto a 0,1 kg/cm² e cioè a 45°,6 se lo stato iniziale del vapore è saturo e secco a 212° centigradi, è circa 440 calorie. Il coefficiente economico si avvicina quindi a 0,5.

SURRISCALDAMENTO DEL VAPORE.

È noto che, se il vapore a titolo alto, superiore a quello che compete alla curva di Weyrauch o curva degli zero, si espande adiabaticamente, si ha una condensazione; condensazione che è tanto più rapida a parità di titolo iniziale quanto più alta è la pressione dello stato fisico in esame. Inoltre per una lamina-

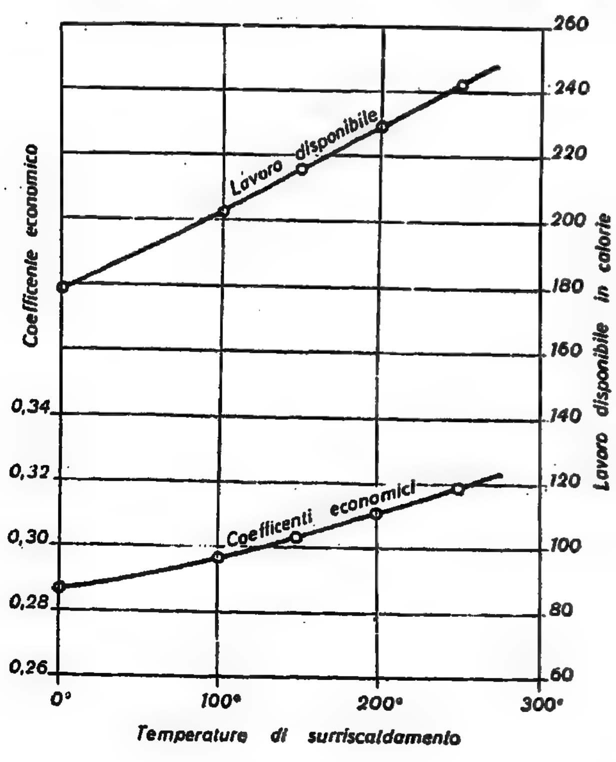


Fig. 3.

zione nella quale la quantità totale di calore non varia, mentre per pressioni inferiori a 25 kg/cm² si ha surriscaldamento, per pressioni superiori si ha pure condensazione. Quanto sopra è accennato, si vede anche chiaramente dall'esame di un diagramma di Mollier nel quale la adiabatica corrisponde ad un segmento parallelo all'asse delle ordinate e l'altra evoluzione corrisponde a un segmento parallelo alle ascisse.

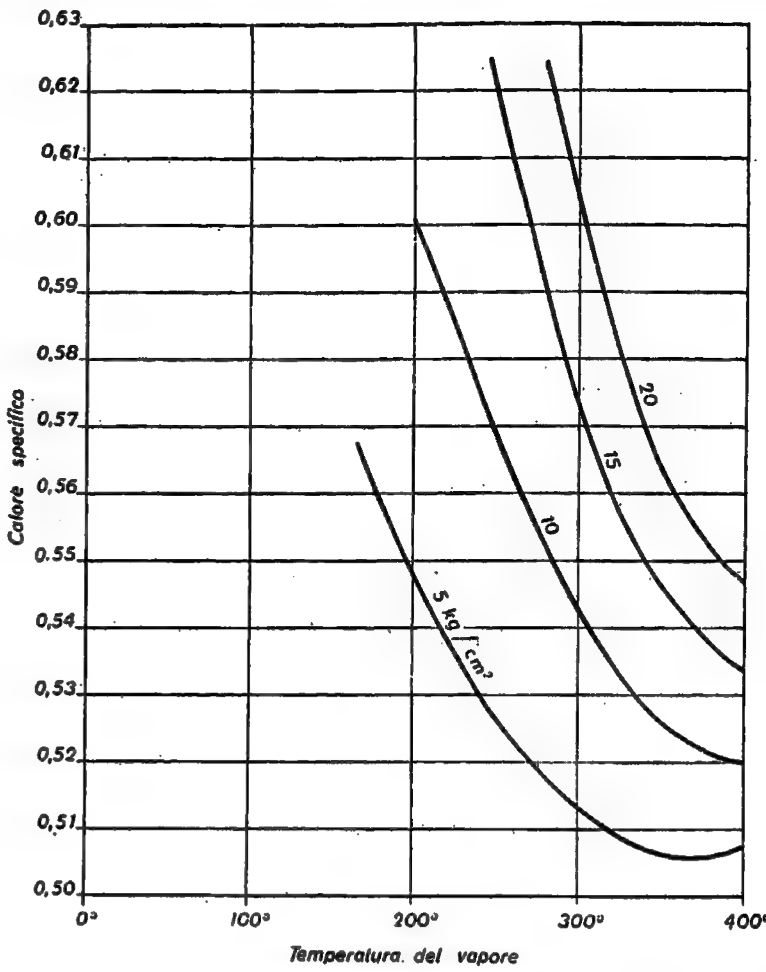


Fig. 4.

Essendo la condensazione del vapore molto nociva al rendimento delle turbine si capisce quindi che con l'adottare alte pressioni si renda necessario il surriscaldamento del vapore. Il surriscaldamento del vapore, aumentando inoltre il salto di temperatura, porta certamente per le note leggi termodinamiche ad un aumento di rendimento che però sappiamo essere minore di quello che si avrebbe somministrando la stessa quan-

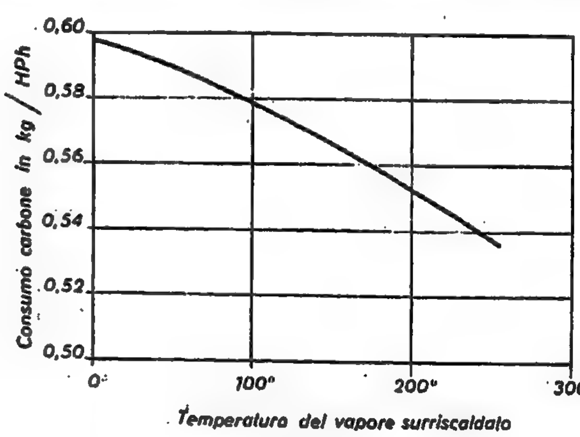


Fig. 5.

tità di calore tutta alla massima temperatura. Trattandosi comunque del coefficiente economico del ciclo, la cosa è, come abbiamo visto, assai importante. È utile inoltre seguire con l'aumento del surriscaldamento la legge di variazione sia del coefficiente economico, sia del lavoro disponibile, cioè della quantità di calore che si può teoricamente trasformare in lavoro meccanico.

Prendendo in esame il ciclo di Ranckine relativo ad un kg di vapore alla pressione di 15 kg/cm² e con 0,1 kg/cm² di pressione allo scarico, sono state costruite le curve della figura 3 nelle quali appunto si vede come in dette condizioni varia il coefficiente economico ed il lavoro disponibile con l'aumentare del surriscaldamento. Il valore del calore specifico del vapore è stato rilevato dalle curve visibili in figura 4 prendendo il valore medio relativo al salto di temperatura considerato. Ammesso un rendimento della caldaia uguale a 0,7 e un rendimento della motrice uguale a 0,7, se il potere calorifico del combustibile fosse 7500 calorie, il consumo di carbone per HP indicato e per ora, basandoci sul coefficiente economico del ciclo nelle condizioni suddette, sarebbe quello rappresentato nella figura 5.

RISCALDAMENTO DELL'ACQUA DI ALIMENTAZIONE.

Con i gas caldi che abbandonano la caldaia.

Bruciando Cardiff che per esempio abbia un potere calorifico di 7500 calorie, se 20 kg è il peso dei prodotti della combustione per kg di carbone bruciato; se i gas caldi abbandonano la caldaia a 300°, essi portano via circa il 20% delle calorie prodotte dalla combustione. Riscaldando l'acqua di alimentazione con i prodotti della combustione in modo che questi abbandonino la caldaia a 200° si vengono a risparmiare 500 calorie circa, cioè il 6,6% del calore prodotto e di questa quantità verrà aumentato il rendimento della caldaia. In generale se c_p è il calore specifico dei prodotti della combustione, Δt la variazione della temperatura ottenuta in essi riscaldando l'acqua di alimentazione, Q il potere calorifico del combustibile e P il peso dei prodotti della combustione relativi ad un kg di carbone bruciato, l'aumento percentuale del rendimento viene dato da:

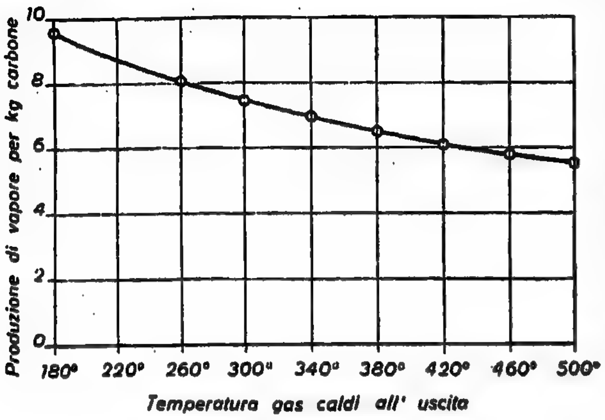


Fig. 6.

$$\frac{P\, c_p\, \Delta t}{Q}\ 100$$

A parità di P e di c_p detto aumento varia linearmente con Δt ed è tanto maggiore quanto maggiore è P. Le calorie così ricuperate vengono ad essere immesse direttamente in caldaia con l'acqua di alimento e quindi la produzione di vapore per kg di carbone aumenta. La figura 6 dà un'idea di come praticamente aumenti la produzione di vapore per kg di carbone al variare della temperatura che hanno i gas caldi all'uscita.

Col vapore di estrazione.

Prelevando una certa quantità di vapore in un punto intermedio della espansione del vapore nella macchina, e facendo condensare questo vapore allo scopo di riscaldare l'acqua di alimentazione, tutte le calorie possedute dal peso di vapore prelevato rientrano in caldaia. Vero è che detto peso di vapore non lavora più nella macchina, ma in definitiva si ha miglioramento nel coefficiente economico del ciclo. Considerando infatti un ciclo di Ranckine relativo ad un kg di vapore con le seguenti caratteristiche: temperatura di vaporizzazione 200° pari a 15,98 kg/cm²; titolo del vapore 1; temperatura del condensatore 45°,6, pari a 0,1 kg/cm², il titolo alla fine dell'espansione risulta 0,767 ed il coefficiente economico del ciclo 0,291. Lungo la fase di espansione, preleviamo a 100° un peso y di vapore capace, condensandosi, di portare la rimanente acqua $1 - y$ da 45°,6 (temperatura dell'acqua nel condensatore) a 100° in maniera da avere alla fine 1 kg di acqua a 100°. È facile vedere con le formule della termodinamica essere $y = 0{,}107$. Le calorie trasformabili in lavoro esterno per il ciclo così modificato risultano 173,6 circa. Il calore speso in caldaia introducendo acqua a 100° risulta di 567,5 calorie e quindi il valore del coefficiente economico è 0,306. Si ha quindi un aumento di rendimento, che tende ad annullarsi man mano che l'estrazione del vapore per il riscaldamento dell'acqua di alimentazione si fa a temperatura sempre più prossima alla massima e alla minima del ciclo. Il coefficiente economico sarebbe massimo facendo infinite estrazioni come sopra, ma a tutte le temperature in maniera da immettere in caldaia l'acqua alla massima temperatura del ciclo. In pratica si fa sovente più di una estrazione e normalmente se ne adottano tre. Nelle condizioni sopra considerate del ciclo di Ranckine iniziale, è stato rilevato il grafico del coefficiente economico che si ottiene estraendo il vapore alle diverse temperature ed in quantità strettamente sufficiente per portare l'acqua di condensazione da 45°,6 alla temperatura del vapore di estrazione (vedi fig. 7). In detta figura è pure riportato il grafico rappresentante la quantità di vapore di estrazione occorrente alle diverse temperature. Praticamente il beneficio che si ritrae col riscaldamento dell'acqua col vapore di estrazione, è minore di quello teorico calcolato, comunque il mezzo si è mostrato praticamente utilissimo.

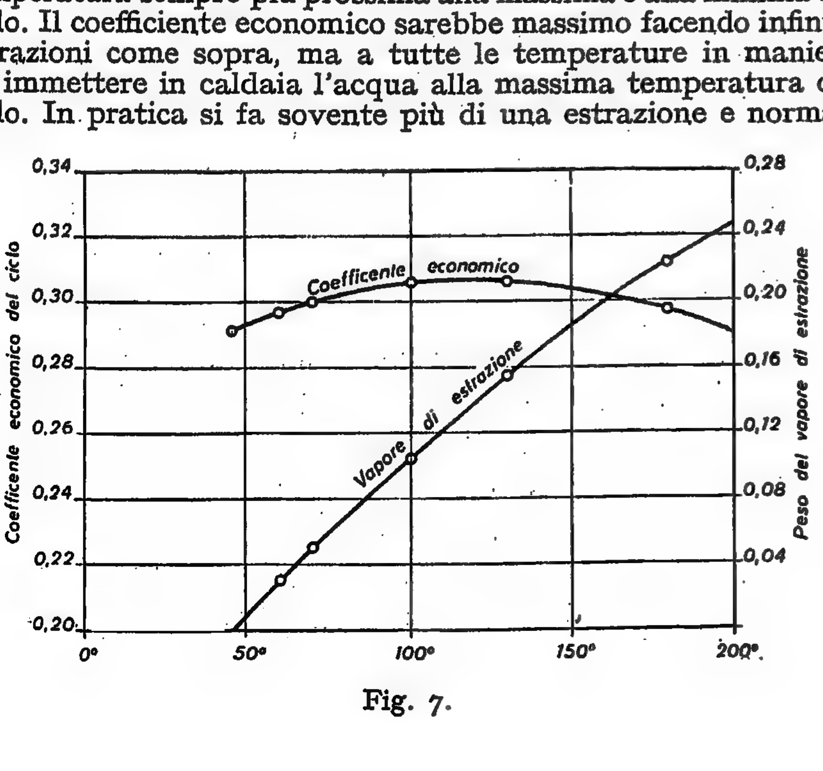


Fig. 7.

INTENSIFICAZIONE DEL VUOTO NEL CONDENSATORE.

Un esame del ciclo di Ranckine sia nel diagramma entropico, sia nel diagramma p, v, mostra chiaramente il grande vantaggio che si ha con la intensificazione del vuoto nel condensatore per l'aumento considerevole del lavoro disponibile che in tal modo si può ottenere. Nella fig. 8 è stato tracciato un diagramma che dà sia l'aumento del lavoro disponibile, sia il valore del coefficiente economico del ciclo nel caso che lo stato fisico iniziale del vapore sia a 200° e il titolo uguale a 1, in funzione della pressione allo scarico. In dette condizioni per esempio, quando la pressione allo scarico si abbassa da 0,1 kg/cm² a 0,05 kg/cm² il coefficiente economico aumenta di 2,2 centesimi, cioè del 7,5% e per ottenere lo stesso miglioramento aumentando per esempio la pressione in caldaia, può vedersi dalla figura 2 che la pressione deve aumentare di circa 8 kg/cm² e cioè da 15 a 23 kg/cm². Sono quindi utilissimi i mezzi adottati allo scopo di mantenere la pressione nel condensatore più bassa possibile. Speciali cure si adottano per la degassificazione dell'acqua di alimentazione.

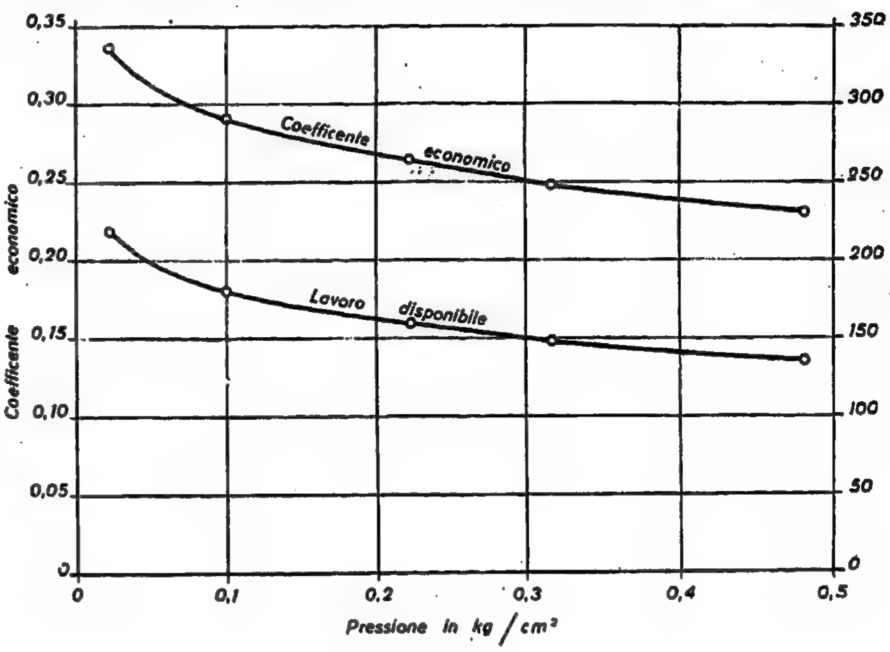


Fig. 8.

RISCALDAMENTO DELL'ARIA CHE SERVE ALLA COMBUSTIONE.

Riferendoci al caso visto per il riscaldamento dell'acqua di alimentazione, per il quale il potere calorifico del combustibile era di 7500 calorie e 20 kg era il peso dei prodotti della combustione per ogni kg di carbone bruciato, sappiamo che se detti gas lasciano la caldaia a 300° portano via circa il 20% del calore prodotto. Il peso dell'aria necessaria alla combustione è di poco inferiore a quello dei prodotti della combustione e poichè anche i calori specifici dei due miscugli di gas sono poco differenti, si può pensare che di tanto si potranno raffreddare i prodotti della combustione riscaldando l'aria, di quanto si riscalda questa. Supposto dunque che l'aria di alimentazione abbia una temperatura iniziale di 18° e che riscaldata col mezzo detto giunga al focolare a 120°, i gas caldi avranno diminuito la loro temperatura di circa 100° e lasceranno la caldaia a 200°. Come nel caso del riscaldamento dell'acqua di alimentazione si vengono a ricuperare circa 500 calorie, cioè il 6,6 % del calore prodotto e di questa quantità verrà aumentato nel caso considerato il rendimento della caldaia.

Con questo mezzo, bruciando carbone polverizzato o nafta, proporzionando convenientemente l'aria necessaria alla combustione, si arriva a rendimenti molto alti della caldaia 0,85 e più.

Con i mezzi accennati per aumentare il rendimento della caldaia, adottando alte pressioni e forti surriscaldamenti, spingendo a valori molto bassi il vuoto nel condensatore e riscaldando l'acqua di alimentazione col vapore di estrazione, si è giunti a rendimenti complessivi di 0,23 ÷ 0,25.

Roma, 1 Settembre 1930 - VIII. ING. SILVANO RUBERTI.

ING. GINO COLAJANNI
DELLA SOCIETÀ GENERALE ELETTRICA DELLA SICILIA

Sul costo di esercizio dei motori Diesel

Lo studio dell'Ing. Mainardis presentato al Congresso dell'UNFIEL (1), nel quale sono esaminati ampiamente i motori Diesel nella tecnica moderna della loro costruzione e negli aspetti economici della loro applicazione, è destinato indubbiamente ad avere larga diffusione tanto tra i distributori di energia elettrica, quanto fra gli industriali consumatori di essa.

Dato l'interesse vivissimo che l'argomento presenta, sopratutto nell'attuale momento di raccoglimento economico nel quale è supremo interesse nazionale di esaminare e di vagliare con la massima accuratezza tutti i fattori economici della produzione, ritengo non inutile di esporre alcune considerazioni che potranno valere a dare maggiore estensione alle conclusioni cui l'Ing. Mainardis implicitamente arriva.

L'esame delle tabelle presentate dall'Ing. Mainardis e le esaurienti ed inconfutabili considerazioni esposte a favore del motore elettrico nei riguardi della concorrenza con il motore Diesel, sono già tali che non dovrebbero essere permessi dubbi, nella grande maggioranza dei casi, sulla netta superiorità del motore elettrico. Ora, tale superiorità balza nel modo più evidente ed incontestabile se agli elementi considerati dall'Autore si aggiunge la *durata del servizio* del motore che, insieme con le *ore di utilizzazione*, riferite come si suole alla potenza di esso, determina il *fattore medio di carico* dell'impianto.

L'Ing. Mainardis non ha trascurato tale elemento nei suoi calcoli, ma non ha dato ad esso tutto il peso e tutto lo sviluppo che ritengo debba avere. Egli ne ha tenuto implicitamente conto quando si è riferito come punto di partenza ad un diagramma caratteristico medio di una industria avente un fattore medio di carico del 70%, con una utilizzazione annua di 2000 ore, e cioè, con una durata di servizio di poco meno di 3000 ore. Partendo da tale base si suppone, agli effetti del conteggio delle spese di manutenzione e di ammortamento, che le maggiori o minori quote corrispondenti ad utilizzazioni maggiori o minori, siano compensate dal migliore o peggiore rendimento medio dell'impianto. In sostanza l'Autore, assunta come base una industria a ciclo lavorativo semplice, assegna ad essa un fattore di carico medio del 70 %, relativamente al quale determina il consumo medio di combustibile e lubrificante per kWh utile (ai morsetti dell'alternatore o al giunto dell'asse motore); in base ad una durata di servizio medio attorno alle 3000 ore, determina le spese di manutenzione e di ammortamento; assume come costanti questi elementi di consumo e di spesa, qualunque sia il fattore di carico, ritenendo reciprocamente compensate le variazioni di esse al variare delle ore di utilizzazione (cioè a parità di ore di servizio al variare del fattore di carico).

Con tale ipotesi l'influenza del fattore di carico sul costo di produzione viene ad essere confinata in limiti modestissimi e si giunge a conclusioni che nel caso di bassi fattori di carico, notevolmente inferiori cioè al 70% assunto dall'Autore, (vale a dire nella grande maggioranza dei casi), si presentano più favorevoli al motore Diesel di quanto non debbano essere in realtà.

L'influenza del fattore di carico sul consumo specifico medio annuo di combustibile e di lubrificante è infatti di primissima e fondamentale importanza, ed una delle cause più frequenti degli errori che si commettono quando si confrontano i dati di esercizio dei motori Diesel con quelli dei motori elettrici, consiste, come brillantemente ha dimostrato il Klingenberg, nel non tenere conto di esso o nel valutarlo implicitamente ad un ordine di grandezza superiore a quello che si presenta nella grande maggioranza dei casi concreti.

È noto infatti che la caratteristica del consumo di combustibile in funzione della potenza può essere considerata in generale, per tutti i motori termici, con grande approssimazione di forma lineare. Detto C il consumo totale di combustibile per ogni ora di funzionamento e chiamando p la potenza sviluppata dal motore si ha in generale approssimativamente

$$C = A + b\,p$$

Il consumo totale annuo K, se T rappresenta le ore di funzionamento e t le ore di utilizzazione della potenza massima P, sarà dato da:

$$K = \int C\,dt = A\,T + b\int p\,dt = A\,T + b\,P\,t$$

Il consumo medio per unità di energia sarà:

$$c = \frac{K}{P\,t} = \frac{A\,T}{P\,t} + b$$

Ponendo $a = \frac{A}{P}$ e chiamando $n = \frac{t}{T}$ il fattore medio di carico del motore, si giunge alla relazione

$$c = \frac{a}{n} + b$$

che rappresenta notoriamente l'equazione di una iperbole.

Il parametro a rappresenta il consumo di combustibile a vuoto per ogni ora di funzionamento e per ogni unità della potenza del motore; il parametro b rappresenta il consumo supplementare di combustibile per ogni unità di energia erogata.

È noto che nei motori Diesel il consumo a vuoto rappresenta il ($20 \div 25$) % del consumo complessivo a pieno carico. Per un motore di media potenza che consuma a pieno carico 200 grammi di nafta per HP e per il quale il consumo a vuoto rappresenta il 25%, si ha, applicando la formula precedente:

$$c = \frac{50}{n} + 150;$$

questa è appunto esattamente, come è facile verificare, l'equazione dell'iperbole disegnata nella figura 18 dello studio dell'Ing. Mainardis.

(1) V. *L'Energia Elettrica,* fasc. V, Maggio 1930, pagg. 405-420.

Per un fattore di carico medio del 70% il consumo di tale motore è di circa 220 grammi per HPh; ma se il fattore di carico medio annuo scende a 0,35, come si verifica in effetti in moltissime industrie anche di notevole importanza, il consumo sale a 300 grammi per HPh, con un aumento del 35% rispetto al caso precedente. Per un prezzo del combustibile di L. 300 al Ql. il costo per HPh è di L. 0,066 nel primo caso; diventa di L. 0,095 nel secondo caso.

Analoghe considerazioni possono essere fatte per il consumo di olio lubrificante con la variante che la proporzione di lubrificante che viene consumata a vuoto è naturalmente maggiore di quella dell'olio combustibile. Ritengo pertanto che possa assegnarsi al consumo a vuoto del lubrificante circa il 40% del consumo a pieno carico. In tale ipotesi, per un motore consumante 4 grammi per HPh, l'iperbole del consumo specifico può essere rappresentato dall'equazione

$$c' = \frac{1,5}{n} + 2,5$$

Riprendendo i due casi precedentemente considerati di un fattore di carico del 70% e di uno del 35%, si hanno rispettivamente consumi specifici medi di lubrificante di 4,6 e di 6,8 grammi; la spesa relativa per un prezzo dell'olio di L. 5 al kg, diventa rispettivamente di L. 0,023 e di L. 0,034.

Complessivamente il costo dell'HPh per combustibile e per lubrificante sale, passando da un fattore di carico del 70% ad uno del 35%, da L. 0,089 a L. 0,124, con un aumento di 3,5 centesimi per HPh, corrispondente a circa 4,8 centesimi per kWh. Tale aumento è di gran lunga superiore alla eventuale economia che potrebbe realizzarsi per le spese di manutenzione e di ammortamento.

Queste spese in un certo senso potrebbero essere considerate insieme, in quanto evidentemente un'accurata manutenzione prolunga la vita fisica del motore. Ma, a questo riguardo, è noto che in effetti le quote di ammortamento vengono determinate, sopratutto nell'attuale fase di ritmo accelerato nel progresso tecnico, dalla vita industriale del motore più che da quella fisica; esse quindi diventano effettivamente indipendenti dal grado di utilizzazione del motore. Analogamente, per quanto riguarda le spese di manutenzione, è noto che esse dipendono quasi esclusivamente dalla durata del servizio e solo in piccolissima parte dal fattore medio di carico; anch'esse quindi, almeno finchè la durata del servizio rimane inalterata, si sottraggono alla possibilità di compensazione con le spese di combustibile e di lubrificante al variare del fattore di carico.

In definitiva quindi l'aumento di tale spesa per i bassi fattori di carico è un aumento che grava in pieno sul costo di produzione dell'energia; e l'aumento, rapidamente crescente al diminuire dell'utilizzazione, non può in alcun caso essere trascurato.

Potrebbe obbiettarsi che i bassi fattori di carico che fanno tanto crescere i consumi specifici del combustibile e del lubrificante costituiscono l'eccezione nel campo della normale utilizzazione industriale dell'energia; ma è vero invece perfettamente il contrario e cioè che le elevate utilizzazioni costituiscono delle rare eccezioni.

L'Ing. Finocchi ha diligentemente raccolto in proposito dei dati molto interessanti, pubblicati in parte in questa stessa Rivista. Da essi si rileva che, anche trascurando le piccole industrie nelle quali l'utilizzazione annua del kW installato oscilla dalle 300 alle 800 ore, con grande prevalenza dei valori più bassi, nella media e nella grande industria a ciclo lavorativo semplice, l'utilizzazione del massimo carico, tranne casi particolari, oscilla dalle 1000 alle 1300 ore; il fattore medio di carico varia quindi dal 33 al 43%. Non ci sono che i grandi molini a lavorazione continua che arrivano a fattori di carico che superano l'80 %.

Spesso l'industriale studiando il suo bilancio non riesce a comprendere come mai il suo Diesel che pure, sempreché lo sottoponga a rigorosa prova, gli segnala un consumo di 200 grammi per HPh, mostra che ha divorato alla chiusura dell'esercizio una quantità che può arrivare anche al doppio! Egli non ha tenuto conto del fattore di carico del suo impianto o lo ha sopravalutato, incorrendo nel solito comunissimo errore.

Nè è da ritenere che l'impiego del Diesel per la produzione autonoma dell'energia elettrica da distribuire in piccoli centri, offra migliori condizioni di esercizio. Nelle regioni dell'Italia meridionale ed insulare, dove le reti di distribuzione ad alta tensione non sono così fitte come quelle del resto d'Italia, si presenta spesso tuttora al distributore locale il problema della convenienza della produzione termica locale a mezzo di gruppi Diesel-elettrici, nei confronti dell'allacciamento diretto alle reti di distribuzione di energia elettrica. In tali casi il fattore medio di carico è naturalmente influenzato dal rapporto eminentemente variabile fra l'erogazione di energia per forza motrice e quella per luce, nonchè dalla natura delle industrie servite. Ma nell'assenza di erogazione per trazione elettrica urbana (che contrariamente a quanto possa credersi contribuisce in genere ad elevare il fattore medio di carico), il fattore medio risultante oscilla fra il 20 ed il 40%; si mantiene cioè generalmente molto basso. In tali condizioni spesso è molto più conveniente per il distributore l'allacciamento alle reti ad alta tensione dei produttori in grande di energia, piuttosto che la limitata produzione autonoma; sebbene spessissimo il distributore, suggestionato dagli artificiosi bilanci dei costruttori di macchinario ed ignaro di tutti gli elementi che influiscono sul costo di produzione, preferisca il Diesel!

Un'altra osservazione è da fare nei riguardi della spesa di personale per la sorveglianza e la condotta del motore Diesel. Questa, entro certi limiti, può ritenersi indipendente dalla potenza del motore, in quanto sino alla potenza di un migliaio di cavalli si ritiene che possa bastare un operaio. Tale spesa poi varia bruscamente quando l'aumento della potenza installata esige l'aumento di personale. È vero che per le piccole potenze attorno al centinaio di HP la spesa di personale può ridursi perchè può utilizzarsi l'operaio addetto al Diesel anche ad altri piccoli lavori secondari; ma non bisogna sopravalutare, come avverte ancora giustamente il Klingenberg, queste prestazioni perchè in pratica, quando esistono, esse si riferiscono alla manutenzione delle trasmissioni e degli organi analoghi e la spesa relativa, da portare in deduzione dalla spesa di sorveglianza, non supera un terzo del costo totale della mano d'opera.

La spesa di personale poi è in diretta relazione con la durata del servizio; sotto quest'aspetto bisogna fare una netta distinzione fra le industrie a ciclo lavorativo normale di 8÷10 ore giornaliere e quelle a lavorazione continua. Queste ultime esigono evidentemente tre turni di personale e la spesa relativa è quindi circa tripla di quella relativa al caso precedente. L'Ing. Mainardis ha considerato questo capitolo di spesa come una costante, qualunque sia il grado di utilizzazione della potenza del motore; ma è evidente che, per le elevate utilizzazioni, essa deve in misura assoluta aumentare. Per questo motivo il costo di esercizio segnato nelle tabelle del Mainardis, per le elevate utilizzazioni, deve subire un opportuno aumento.

Concludendo perchè si abbia un criterio esatto per la determinazione del costo dell'energia prodotta termicamente è assolutamente necessario di considerare anche il fattore di carico, cioè, oltre al fattore di utilizzazione, anche il *tempo di servizio*. Occorre essere molto cauti nel determinare il valore numerico del fattore di carico che nella pratica, tranne casi eccezionali, è sempre molto più basso di quanto una valutazione superficiale possa far credere. Esso poi, nel caso della produzione con motori Diesel risulta ancora più basso che negli altri casi per la nota deficienza di sovraccaricabilità di tali motori, che obbliga a proporzionare la potenza installata in modo da superare con un certo margine che tenga conto dei possibili sviluppi dell'impianto, la punta della potenza assorbita.

A titolo di applicazione dei concetti esposti farò un confronto relativo ad un caso concreto: alla elettrificazione cioè di un grosso comune agricolo della Sicilia di circa 25.000 abitanti.

Si prevede di dovere erogare per illuminazione pubblica e privata circa 225.000 kWh annui, con una punta di potenza in centrale di circa 160 kW. Scarsissime sono le industrie: l'impiego di forza motrice non può essere utilizzato, durante le ore chiare, che da qualche modesto artigiano e da qualche mulino a palmenti; l'erogazione relativa si valuta al massimo 75.000 kWh.

In tale condizione adottando la produzione autonoma con gruppi Diesel-elettrici, ed essendo naturalmente necessaria la riserva, occorrono due gruppi con Diesel da 250 HP ciascuno. Le ore di utilizzazione della potenza massima saranno $\frac{300.000}{160} = 1875$; il fattore medio di carico, essendo la centrale in servizio continuo sarà $\frac{1875}{8760} = 0,214$. Il costo dell'impianto, assumendo come riferimento i dati pubblicati dall'Ing. Mainardis, sarà di circa L. 850.000.

Il consumo di combustibile a pieno carico può fissarsi a 190 grammi per HPh, cioè, tenendo conto del rendimento dell'alternatore e della trasmissione, a circa 300 grammi per kWh ai morsetti; il consumo di lubrificante può fissarsi a 3,8 grammi per HPh, e cioè a circa 6 grammi per kWh. La caratteristica del consumo di combustibile sarà:

$$c = \frac{70}{n} + 230;$$

per $n = 0,214$ si ha $c = 560$ grammi per kWh; la spesa relativa sarà di L. 0,168. La caratteristica del consumo dei lubrificanti sarà

$$c' = \frac{2.5}{n} + 3,5$$

e per $n = 0,214$ si ha $c' = 15$ grammi per kWh con un costo di L. 0,075. Complessivamente il kWh per combustibile e lubrificante costerà L. 0,243. Dalle tabelle dell'Ing. Mainardis si sarebbe rilevato un costo di L. 0,125; l'esempio mostra quanto grande possa essere la differenza quando non si tenga conto del fattore di carico.

Le spese fisse possono essere così calcolate:

Interessi 8,5 %	L.	72.000
Ammortamenti 6,5 %	»	55.000
Personale (N.º 6 operai)	»	60.000
Manutenzione 2,5 %	»	21.000
Diversi (acqua, tasse, varie)	»	12.000
Totale	L.	220.000

e cioè circa L. 0,733 per kWh prodotto. Aggiungendo le spese vive di combustibile e di lubrificante il kWh prodotto raggiungerà un costo di circa L. 0.976.

Se si procedesse all'allacciamento mediante una conduttura a 20 kV lunga una decina di km, alle reti primarie di distribuzione esistenti, la spesa d'impianto sarebbe costituita da quella della linea, che può valutarsi a L. 210.000 e da quella della cabina di trasformazione, equipaggiata con due trasformatori da 175 kVA ciascuno, valutabile a L. 90.000.

Il rendimento medio della trasformazione può essere fissato per trasformatori a piccole perdite nel ferro, al 96%, di guisachè la energia in arrivo ad A. T. sarebbe di 313.000 kWh. Le spese fisse sarebbero:

Interessi 8,5%	L.	25.000
Ammortamenti 5%	»	15.000
Manutenzione 2,5%	»	7.500
Totale	L.	48.000

e cioè L. 0,16 per kWh reso a B. T. Poichè la Società di produzione esercente le linee ad A. T. è in grado di fornire nel caso in esame l'energia ad un prezzo attorno a L. 0,60 risulta immediatamente quanto grave sia il maggiore onere della produzione termica locale.

Altra conseguenza molto importante del confronto eseguito è che ove la Società produttrice potesse scendere nel prezzo dell'energia misurata a B. T. sino a 40 centesimi per kWh, il Comune potrebbe avere convenienza ad acquistare l'energia dalla Società piuttosto che a produrla autonomamente, anche quando avesse già costruita la centrale termica che, in tal caso, potrebbe utilmente destinare come riserva.

ING. GINO COLAJANNI

L. R. NASH
PRESID. COMMISS. TARIFFE DELLA N.E.L.A.

Le tariffe dell'energia elettrica negli Stati Uniti e l'equo rapporto tra i prezzi per utenti industriali, commerciali e domestici

(Dalla rivista " Stone and Webster ,, dell'agosto 1930 togliamo l'interessante rapporto che l'ing. Nash ha presentato alla sessione di Berlino della W. P. C.)

I dati contenuti nel rapporto si riferiscono essenzialmente alle imprese private, nelle cui mani trovasi il 95 % circa dell'industria.

Ove a chiarimento del tipo di tariffa sono indicate delle cifre, queste vanno considerate unicamente a titolo di esempio ma non stanno a rappresentare tariffe effettivamente applicate, o raccomandate dall'A.

STORIA DELLA FORMA DELLE TARIFFE.

La tariffa a forfait che dominava agli albori della elettricità, non è oggi più applicata che per classi speciali di utenti a prelievo ed orario fissi (illuminazione pubblica, insegne luminose ed altri tipi di illuminazione per esterno). All'aumentare del numero di applicazioni dell'elettricità e della loro diffusione essa è stata sostituita prima da una tariffa uniforme a consumo, in seguito da altre forme di tariffe differenziate secondo l'entità del consumo. Tariffe di questa forma sono ancora generalmente usate, ma il loro campo di applicazione va ognora restringendosi.

L'evoluzione ulteriore è nata dal riconoscimento dell'importanza del fattore di carico, in quanto il costo totale del servizio varia grandemente con esso. L'uso di tariffe che tengano conto in varia forma del fattore di carico è andato quindi generalizzandosi sempre più.

Poichè le tariffe normali non sono adatte per tutte le applicazioni, sono state studiate anche tariffe speciali. Però con l'affinarsi dei tipi di tariffa normale la necessità di queste va scomparendo.

DETTAGLI DI STRUTTURA DELLE TARIFFE.

In merito ai tipi di tariffa segnalati può osservarsi che una differenziazione quantitativa costituisce un fattore fondamentale praticamente della totalità dei tipi esistenti di tariffe: tale differenziazione si applica sia per la potenza prelevata che per l'energia consumata. In origine, quando si pagava soltanto il consumo, le tariffe avevano forma scalare. Tale forma è però praticamente scomparsa per far posto alla così detta tariffa a « blocchi » in base alla quale un determinato consumo iniziale paga un certo prezzo per kWh, il blocco successivo di kWh un prezzo unitario inferiore e così via.

Le forme di tariffa che tengono conto del fattore di carico possono suddividersi in due gruppi principali, tariffe a tipo Wright ed a tipo Hopkinson.

È ben nota la forma della tariffa Wright nella sua espressione più semplice:

Primi 30 kWh per kW di richiesta	1.90	Lire/kWh.
Tutti i kWh in eccesso	0.95	»

Talvolta essa trovasi applicata anche con due o più blocchi successivi al primo a tariffa elevata: in generale tali blocchi sono graduati soltanto secondo il consumo. Altre volte la tariffa Wright assume, per favorire forti consumatori, la forma seguente:

Primi 30 kWh per kW di prelievo	1,90	Lire/kWh
Successivi 60 kWh per kW di prelievo (ma non più di 600 kWh)	1,20	»
Tutti i kWh in eccesso	0,60	»

oppure, per favorire piccoli consumatori a prelievo elevato, l'altra:

Primi 50 kWh	1,90	Lire/kWh
Successivi 500 kWh (ma non oltre 60 kWh per kW di prelievo)...........................	1,20	»
Tutti i kWh in eccesso	0,60	»

Data la forte spesa per l'acquisto e la manutenzione degli apparecchi di misura occorrenti, la tariffa Wright è stata inizialmente applicata soltanto all'illuminazione commerciale ed alla piccola forza motrice; anzi anche in questi casi è stata qualche volta per economia presa a base la potenza allacciata od una frazione di questa. La difficoltà insita nel costo degli apparecchi va gradualmente scomparendo col diminuire del prezzo di costo; per determinare però il prelievo degli utenti domestici si seguono oggi comunemente, come vedremo, altri criteri.

La tariffa Wright presenta l'inconveniente che l'utente il quale non consuma tutta l'energia del primo blocco, non viene a pagare la quota dei costi fissi che gli spetta. La tariffa Hopkinson evita questa difficoltà. Ecco un esempio di tale tariffa nella sua forma più semplice:

Quota fissa	Lire 38	mensili per kW
Quota variabile	» 0,38	per kWh.

Nella pratica sia la quota fissa che quella variabile sono in generale differenziali. Uno dei vantaggi della tariffa consiste nel fatto che l'utente è in grado di confrontare il costo del servizio reso dall'ente distributore col costo di un impianto proprio. Inoltre se il prelievo di energia è sospeso per qualche tempo, l'ente continua come è giusto ad incassare le quote fisse. In origine questa forma di tariffa era largamente usata per la grande forza motrice, ma oggi si trova applicata per la grande illuminazione commerciale e le combinazioni di illuminazione e forza motrice per fabbricati di uffici, alberghi ecc. In queste condizioni la potenza prelevata viene generalmente misurata con uno strumento.

Nella pratica la tariffa Hopkinson trovasi talvolta modificata per soddisfare a determinate esigenze. Poichè spesso l'utente protesta per la quota fissa, questa può essere rimaneggiata in modo che vi resti compreso un certo numero di kWh. La quota fissa può venire ridotta per un utente che preleva energia soltanto quando il carico della rete è ridotto.

Le definizioni di « potenza prelevata » da servire per la determinazione della quota fissa sono tutt'altro che uniformi. Il periodo che serve alla determinazione della potenza massima varia da 5 a 60 minuti; più spesso esso è di mezz'ora e questo sembra logico perchè corrisponde alla capacità di sovraccarico dei generatori moderni. Per determinare la massima mensile può usarsi un solo periodo o, più raramente la media di 3 o più periodi. Similmente non vi è uniformità di criteri quanto al periodo da introdurre nella bolletta mensile, se cioè devesi fatturare il massimo mensile del mese corrente oppure il massimo durante un intervallo di tempo più lungo (generalmente dodici mesi) oppure il massimo durante la validità di quel determinato contratto di fornitura.

Il criterio più logico e in generale favorito dalle Società distributrici, sembra quello di prendere a base il prelievo massimo durante dodici mesi, poichè nel caso di riduzione permanente della potenza richiesta dall'utente, vi è la possibilità di rivendere la potenza resasi disponibile ad altro utente. Molti utenti però vi si oppongono e preferiscono il criterio del massimo mensile. Tale criterio trovasi in realtà frequentemente applicato, talvolta e preferibilmente con la limitazione che nessuna quota fissa mensile deve essere inferiore ad una percentuale determinata della massima quota mensile durante dodici mesi. Tale percentuale è usualmente non inferiore a 50 nè superiore a 75 per cento.

Questa forma di tariffa è anche adatta per utenze di carattere intermittente o stagionale, per le quali non si fanno pagare quote fisse durante determinati periodi. Questi periodi possono essere mesi od ore di carico ridotto della rete.

Le tariffe speciali cui si è accennato sopra sono state applicate per certe applicazioni quali la cucina, l'irrigazione, il riscaldamento, gli scaldaacqua. Generalmente queste tariffe sono state studiate per incoraggiare nuove applicazioni per le quali le tariffe normali non sembrano attraenti, con la tacita riserva di sostituirle con tariffe normali quando ciò sarà giustificato dallo sviluppo raggiunto.

Lineamenti speciali delle tariffe.

Tutti i tipi o classi di tariffe suddette possono racchiudere certi lineamenti speciali oltre a quelli cui si è già accennato.

Clausole combustibili.

La clausola combustibile più usata consiste in un fattore di correzione da applicarsi al prezzo del kWh per una determinata variazione di prezzo del combustibile. Talvolta ma più raramente la clausola anzichè basarsi sul prezzo del combustibile si basa sul consumo di questo fatto dalla centrale.

È consuetudine fissare un intervallo di prezzi normali, al di fuori del quale viene applicata la clausola combustibile.

Queste clausole sono generalmente usate soltanto per forti consumatori.

Correzione per il fattore di potenza.

Generalmente si assume come fattore di potenza normale 0,8. Quando il fattore di potenza è inferiore, ove siano applicate delle tariffe Hopkinson, si aumenta proporzionalmente la quota fissa. In alcuni pochi casi se il fattore di potenza è superiore a quello contrattuale, la tariffa viene ridotta.

La correzione suindicata non è esatta in quanto non corrisponde alle variazione del costo se lo scarto del fattore di potenza è forte. Vi è una tendenza ad usare il kVA in luogo del kW quale base per le quote fisse; oggi però il costo dei relativi strumenti si giustifica soltanto per impianti molto importanti.

Servizi con limitazione di orario.

Fino a pochi anni or sono la punta quotidiana era dovuta al servizio luce e quindi vi era motivo di accordare tariffe speciali per i servizi fuori punta. Oggi in molti casi tale motivo non sussiste più.

Vi sono comunque ancora dei casi nei quali è giustificato un servizio ad orario limitato con tariffe sostanzialmente inferiori a quelle normali. I vantaggi degli impianti industriali per servizio proprio sono andati diminuendo con lo sviluppo delle centrali generatrici. In molti casi il costo di esercizio dei primi è più elevato di quello delle seconde, per quanto la differenza non sia sufficiente per coprire i costi fissi di queste ultime per un servizio senza limitazione. Ciò ha portato alla conclusione di molti contratti per il così detto servizio forza motrice « di riserva », in base ai quali la società distributrice si assume di disimpegnare il servizio con la potenza generatrice altrimenti tenuta in riserva per i casi di emergenza o per le eventuali riparazioni. L'utente si impegna a mantenere in condizioni di esercizio il proprio impianto generatore e di servirsene per uso proprio quando la Società è obbligata a ricorrere alle proprie riserve per le necessità del servizio normale. Le tariffe di questo tipo generalmente consistono in modificazioni della quota fissa di una tariffa Hopkinson. Questo tipo di servizio però non è in generale raccomandabile salvo che l'utente non disponga di mezzi propri per soddisfare alla propria richiesta, o almeno alla parte essenziale di questa, mezzi che vengono effettivamente tenuti in condizioni di lavoro.

Sconti per la tensione primaria.

Quando l'utente preleva l'energia ad alta tensione e provvede a proprie spese alla trasformazione per l'illuminazione e le piccole applicazioni di forza motrice, le società accordano in generale degli sconti speciali sulla quota fissa e in certi casi anche su quella variabile. Tali sconti raramente sono superiori al 10%.

Minimi garantiti.

Negli ultimi anni si è notato una tendenza ad eliminare i minimi garantiti per quanto oggi si faccia strada la convinzione che tale tendenza non sia giustificata, in quanto non si dovrebbe far portare dagli utenti regolari i carichi dovuti a quelli irregolari. In realtà in molti casi i minimi garantiti andrebbero aumentati anzichè diminuiti per il vantaggio dell'utenza nel suo complesso.

Sconti per pronto pagamento.

Tali sconti molto in uso nel passato negli Stati Uniti consistevano in una riduzione del 10 % per le bollette pagate entro un periodo determinato, generalmente 10 giorni. *Oggi però quest'uso va via via scomparendo oppure viene limitato allo sconto commerciale di pronta cassa per grandi utenti.*

Tariffe facoltative.

Per facilitare l'introduzione delle nuove tariffe moderne, in particolare di quelle con quota fissa che sulle prime riescono poco gradite all'utente, si è ricorso al mezzo di lasciare all'utente la scelta fra la vecchia e la nuova tariffa. È noto che le nuove tariffe favoriscono l'utente a forte consumo mentre risultano più gravose per quelli a basso consumo. Ne segue che i primi sceglieranno la nuova tariffa, i secondi preferiranno conservare la vecchia, cosicchè spesso lo scopo della nuova tariffa resta frustrato ammenochè il consumo sia così aumentato da rendere

la nuova tariffa più favorevole in tutti i casi. Occorre tener presente che il livello di una o di ambedue le tariffe deve in questi casi essere più elevato di quello che sarebbe se vi fosse una sola tariffa.

Differenziazioni geografiche.

A questo riguardo si trovano negli Stati Uniti differenze notevolissime da una società all'altra. Alcune delle maggiori che servono zone di parecchie centinaia di chilometri quadrati, applicano tariffe uniformi per tutta la zona; altre invece dividono il loro territorio in zone minori ed applicano tariffe più elevate nelle zone più distanti o meno abitate. Nel primo caso è evidente che gli utenti delle zone a popolazione più densa pagano una parte del costo del servizio per gli utenti rimanenti. È discutibile se in generale questa pratica sia giustificata.

Tariffe rurali.

Questo argomento è stato recentemente molto studiato e si è giunti alla conclusione che il servizio luce e piccole applicazioni non può venire fornito ad utenti lontani ad un prezzo che essi sono in grado di pagare. Se invece si aggiungono la cucina, gli impianti di refrigerazione e di pompaggio ed altri servizi congeneri, il costo del servizio resta così ridotto che possono praticarsi tariffe convenienti. Si è in generale oggi d'accordo sulla condizione che il servizio rurale deve pagare il proprio costo e non essere a carico di altre classi di servizio, per quanto come si è visto nel paragrafo precedente vi siano ancora dei sostenitori dell'idea che gli agglomerati urbani devono portare in parte il costo delle zone rurali circostanti e tributarie di essi.

Va diffondendosi l'opinione che gli utenti rurali non devono essere chiamati a contribuire al finanziamento dei sistemi di distribuzione necessari per il loro servizio. Gli utenti rurali dispongono in generale di mezzi limitati ed ogni contributo da essi portato al costo della distribuzione diminuisce la loro capacità di acquistare gli apparecchi elettrici necessari per utilizzare il servizio elettrico. Se le società distributrici devono spendere somme superiori alle ordinarie per giungere fino agli utenti rurali, le loro tariffe devono provvedere alla rimunerazione del maggior investimento richiesto in aggiunta al costo normale del servizio. Tali tariffe speciali sono spesso graduate in relazione alla densità del carico e prendono la forma di tariffe indipendenti dal consumo o di garanzia di minimo reddito. Le tariffe per l'energia consumata si tengono nel primo caso quanto più basse è possibile per stimolare l'uso del servizio. Nel secondo l'utente è naturalmente incoraggiato a provvedersi di apparecchi utilizzatori che permettano di sfruttare in pieno il minimo che deve in tutti i modi pagare. La tendenza dei reparti per servizio rurale delle società interessate in questo argomento consiste nello sviluppare sempre più tutti quei mezzi che permettono di utilizzare con profitto il servizio elettrico e portare così ad una riduzione del costo unitario.

Tariffe d'incoraggiamento.

È questo l'argomento oggi più in discussione tra quelli che si interessano di tariffe elettriche. Con questo nome si intendono le tariffe studiate particolarmente per stimolare un aumento sostanziale del consumo, particolarmente per quanto riguarda servizi domestici. La spesa annua media per il servizio elettrico domestico negli Stati Uniti è prossima a 570 lire, corrispondenti ad una percentuale estremamente piccola del reddito familiare medio. È ovvio che tariffe adatte per il servizio di cucina, per i refrigeranti, gli scaldaacqua ed altri forti consumi, se sufficientemente basse, possono portare ad un forte aumento percentuale del consumo.

Il principio su cui si basano le tariffe d'incoraggiamento è che si devono ricuperare da tutti gli utenti quegli elementi del costo che sono indipendenti dall'effettivo consumo di energia. Una volta che si sia provveduto a ciò, il prezzo per l'energia può tenersi molto basso e così si può aumentare il consumo come le società desiderano.

È evidente che ha poco senso di applicare tariffe d'incoraggiamento al servizio forza motrice ove l'energia elettrica prelevata corrisponde alle necessità effettive del processo di produzione. L'applicazione di tali tariffe all'illuminazione commerciale è anch'essa limitata per quanto le possibilità ed i vantaggi di una migliore illuminazione probabilmente non sono stati abbastanza apprezzati.

La percentuale delle città americane di 20.000 o più abitanti che hanno adottato tariffe d'incoraggiamento è aumentata nel settennio 1922-1928 dal 36% al 71 %. Il cambiamento è stato meno pronunciato per le tariffe commerciali poichè la percentuale delle città aventi tariffe d'incoraggiamento per servizio domestico e commerciale è aumentata dal 41 % al 69 %. L'aumento è stato però tutt'altro che uniforme in quanto negli ultimi anni il movimento verso l'adozione di tariffe d'incoraggiamento è stato molto intenso. Tra le tariffe d'incoraggiamento, nel compilare la statistica suddetta, si sono comprese anche le tariffe a blocchi nelle quali il primo blocco non è superiore a 40 kWh mensili.

Limitandoci alle tariffe d'incoraggiamento domestiche, la forma più semplice di queste consiste in una tariffa a blocchi il cui primo blocco comprenda un piccolo numero di kWh, mentre i blocchi successivi comportano un prezzo unitario sostanzialmente più basso. Poichè questa forma di tariffa offre riduzioni ingiustificate ai consumatori aventi grandi installazioni luce, alcuni ricorrono ad una tariffa di tipo Wright in cui il blocco iniziale al quale sono applicati i prezzi normali per la luce è determinato non dall'effettivo prelievo ma dal numero delle stanze o dalla superficie illuminate. Questo è anche il tipo più diffuso di tariffa domestica.

Attualmente sta introducendosi una forma di tariffa con quota fissa indipendente dal consumo per coprire i costi fissi del servizio. Tale quota è generalmente proporzionale al numero delle stanze od alla superficie illuminata benchè in alcuni casi quando sussiste eguaglianza o quasi degli appartamenti si applica una quota fissa uguale per tutti gli utenti. Tale tariffa può ad esempio aver la forma:

Quota fissa: L. 1,20 mensili per ogni 10 m² di superficie (superficie minima = 95 m²);

Quota variabile: primi 50 kWh a 0,95 Lire/kWh. Tutti i kWh in eccesso a 0,67 Lire/kWh.

Ove si incontra difficoltà ad introdurre una quota fissa indipendente dal consumo o tariffe di altro tipo nelle quali compaiono le dimensioni dell'alloggio, si è usata una struttura più semplice, consistente in una somma fissa per un determinato numero di kWh o un consumo inferiore a questo. Un esempio di tale tariffa e il seguente:

Primi 32 kWh o meno al mese	57	Lire
Successivi 68 kWh	0,95	Lire/kWh
Tutti i kWh in eccesso	0,57	»

In generale la superficie degli alloggi si misura dall'esterno, facendo poi detrazioni determinate per certi locali, lo spessore dei muri, ecc.

La tariffa evidentemente più razionale implicherebbe una quota fissa indipendentemente dal consumo; poichè questa però è poco accetta al pubblico in generale, la tariffa di tipo Wright va ancora estendendosi.

Tutte queste forme di tariffe presentano il vantaggio comune che basta un contatore per tutti i servizi domestici.

Occorre però dire che forse il problema delle tariffe di incoraggiamento è stato affrontato con entusiasmo eccessivo col

pericolo di applicare tariffe troppo basse. Gli studi fatti per alcuni anni sul rapporto esistente tra il prezzo medio del kWh, il consumo di kWh e gli introiti, mostrano che al diminuire delle tariffe i consumi aumentano notevolmente ma gli introiti soltanto poco. Dividendo tale aumento di introito per l'aumento dei kWh si trova che l'incremento di introito per kWh è piccolo. Non risulta sempre evidente se tale aumento è sufficiente per coprire l'incremento di costo.

Relazione fra le tariffe per le varie categorie di utenti.

Nella tabella seguente sono indicati i prezzi medi per kWh ed i consumi medi mensili dei principali tipi di servizi.

Servizio	*kWh mensili*	*Prezzo per kWh in Lire*
Industriale	6.400	0,274
Commerciale	275	0,865
Domestico	38	1,245

Nel servizio industriale è compresa anche l'energia venduta ad altre società e quella per la trazione; i kWh totali venduti in questo servizio ammontano a circa 2/3 della vendita totale all'ultimo consumatore. Il servizio commerciale comprende circa un sesto di tale vendita, e il servizio domestico circa un ottavo. Il margine effettivamente esistente tra le tariffe massime e minime è naturalmente maggiore di quello che risulta dalla tabella. Le tariffe domestiche sono talvolta doppie di quelle indicate, quelle del servizio industriale la metà per grandissime forniture.

È naturalmente molto difficile giudicare se i rapporti tra i prezzi medi indicati sono giusti, dato che molte parti degli impianti sono comuni a tutti i servizi ed una tale analisi richiederebbe che i costi relativi venissero ripartiti tra i vari servizi.

Tutti i tentativi fatti sia da parte delle commissioni di regolamentazione che delle industrie manifatturiere non hanno condotto a risultati precisi.

In calcoli del genere entra sempre un elemento arbitrario di giudizio. Comunque secondo quanto è stato conformemente giudicato da persone esperte sembrerebbe che l'utile più elevato sul capitale investito si ricavi dall'illuminazione commerciale e dalla piccola forza motrice, mentre l'utile derivante dalla grande forza motrice e dal servizio domestico è relativamente basso. Posto che tali analisi siano approssimativamente corrette esse dimostrano che è ingiusto affermare che il servizio domestico dia profitti esagerati e porti una parte dei costi della grande forza motrice.

Le tariffe per la grande forza motrice sono in generale soggette a forte concorrenza e benchè l'introito relativo è relativamente basso riferendolo agli investimenti richiesti, è ciononostante evidente che il costo incrementale di questo servizio è inferiore in discreta misura al reddito che produce. Se queste utenze non venissero allacciate alle tariffe dettate dalla concorrenza, per le rimanenti utenze che assorbono soltanto una piccola frazione dell'attuale produzione totale occorrerebbero investimenti unitari più elevati, si avrebbe un peggiore rendimento nell'esercizio e risulterebbe più elevato il costo unitario per l'amministrazione. L'espressione « costo incrementale » sta qui a significare la differenza effettiva del costo complessivo del servizio con e senza l'utenza in quistione.

Il servizio domestico si ritiene in generale non sia soggetto a concorrenza e ciò è vero per la luce ed alcune applicazioni minori. Però le applicazioni da cui potrebbe ottenersi l'introito più elevato, cucina, riscaldamento, scaldaacqua, ecc. sono invece soggette a concorrenza. Agli inizi dello sviluppo di queste nuove applicazioni è ragionevole attendersi un utile modesto. Quanto alle applicazioni non soggette a concorrenza ragioni di indole generale quanto ai rapporti col pubblico e considerazioni politiche sono fattori che influenzano l'altezza delle tariffe.

Il servizio commerciale non è in generale soggetto a concorrenza ed è logico quindi che esso porti utili maggiori.

La conclusione di quanto precede è che i rapporti esistenti tra le tariffe dei vari servizi non sono illogici nè ingiusti. I criteri a cui si uniforma l'industria elettrica, sottoposta alle restrizioni della regolamentazione, non differiscono sostanzialmente da quelli di altre imprese industriali.

Analisi dei costi.

Abbiamo già detto che la determinazione dei costi del servizio per le varie categorie di utenti non può essere fatta in modo esatto data l'arbitrarietà che sussiste nel ripartire tra di essi i costi relativi agli investimenti comuni ed alle spese di esercizio. Tuttavia tali analisi sono state tentate. La base comune di tali analisi consiste nel dividere i costi di ogni genere in tre gruppi principali:

1) Costi per unità di potenza richiesta;
2) Costi per utente;
3) Costi per kWh venduto.

Nell'eseguire un'analisi del genere si troveranno vari titoli di spesa che non possono venire attribuiti a nessuno dei tre gruppi suddetti. È consuetudine riunire questi in un unico gruppo che poi si distribuisce proporzionalmente ai totali degli altri costi.

Metodi di analisi.

Nella determinazione dei costi per unità di potenza ci si dovrebbe preferibilmente riferire, per quanto riguarda gli impianti di produzione, trasmissione e conversione, alla richiesta media di potenza, cui tali impianti possono soddisfare con sicurezza, nel periodo compreso tra l'installazione degli stessi ed il tempo a venire in cui l'aumento del consumo ne renderà necessario l'ampliamento.

L'investimento nelle linee di distribuzione è in parte determinato dalla potenza richiesta ed in parte dalla distribuzione geografica degli utenti. In parecchie analisi si ritiene che una distribuzione scheletrica sufficiente per dare tensione a tutti gli utenti costituisca una parte del costo per utente, mentre l'eccesso dell'investimento reale, in buona parte costituito dal rame, sia proporzionale alla potenza prelevata.

Una volta ripartito il capitale investito secondo le direttive indicate restano determinate le quote del servizio del capitale, comprendendovi deprezzamento e tasse, da assegnarsi alle varie categorie di costi. Le spese di esercizio possono analizzarsi in modo analogo. Vari titoli di spesa si divideranno fra due o più gruppi di costo; altri titoli come quelli di amministrazione non possono assegnarsi a nessun gruppo.

Ottenuti i totali dei singoli gruppi, è possibile passare alla determinazione dei singoli costi unitari. Dividendo i costi totali fissi per la potenza media richiesta dalla centrale, il costo unitario che si ricava non corrisponde al costo effettivo per utente a causa della diversità tra gli utenti. È quindi necessario conoscere i fattori di diversità delle varie categorie. Disgraziatamente i dati disponibili sono pochi. In alcuni casi però ciò può farsi.

Risultati delle analisi.

Mentre vi sono naturalmente grandi differenze nei costi unitari, per kW, per utente e per kWh, per società di varia posizione geografica e condizioni di esercizio, è tuttavia possibile indicare l'ordine di grandezza di tali costi in condizioni medie. I costi per utente presentano le variazioni minori e si

trovano essere all'incirca di 20 lire mensili. I costi per unità di potenza prelevata sono per ragioni ovvie molto diversi e oscillano intorno ad una media di circa 80 lire per kW della potenza media richiesta in centrale. Il costo per kWh prodotto è in generale di circa 20 centesimi, ma per piccole aziende può anche superare tale cifra del 50 % e più.

Regolamentazione delle tariffe.

Come è noto la distribuzione dell'energia è in quasi tutti gli Stati soggetta a regolamentazione. I compiti di tale regolamentazione variano da Stato a Stato. In alcuni casi le commissioni di regolamentazione hanno il diritto non solo di investigare le tariffe ma anche di prescrivere il carattere esatto e la forma delle tariffe. In generale però le commissioni si limitano all'approvazione delle forme di tariffa e del loro importo proposti dalle società.

Conclusioni.

Vi è negli Stati Uniti una tendenza definita e pronunciata verso tariffe d'incoraggiamento destinate a stimolare l'aumento del consumo e diminuire così il costo del kWh prodotto. Tale tendenza poggia sopra una base economica sana e dovrebbe risultare di vantaggio sia per il produttore che per l'utente. Alcune delle riduzioni di tariffa fatte negli ultimi anni non sarebbero state possibili senza un aumento di consumo che ha avuto un'influenza rimarchevole sopra i costi.

Le unità generatrici e le centrali sono state ingrandite e il loro rendimento è aumentato. I grandi sistemi vengono sempre più interconnessi per mezzo di linee di trasmissione. Le interconnessioni hanno permesso di ridurre l'investimento con l'eliminazione delle riserve. Inoltre è stato così possibile far portare il carico principalmente da grandi stazioni ad alto rendimento mentre le centrali a basso rendimento vengono tenute in riserva per casi di emergenza e per coprire le punte.

Circa il 40 % della produzione totale è di origine idroelettrica.

Quanto abbiamo esposto precedentemente fa ritenere che la tendenza attuale alla diminuzione delle tariffe ed all'uso di nuove applicazioni debba continuare. A tale tendenza si oppongono però il costo crescente della mano d'opera, il livello più elevato dei prezzi del materiale e la crescente complessità dei sistemi di distribuzione, cose tutte queste che tendono ad aumentare il capitale occorrente per unità di potenza richiesta. È evidente che deve farsi ogni sforzo per spingere al massimo l'uso di ogni unità disponibile nell'impianto e tariffe opportunamente congegnate possono essere un importante strumento per tale fine.

L. R. Nash.

Ing. Henri Dufour

Sul processo di sedimentazione in un dissabbiatore

Nel suo articolo: « Studio del processo di sedimentazione in un dissabbiatore » pubblicato nel fascicolo di giugno 1930 de *L'Energia Elettrica*, l'ing. Diego Guicciardi ha esposto i risultati di alcune ricerche sperimentali da lui eseguite sul dissabbiatore di Perrères. Le constatazioni fatte hanno sorpreso lo stesso sperimentatore, il quale è giunto a delle conclusioni che, se fossero esatte, potrebbero allarmare non soltanto gli ingegneri e costruttori che sino ad oggi hanno accordato la loro fiducia al sistema di dissabbiatore che porta il nome dello scrivente, ma anche e sopratutto quelli le cui centrali sono soggette all'insidia della portata solida e che pertanto hanno in progetto l'applicazione di uno dei dissabbiatori suddetti.

Prima di addentrarmi nella discussione dei risultati trovati dall'ing. Guicciardi, ritengo opportuno richiamare le caratteristiche principali del dissabbiatore di Perrères, il quale ha lo scopo di chiarificare le acque derivate dal torrente Marmore.

Una parte di queste acque viene pompata nel serbatoio di Cignana, situato a 357 m sopra la quota di presa; la parte rimanente viene invece direttamente utilizzata, sotto un salto di 472 m, nella centrale di Maen. L'acqua immessa nel lago di Cignana viene pure a sua volta utilizzata nella stessa centrale ma sotto un salto di 828 m. Allo scopo di preservare le pompe di sollevamento e le turbine della centrale di Maen da una rapida usura per effetto della sabbia trasportata dalle acque del torrente Marmore, la Società Idroelettrica Piemonte (S.I.P.) venne nella determinazione di adottare un dissabbiatore del tipo da me brevettato, capace di eliminare dall'acqua, non soltanto i granuli di diametro superiore a 0,3 mm, ma anche una buona parte di particelle ancor più piccole.

Questa scelta di un limite efficace di decantazione sino a particelle di 0,3 mm, appariva ben giustificata dal fatto che in alcune centrali già costruite, con turbine funzionanti sotto salti di 720÷750 m, la decantazione era stata spinta sino a granuli di 0,4 e 0,3 mm, mentre in altri impianti con salti minori tale limite era stato ulteriormente abbassato sino a particelle di 0,25 e 0,20 mm. Nel caso di un impianto di sollevamento molto importante, con un dislivello di 870 m, la decantazione delle acque era stata spinta con successo sino a granuli di 0,2 mm.

La fig. 1 rappresenta il dissabbiatore di Perrères nella forma e con le dimensioni definitive da me stabilite.

L'acqua, carica di materiale in sospensione, viene immessa nel dissabbiatore dal canale di presa *Ca*. Secondo le indicazioni fornite dalla S.I.P., la velocità d'ingresso dell'acqua nel canale *Ca* sarebbe dell'ordine di grandezza di diversi metri al secondo; tale velocità, per effetto della forte pendenza del fondo, si mantiene sino all'imbocco del dissabbiatore, due m a monte

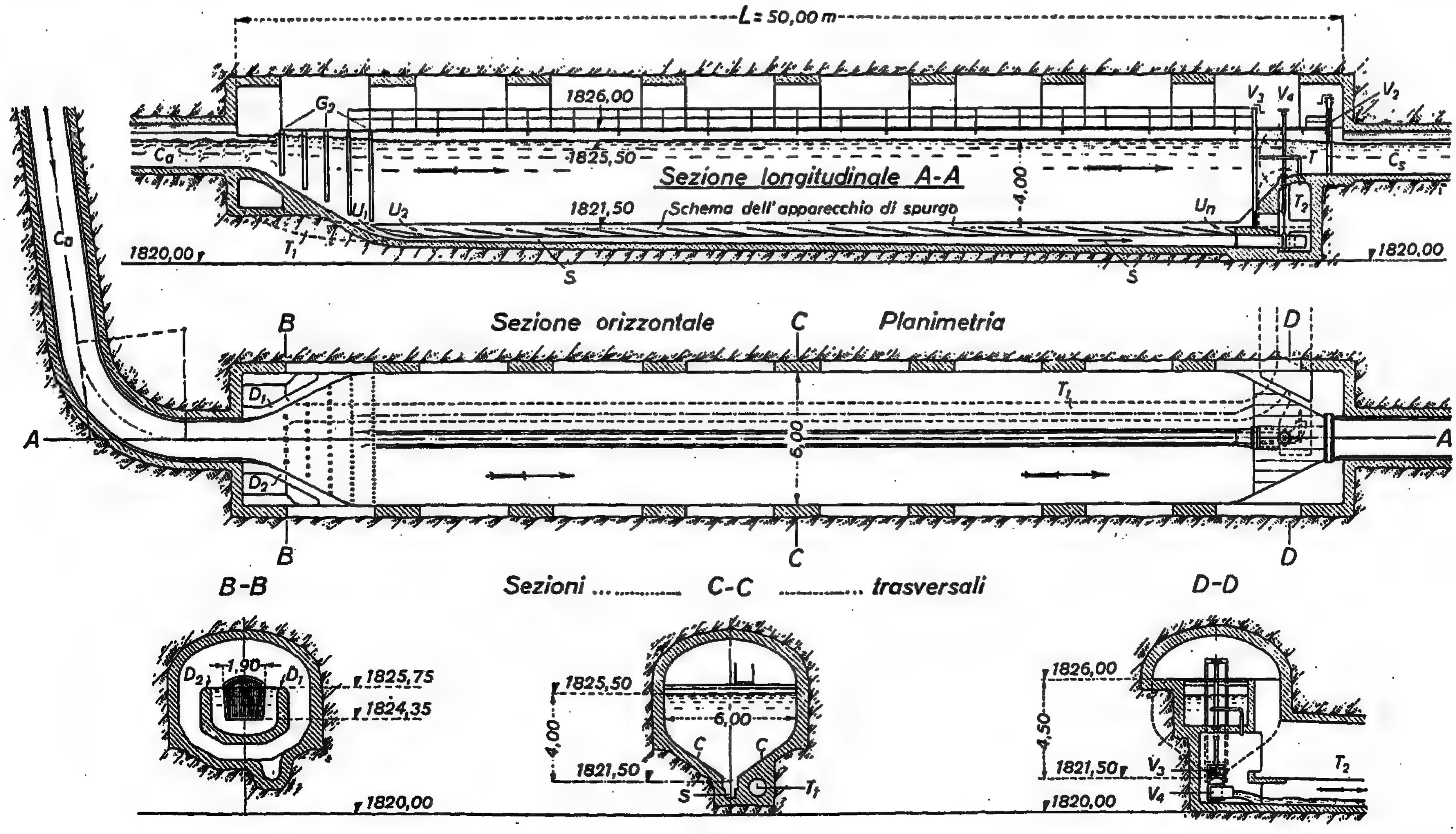


Fig. 1.

della sezione *B-B*. La brusca curva del canale imprime inoltre alla massa d'acqua fluente un moto estremamente agitato.

Subito a valle della sezione d'ingresso, l'acqua è costretta ad attraversare le griglie G_2, le quali hanno essenzialmente la funzione di rallentare e di regolare il moto della corrente, riducendone la velocità media a 0,25 m/sec e realizzando una distribuzione di velocità per quanto possibile uniforme su tutta l'ampia sezione *C-C* della vasca di decantazione.

Senza queste griglie, la corrente d'acqua in arrivo conserverebbe una elevata velocità ed uno stato di violenta agitazione vorticosa sino all'estremità a valle della vasca e perciò il processo di decantazione delle particelle contenute in sospensione sarebbe assai imperfetto.

Le stesse griglie determinano inoltre la separazione delle particelle più grosse le quali precipitano in gran parte al fondo lungo il tratto occupato dagli schermi G_2 e vengono eliminate attraverso la luce di spurgo U_1 che immette nel canale di scarico *S*.

Dopo le griglie, l'acqua defluisce lentamente e con moto regolare verso lo sbocco della vasca di decantazione, mentre le particelle più piccole rimaste ancora in sospensione, precipitano gradatamente verso il fondo eliminandosi con continuità attraverso le luci dell'apparecchio di spurgo. Le pareti inclinate *C-C*, che costituiscono in certo modo il *ricettore* della vasca, facilitano appunto il convogliamento delle particelle suddette verso il canale *S*. Verso l'estremità a valle del bacino l'acqua è ormai completamente chiarificata e la sua velocità aumenta gradatamente sino a raggiungere, in corrispondenza della sezione terminale di sbocco, un valore di $\sim$ 1.80 m/sec. La paratoia V_2 è destinata a regolare la portata effluente dal dissabbiatore in armonia con le richieste della centrale, e a mantenere costante il livello dell'acqua nel bacino di decantazione con qualunque portata.

L'eccesso di portata che passa eventualmente attraverso l'opera di presa viene nuovamente restituito al torrente Marmore mediante lo sfioratore $D_1 D_2$ e la tubazione T_1 la quale immette nella galleria di scarico T_2; questa serve anche da accesso al dissabbiatore.

Fu scelta tale disposizione perchè permetteva di praticare lo sfioratore in corrispondenza degli angoli a monte dello scavo (in galleria), utilizzando interamente la larghezza di questo per la vasca di decantazione.

La paratoia V_3 serve allo svuotamento rapido della vasca ed alla pulitura della medesima, nel caso che il dissabbiatore debba funzionare qualche tempo senza scarico continuo.

La saracinesca V_4, infine, serve a regolare o a chiudere la luce di scarico del canale *S*. Allorchè la V_4 è aperta, *l'acqua che si scarica per questa via provoca, nel canale S e attraverso le luci U_2, U_3..... U_n del ricettore, una corrente la cui velocità (regolabile) deve essere in ogni caso tale da assicurare il trascinamento del materiale abbandonato dall'acqua che attraversa il dissabbiatore.*

Sintanto che la portata del Marmore è superiore a quella richiesta dall'impianto — il che si verifica generalmente in primavera e in estate — la saracinesca V_4 può rimanere completamente aperta; la decantazione non richiede alcuna manutenzione ed avviene in modo assolutamente automatico e continuo. Siccome non si può formare un deposito apprezzabile nella vasca, questa conserva sempre la sua massima efficienza qualunque sia il quantitativo di materiale detritico trasportato dall'acqua derivata.

È facile rendersi conto della grande importanza di questo vantaggio, quando si pensi che un dissabbiatore come quello di Perrères deve poter eliminare sino a 1000 m³ di materiale detritico per giorno.

Quando la portata del Marmore diminuisce, la quantità del materiale solido trasportato decresce pure rapidamente e allora si può ridurre la perdita d'acqua dovuta al dissabbiatore, regolando opportunamente la saracinesca V_4. Allorchè la portata naturale disponibile è minore di quella derivabile, le acque del torrente sono generalmente limpide e allora la luce di scarico V_4 può restare completamente chiusa; in tal caso il consumo del dissabbiatore è nullo. Se dopo qualche tempo si dovesse depositare sul fondo della vasca uno strato di limo e di sabbia fine, basterà aprire per pochi istanti la V_4 in modo da eliminare ogni deposito senza vuotare la vasca nè disturbare comunque il servizio della derivazione.

Il dissabbiatore di Perrères è entrato in servizio durante l'inverno 1928-29. Secondo le più recenti notizie avute dalla S.I.P. (nell'agosto u. s.) esso ha sempre funzionato bene e la depurazione automatica si è dimostrata perfettamente sicura, sia a scarico (V_4) parzializzato che a scarico completamente aperto.

In occasione delle prove di collaudo eseguite nel giugno 1929, avevo constatato che, per soddisfare ad una prescrizione dell'autorità, *era stata omessa la paratoia V_2*. A valle del dissabbiatore era stato disposto un lungo stramazzo e successivamente a questo una paratoia di regolazione; le cose però erano state regolate in modo che *il livello dell'acqua nel dissabbiatore non raggiungeva la sua quota normale e la superficie liquida accusava un moto fortemente agitato.*

Abbassando la paratoia di regolazione sino a rigurgitare lo stramazzo, *fu possibile riportare il livello dell'acqua nella vasca di decantazione, alla quota normale, ottenendo così una superficie liquida assai più tranquilla, che attestava chiaramente l'efficacia delle griglie G_2.*

In seguito, feci rimarcare alla S.I.P. le conseguenze della mancanza della paratoia V_2 e mi misi a sua disposizione per l'eventuale studio di una soluzione che permettesse di mantenere l'acqua del bacino alla sua quota normale (h = 1825,50) pur rispettando le prescrizioni dell'autorità inerenti alla massima portata erogabile attraverso la galleria. Ignoro tuttavia se la situazione sia poi stata modificata.

Ho ritenuto opportuno diffondermi sopra questi particolari per il fatto che dalle figure 4 e 5 dell'articolo dell'ing. Guicciardi risulta che il livello dell'acqua nel dissabbiatore, durante le esperienze dianzi accennate, si trovava a quota 1825,13 *ossia a m 0,37 al disotto della quota normale da me prescritta; in tali condizioni il moto dell'acqua lungo il bacino di decantazione non poteva essere sufficientemente regolare.*

Ritornando alle prove di collaudo sopra accennate, ricordo che siccome il giorno delle prove stesse le acque del Marmore, pur essendo abbondanti, erano relativamente chiare, fu deciso di procedere anche ad una prova con aggiunta di materiale detritico fine gettato nell'acqua, a monte del canale di immissione.

Ecco i risultati delle prove eseguite:

Prova n.° 1. Dissabbiatore a regime normale; spurgo automatico; aggiunta di 7,27 m³ di materiale detritico in 19 minuti. L'analisi di 255 l d'acqua torbida diede un residuo secco totale di 124 cm³, così ripartito:

58 cm³ di particelle $<$ 0,3 mm
66 » » » $>$ 0,3 »

L'analisi di 380 litri d'acqua chiarificata diede invece un residuo secco di 39,1 cm³, composto:

per 39,0 cm³, da particelle $<$ 0,3 mm
e » 0,1 » » » $>$ 0,3 »

L'acqua depurata, dunque, conteneva solamente 0,1 cm³ (ossia il 0,25 % in volume) di particelle maggiori di 0,3 mm mentre le mie garanzie ammettevano una tolleranza del 5%. Il fatto che, mentre 380 litri d'acqua torbida contenevano $\frac{58 \times 380}{255} = 86{,}5$ cm³ di particelle $<$ 0,3 mm, lo stesso quan-

titativo d'acqua chiarificata ne conteneva invece 39 cm³ soltanto, dimostra peraltro che il dissabbiatore aveva eliminato anche una forte proporzione di materiale finissimo.

Prova n.° 2. Dissabbiatore a regime normale; spurgo automatico, senza aggiunta di materiale detritico.

Prelevati 190 l di acqua torbida e altri 190 l di acqua chiarificata si trovarono rispettivamente i seguenti quantitativi di residuo secco:

nell'acqua da chiarificare:

	18,5 cm³ di grani	< 0,3 mm
	170,5 » » »	> 0,3 »
totale	189,0 cm³;	

in quella depurata:

	3,7 cm³ di grani	< 0,3 mm
	poche particelle	> 0,3 »
totale	~ 3,7 cm³.	

Questi ultimi risultati dimostrano, specialmente, che il dissabbiatore di Perrères è pure in grado di eliminare, in condizioni normali di esercizio, quasi tutte le particelle minori di 0,3 mm. D'altra parte mi è stato assicurato dalla S.I.P. medesima che la sua efficacia può ritenersi sufficiente anche per riguardo alla limitazione dell'usura sia delle pompe che delle turbine. Dal punto di vista pratico, dunque, il dissabbiatore in oggetto può considerarsi come una installazione perfettamente riuscita e bene rispondente agli scopi prefissi. Vediamo ora perchè le sue dimensioni sono notevolmente maggiori di quelle trovate dall'ing. Guicciardi in base alle sue esperienze di laboratorio.

Secondo il predetto ingegnere il dissabbiatore di Perrères dovrebbe servire ad eliminare i granuli maggiori di 0,4 mm; la profondità h dell'acqua, nel mezzo della vasca sarebbe di 3,5 m, la velocità media di regime $v_0 = 0{,}1$ m/sec e quella di caduta delle particelle $v_p = 0{,}055$ m/sec.

Ma nessuno di questi dati corrisponde alle caratteristiche del dissabbiatore in questione; lo stesso dicasi della lunghezza efficace teorica del bacino di decantazione che l'ing. Guicciardi trova uguale a m 6,36 *e — per aumentare l'effetto della sua esposizione — pone a confronto, non già con la lunghezza effettiva della vasca, ma con la lunghezza totale del dissabbiatore di Perrères.*

Come si è già accennato questo impianto è stato costruito in base agli accordi presi con la S.I.P. per eliminare i granuli maggiori di 0,3 mm (più piccoli cioè del 25% di quelli da 4 mm); la profondità h dell'acqua è di 4 m (maggiore del 14% di quella indicata dall'ing. Guicciardi) e la velocità di regime nel bacino è $Vo = 0{,}25$ m/sec (superiore cioè del 150% a quella di 0,1 m/sec ammessa dall'Autore anzidetto).

Il valore della velocità di precipitazione (v_p) dei granuli di 0,3 mm è pure assai diverso da quello di 0,055 m/sec indicato dall'ing. Guicciardi. Secondo i risultati di alcune mie esperienze di laboratorio questa velocità di caduta diminuisce in una certa proporzione col diminuire delle dimensioni dei granuli. Bisogna considerare inoltre che la costituzione mineralogica e di conseguenza il peso specifico delle particelle non sono affatto uniformi; se quest'ultimo varia da 2 a 2,8, il peso attivo corrispondente, nell'acqua, varia da 1 a 1,8. Oltre a ciò si deve pure considerare l'influenza della forma dei grani la quale, mentre per alcuni è pressochè sferica, per altri assomiglia a quella di una pagliuzza ricurva che nella caduta si comporta come un minuscolo paracadute.

Allo scopo di determinare esattamente la velocità di caduta dei granuli di 0,3 mm, che il dissabbiatore doveva eliminare dall'acqua, avevo prelevato da diversi punti del Marmore, a monte della presa di Perrères, alcuni saggi di materiale detritico depositato dal torrente. In laboratorio, poi, avevo determinato le velocità di precipitazione dei granuli di dimensioni variabili tra 0,1 e 1,5 mm ed avevo ottenuto, per ciascuna categoria di dimensioni, un valore massimo ed uno minimo. Riportate in un grafico appropriato, queste due serie di valori davano luogo a due curve ben distinte e regolari. Risultava da tale indagine che alcune particelle di 0,3 mm potevano effettivamente cadere con velocità di poco superiore a 0,055 m/sec; ma altre, di minore peso specifico e di forma più sfavorevole, precipitavano con velocità assai minore. È evidente pertanto che dovendo eliminare tutte queste particelle, qualunque fosse il loro peso specifico, era necessario riferire il dimensionamento del dissabbiatore al minimo valore delle velocità trovate.

Calcolando la lunghezza efficace del bacino di decantazione con lo stesso criterio seguito dall'ing. Guicciardi, ma facendo riferimento ai dati caratteristici del dissabbiatore di Perrères, dianzi esposti, *si ottiene un valore che è multiplo di quello trovato dall'autore predetto.*

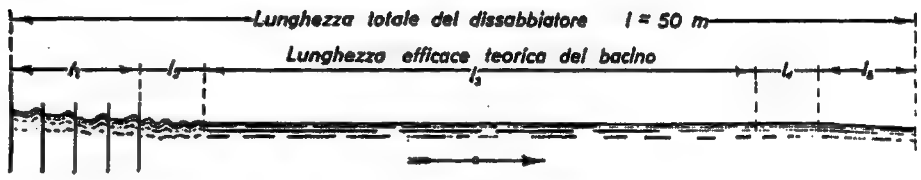


Fig. 2.

Come mostra la fig. 2, questa maggior lunghezza efficace teorica l_3 non è però ancora la lunghezza totale del dissabbiatore, in quanto occorre aggiungere:

1° La lunghezza l_1 del dispositivo di tranquillizzazione G_1 del quale ho esposto più sopra le funzioni specifiche assai importanti.

2° La lunghezza del tratto l_2 lungo il quale l'acqua, dopo aver abbandonato il sistema di griglie G_1, acquista definitivamente la sua velocità di regime, uniformemente distribuita su tutta la sezione della vasca. Il processo ideale di decantazione di cui parla l'ing. Guicciardi non può cominciare che all'estremità a valle del tratto l_2.

3° La lunghezza supplementare l_5. Nel fare le sue valutazioni l'ing. Guicciardi ha ammesso che tutte le particelle precipitassero sino al fondo del dissabbiatore mantenendosi sempre in un piano verticale; ma tale ipotesi è esatta soltanto per le particelle che precipitano nella zona mediana (longitudinale) della vasca di decantazione, mentre i granuli che vengono eliminati nelle zone laterali, dopo un certo percorso in piano verticale incontrano le pareti inclinate *C-C* del ricettore e sono quindi costrette a scorrere sopra di esse aumentando sensibilmente il percorso necessario per arrivare all'apparecchio di spurgo e subendo quindi un ritardo nel moto di caduta.

Affinchè questi granuli possano essere eliminati dal ricettore è pertanto necessaria una maggior lunghezza di bacino.

4° La lunghezza del tratto di raccordo l_4, lungo il quale la sezione della vasca di decantazione va gradatamente rastremandosi sino a raggiungere le dimensioni della sezione terminale di sbocco, mentre la velocità dell'acqua passa dal valore di regime $V_m = 0{,}25$ m/sec a quello normale del canale C_8 $v_c \cong 1{,}8$ m/sec.

Per terminare, dirò ancora che alcuni particolari delle griglie G_1 sono studiati ed eseguiti in modo da poter essere facilmente modificati in posto e che, grazie a questo vantaggio, la loro efficacia può essere regolata e migliorata a volontà. A Perrères le dette griglie sono — a quanto mi consta — nelle stesse condizioni da me prescritte ed illustrate coi miei disegni esecutivi.

Quanto ho sin qui esposto mira a spiegare, sia pure in linea pr massima, le ragioni per cui a Perrères la lunghezza del dissabbiatore è stata fissata in m 50 anzichè in m 6,36.

Il fatto che i risultati delle prove di collaudo e dell'esercizio corrente del dissabbiatore in oggetto concordano esattamente con il risultato cercato e garantito a priori dall'inventore, prova — a mio avviso — che l'impianto è stato studiato e costruito in base ad una conoscenza approfondita e sufficiente dei fenomeni di sedimentazione.

HENRI DUFOUR.

Abbiamo comunicato la nota critica dell'Ing. Dufour, all'Ing. Diego Guicciardi, particolarmente interessato ed egli ci ha inviato le seguenti osservazioni :

La relazione del mio studio sul processo di sedimentazione di un dissabbiatore, seguito e conseguenza di uno precedente che riguardava il medesimo fenomeno, osservato in laboratorio, e le ipotesi che avevo formulate per spiegare il grande divario che nello stesso processo, in campi diversi si verificava, non volevano affatto mettere in rilievo eventuali deficenze del dissabbiatore osservato, nè tanto meno gettare l'allarme nel campo degli ingegneri che del problema s'interessano.

Io stesso nel mio articolo pubblicato da *L'Energia Elettrica* nel dicembre 1929 dichiaravo che il dissabbiatore « Dufour » « assicura una completa regolarità di funzionamento » e troppo da vicino ne seguo l'esercizio ed i risultati, per formulare delle critiche allarmistiche, che non avrebbero ragione di essere.

Il mio lavoro esponeva quindi semplicemente dei risultati sperimentali, relativi ad un certo funzionamento dell'apparecchio, e poichè tutto a questo mondo si può perfezionare, tentava di indicare in qual senso dovessero essere orientate eventuali nuove esperienze. Non dubito quindi dell'esattezza di quelli che l'ing. Dufour chiama « i dati caratteristici » del dissabbiatore; il grande divario, sopratutto nella grandezza della velocità tra i dati da me pubblicati e quelli esposti dal progettista, è dovuta al fatto che la portata defluente attraverso il dissabbiatore, nel giorno della mia esperienza, era quella normale di esercizio in quel periodo e si aggirava intorno a 2 m^3/sec. Essa era quindi assai inferiore a quella massima a cui si riferisce naturalmente il progettista. Ad ogni modo, siccome il mio era un semplice studio e non già una critica interessata ad un tipo di dissabbiatore, non avevo alcuna ragione di « cercare d'aumentare l'effetto della mia esposizione », che presentava delle semplici constatazioni di fatto.

Delle tre zone ben distinte di un dissabbiatore alla cui identificazione ero giunto attraverso lo studio dei diagrammi di velocità, e che vedo riportate, con lievi modifiche, nell'articolo dell'ing. Dufour, non era su quella centrale, che si può considerare il tratto dissabbiante propriamente detto, che avevo richiamata l'attenzione degli studiosi, ma bensì su quelle estreme, aventi uno scopo idraulico di regolarizzazione del moto, piuttosto che uno meccanico di decantazione del materiale.

Ed avendo potuto osservare in laboratorio gli effetti talora insperati di griglie orizzontali, di diaframmi variamente orientati, e di altri dispositivi analoghi, sulla regolarizzazione del moto, precisavo il punto verso il quale, secondo me, dovevano indirizzarsi eventuali ricerche degli studiosi.

Non quindi critiche allarmistiche ad un dispositivo troppo favorevolmente conosciuto per il suo ottimo funzionamento, ma esposizione di fatti riscontrati ed indicazioni, credo utili, per chi volesse riprendere l'argomento.

ING. DIEGO GUICCIARDI.

Perrères - Valtournanche, li 24 settembre 1930-VIII.

L'ordinamento razionale amministrativo-contabile della sezione utenti di una azienda elettrica

TERZO

LETTURA CONTATORI.

Prima di esaminare il sistema e le modalità del servizio, oltremodo importante, della lettura dei contatori, è opportuno soffermarci sui criteri di suddivisione del « territorio » nel quale la Società distributrice di energia elettrica svolge la sua attività.

Detto « territorio » può suddividersi in tre zone:

1ª - Zona urbana.
2ª - Zona limitrofa.
3ª - Zona interurbana.

La prima zona si suddividerà alla sua volta in « rioni » e questi in « giri ».

La seconda zona si suddividerà in « reparti » e questi a seconda del numero delle utenze, in giri.

La terza zona si suddividerà in « comuni » i quali potranno suddividersi in giri ed eccezionalmente in rioni, e ciò sempre in dipendenza dell'importanza di ogni singolo comune.

La sopra specificata divisione di zone rispecchia le aggregazioni avvenute in conseguenza del nuovo ordinamento amministrativo dei comuni o città italiane effettuato da alcuni anni per volontà del governo nazionale.

Particolarmente la seconda zona dovrebbe comprendere gli ex-comuni aggregati alla città capoluogo e che ora si distinguono con la denominazione di delegazioni.

Stabilire norme precise sulla suddivisione topografica del territorio è impossibile, in quanto la configurazione stessa delle varie zone costringe, spesse volte, a seguire non uno, ma più concetti contemporaneamente.

Comunque il concetto principale che deve regolare la suddivisione delle zone è quello dell'ottenimento del maggior numero di letture giornaliere col minimo percorso, vale a dire, studiare e predisporre i « giri » in modo che ognuno di questi contenga un numero di letture da eseguirsi in una giornata normale lavorativa, con un criterio di successione che rispetti il più possibile l'economia del percorso.

Con ciò si ha il vantaggio di ottenere seralmente il completamento del lavoro consegnato la sera precedente ai singoli incaricati delle letture, i quali in seguito per brevità verranno chiamati « letturisti », e di conseguenza riesce possibile mantenere all'ufficio contabilità utenti il materiale necessario per il suo normale e regolare funzionamento. È logico quindi che il numero delle letture da compiersi giornalmente dai letturisti sarà subordinato alla lunghezza del percorso ed alla vastità delle costruzioni ad uso abitazioni civili.

Le « vie » comprese in ogni giro dovranno seguire l'ordine logico e razionale del percorso, e affinchè tale ordine sia mantenuto, e non variato a capriccio dei letturisti, le vie saranno contrassegnate da un numero progressivo a cominciare dal numero uno. Lo stesso ordine numerico verrà ripetuto per ogni giro.

Di conseguenza nella determinazione del percorso verranno numerate anche le vie prive di utenza.

Il numero progressivo di via figurerà tanto sul libro lettura come sui cartellini di rubrica immediatamente dopo il numero del giro.

***

Per le letture è consigliabile l'uso di un libro a fogli mobili (v. fig. 1). Ogni foglio contiene un'utenza e il formato ne acconsente l'utilizzazione per quattro anni.

Il sistema che stiamo esaminando rende possibile l'abolizione dei cosidetti « partitari degli utenti » e delle « schede individuali dei consumi ».

Ogni foglio o partita del libro lettura trova riscontro nel riassunto dei consumi illustrato nel primo articolo (numero di luglio 1930) e i timori, per tutte le conseguenze a cui può dar luogo l'eventuale smarrimento del foglio, non hanno assolutamente ragione di esistere.

Come può essere infatti accertato lo smarrimento di un foglio del libro lettura al momento della liquidazione dei consumi, momento il più delicato e importante? Semplicemente dalla corrispondenza del totale della somma delle « letture precedenti » del riassunto in corso, rispetto al totale delle « letture del mese » dell'ultimo riassunto. I due totali, è logico, devono corrispondere perfettamente (tenuto conto, beninteso, delle utenze nuove, dei cambi di contatore e degli errori di lettura, mentre per gli assenti o i cessati, si ripeteranno le stesse indicazioni nelle due colonne di lettura, fino a che il contatore rimane installato) e se ciò non dovesse avvenire dipenderà esclusivamente, astrazione fatta dai materiali errori di trascrizione, dallo smarrimento o dall'omissione di uno o più fogli di lettura, i quali potranno essere facilmente determinati mediante la spunta col riassunto del mese precedente.

Ma c'è di più. Il riassunto si compie a mezzo ricalco contemporaneamente alle bollette consumo, come descritto nel già citato articolo di luglio, e le bollette consumo vengono in precedenza intestate con la macchina per indirizzi, e pertanto la mancanza di un foglio lettura lascerebbe da liquidare la corrispondente bolletta consumo, il che denuncerebbe subito lo smarrimento del foglio letture.

Ammessa per un momento l'ipotesi della sottrazione del foglio del libro letture e della corrispondente targhetta metallica necessarie per l'intestazione della bolletta, la mancanza verrà sempre accertata, come detto in precedenza a traverso il controllo delle somme delle letture. Ma su tale argomento avremo motivo d'intrattenerci più esaurientemente e più dettagliatamente in un successivo articolo.

***

Il foglio del libro lettura contiene tutti gli elementi necessari e indispensabili per eseguire esattamente il rilievo di ogni singolo contatore e successivamente la liquidazione del consumo.

I fogli saranno di due colori:

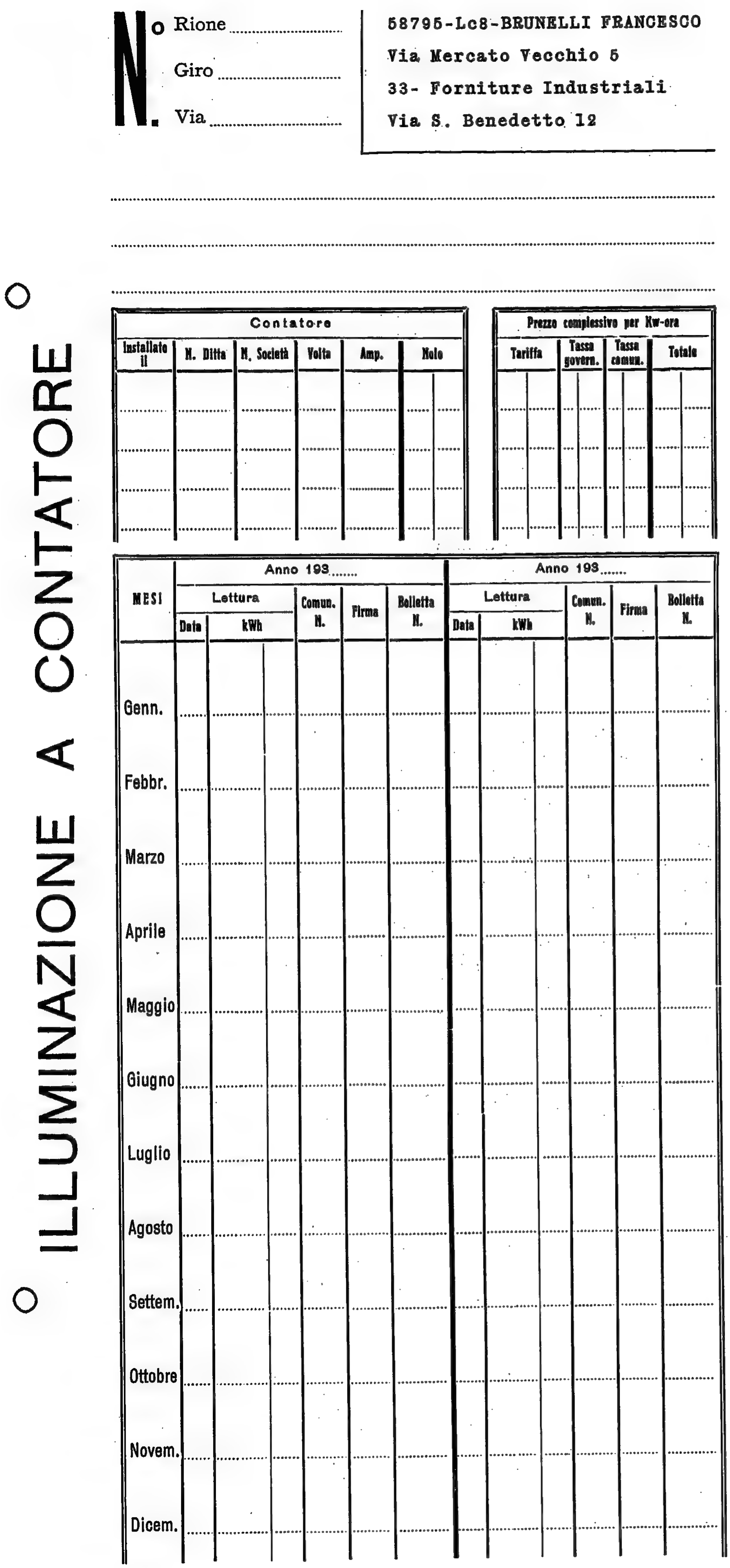
bianco: per utenti illuminazione a contatore;
rosa pallido: per utenti forza a contatore;

vale a dire i medesimi colori dei cartellini di rubrica e delle cartelle-contratto, e per maggiore sicurezza porteranno al margine sinistro rispettivamente le indicazioni « illuminazione a contatore » e « forza motrice a contatore ».

I fogli debitamente fustellati al lato sinistro vengono tenuti uniti mediante semplici bulloncini a vite o mediante nastri di tessuto tipo Kalamazoo, sistemi che permettono la perfetta aderenza dei fogli qualunque sia il numero di questi.

I libri lettura devono venire legati e slegati solo dal personale d'ufficio, e devono essere confezionati in modo da rendere impossibile ogni manomissione da parte dei letturisti.

Sul foglio in esame non figura la differenza fra le letture, in quanto non necessaria allo scopo a cui deve servire detto foglio lettura.



ILLUMINAZIONE A CONTATORE

N.o Rione ...... Giro ...... Via ......

58795-Lc8-BRUNELLI FRANCESCO
Via Mercato Vecchio 5
33- Forniture Industriali
Via S. Benedetto 12

Contatore						Prezzo complessivo per Kw-ora			
Installato il	N. Ditta	N. Società	Volta	Amp.	Nolo	Tariffa	Tassa govern.	Tassa comun.	Totale

MESI	Anno 193......						Anno 193......					
	Lettura		Comun. N.	Firma	Bolletta N.		Lettura		Comun. N.	Firma	Bolletta N.	
	Data	kWh					Data	kWh				
Genn.												
Febbr.												
Marzo												
Aprile												
Maggio												
Giugno												
Luglio												
Agosto												
Settem.												
Ottobre												
Novem.												
Dicem.												

Fig. 1.

Il servizio delle letture è necessario si svolga nel modo più sollecito e senza preoccupazione e assillo da parte dei letturisti, i quali se dovessero procedere alla determinazione delle differenze, si vedrebbero caricati di operazioni punto necessarie, a tutto scapito della quantità di letture stabilite come minimo di lavoro giornaliero.

La differenza risulterà *automaticamente* durante la compilazione a macchina delle bollette consumo, e conseguentemente a mezzo ricalco del foglio di riassunto, come avremo occasione di spiegare dettagliatamente in seguito, e gli eventuali errori di riporto delle « letture del mese » (errori che causeranno necessariamente un'alterazione nella quantità dei kWh da conteggiarsi) verranno accertati il mese successivo dal controllo della corrispondenza della somma delle letture formanti, come detto sopra, il legame fra il riassunto del mese e quello precedente.

Ciò, beninteso, qualora si rinunciasse, cosa non consigliabile, alla verifica contabile, mediante macchine calcolatrici celeri non scriventi, delle bollette consumo.

I letturisti apporranno a lettura eseguita la loro firma nell'apposita colonna.

Il numero della bolletta potrà essere riportato sia dal personale incaricato della compilazione delle bollette, sia dal personale incaricato della verifica delle bollette stesse.

Nel primo caso è innegabile che si otterrà un rallentamento nella compilazione delle bollette a danno della quantità; nel secondo caso il numero della bolletta rappresenterebbe la prova dell'avvenuta verifica, e il tempo occorrente per la scritturazione del numero stesso sul libro di lettura, sarebbe minore che nel primo caso, e quindi meno sentito.

In alcuni libri lettura, in uso presso aziende elettriche, l'ordine dei mesi è invertito, vale a dire che il gennaio comincia dal basso anzichè dall'alto, come la logica successione dei mesi consiglierebbe. Ciò è giustificato dal fatto che con tale inversione le letture vengono a trovarsi in ordine naturale per eseguire sul libro lettura stesso l'operazione aritmetica della sottrazione necessaria per l'accertamento della differenza e del consumo.

Ma quando, come nel nostro caso, la differenza fra le due letture viene eseguita solo all'atto della compilazione della bolletta consumo e mediante operazione meccanica sia di calcolo che di scritturazione, cade di per sè la ragione dell'ordine inverso dei mesi sul libro lettura.

Ogni e qualsiasi irregolarità che il letturista dovesse riscontrare nel funzionamento e nella integrità del contatore ed eventualmente nell'impianto, come pure le comunicazioni di assenza, di trasloco, di reclami fatti verbalmente dall'utente al letturista stesso, dovranno formare oggetto di comunicazione scritta all'ufficio contabilità utenti. All'uopo ogni letturista sarà munito di un bollettario a madre e figlia (v. fig. 2) progressivamente numerato.

Il letturista avrà cura di scrivere nell'apposita colonna, nel foglio lettura, il numero del bollettario di comunicazione a fianco del mese a cui si riferiscono o la lettura o i rilievi, e di consegnare le copie di detti bollettini di comunicazione assieme al libro lettura esaurito per quanto riguarda le letture del mese in corso, in modo da rendere possibile all'ufficio contabilità utenti di provvedere alla tempestiva evasione delle singole comunicazioni

Servizio Lettura Contatori Comunicazione N.° ....

Utente ....

Località ....

Contatore N. ....

Oggetto: ....

....

....

....

Data .... L' INCARICATO

....

Fig. 2.

Il numero della comunicazione riportata sul libro letture mentre rappresenterà per il letturista la prova dell'avvenuto suo rapporto, consentirà all'ufficio, anche in prosieguo di tempo, di procedere a verifiche e a controlli in caso di contestazioni, sia servendosi della copia della comunicazione consegnata dal letturista e conservata nella cartella-contratto dell'utente, sia servendosi della matrice, compilata a mezzo ricalco contemporaneamente alla copia trasmessa all'ufficio contabilità utenti.

In caso di subentro verrà mantenuto il medesimo foglio del libro lettura, cancellando le indicazioni dell'utente cessato e scrivendo a penna quelle dell'utente subentrato.

***

Dall'accenno fatto dell'intestazione con la macchina per indirizzi dei fogli del libro lettura e delle bollette consumo, si deduce facilmente che le targhette metalliche dovranno essere tenute nello stesso ordine topografico e di giro descritto per i libri lettura.

È opportuno pertanto che le targhette riferentisi ad ogni rione, reparto o comune rispettivamente per la 1ª, 2ª e 3ª zona, siano custodite in cassettine distinte, portanti in evidenza e in modo chiaro i necessari elementi indicativi.

Per la suddivisione dei giri verranno usate apposite targhette divisorie colorate, mentre per il raggruppamento e la successione numerica delle vie saranno usati gli appositi piccoli indici metallici, da inserirsi nella parte tagliata esistente nel centro del bordo superiore di ogni singola targhetta, nella misura di uno per ogni via.

Su detti piccoli indici metallici verrà trascritto il numero progressivo della via del quale venne fatto cenno poco sopra.

(Continua). W. M.

ING. ENNIO DE' BUZZACCARINI
DELL' UNIONE NAZIONALE FASCISTA INDUSTRIE ELETTRICHE

Metodi di propaganda usati in Italia da alcune Società distributrici di energia elettrica

Per poter ottenere un nuovo collocamento dell'energia elettrica per mezzo degli apparecchi domestici, anche in Italia si sta sviluppando un lavoro di propaganda da parte di molte Società distributrici onde far conoscere maggiormente al pubblico l'utilità e la praticità degli apparecchi elettrodomestici.

E perchè tale sforzo di penetrazione, in un ambiente piuttosto avverso alle novità, non è stato da tutti valutato e conosciuto, la UNFIEL ha voluto raccogliere dati sui diversi metodi di propaganda usati in diverse regioni, da alcune sue Associate, e da alcune Aziende Municipalizzate.

Da tale ricerca è risultato che nello spazio di circa due anni i frutti raccolti dagli sforzi singoli e poco coordinati delle Società sopradette, sono confortanti e lasciano sperare in uno sviluppo molto più grande della conoscenza e della vendita degli apparecchi elettrodomestici.

Tuttora siamo degli imitatori nell'arte della pubblicità e della propaganda e i nostri maestri sono stati e sono le altre Nazioni, però, considerando la diversità di ambiente e la nostra mentalità, troppo poco formata per queste applicazioni, ed il nostro carattere così diverso da quello delle altre popolazioni, non possiamo nè dobbiamo pensare che la propaganda in grande stile fatta per es. dall'America possa portare in Italia ad identici risultati.

Dobbiamo quindi orientarci verso una propaganda speciale, *nazionale*, verso una istruzione adattata allo stato della mentalità elettrica del nostro popolo.

Pertanto crediamo opportuno riportare un breve riassunto dei dati raccolti presso quelle Società produttrici e distributrici alle cui benemerenze è acquisito questo nuovo sbocco dell'energia elettrica.

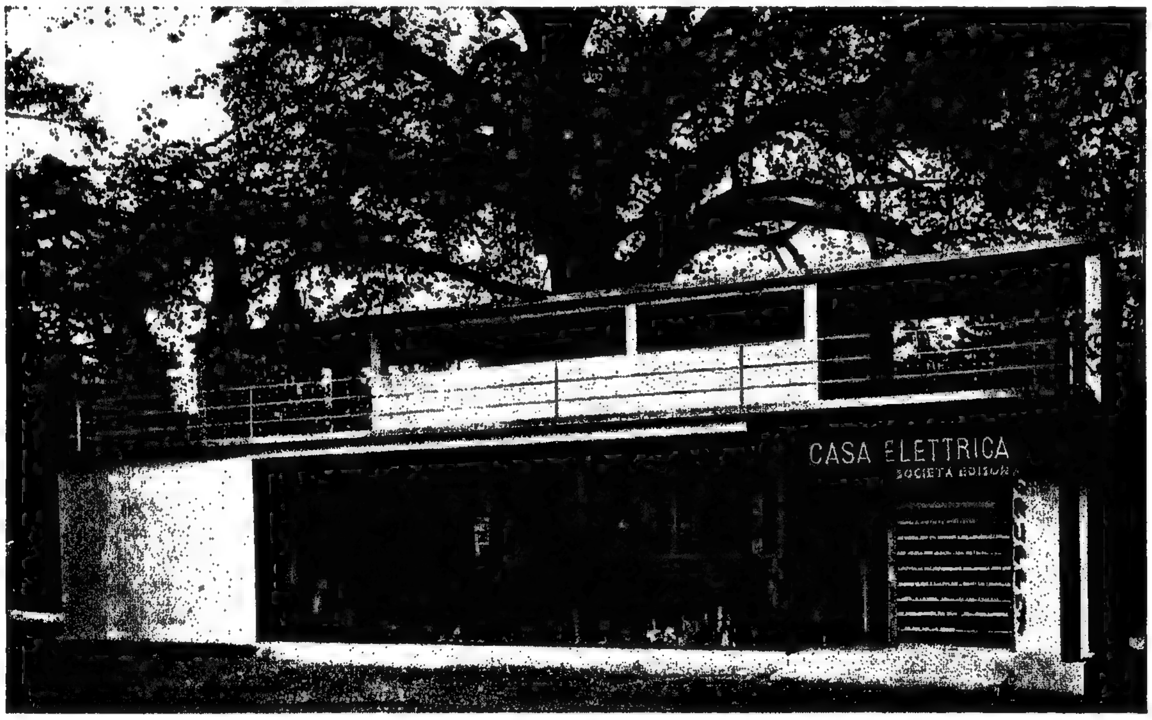


Fig. 1. - Veduta della "Casa Elettrica" nel parco della Villa Reale di Monza.

Milano.

La *SOCIETÀ EDISON* ha cooperato fattivamente alla penetrazione, alla conoscenza degli apparecchi elettrodomestici presso gli utenti e alla formazione della loro mentalità elettrica.

Nel giugno scorso, per il suo interessamento è sorta a Monza nel giardino della Villa Reale, in occasione della mostra internazionale, la «*Casa Elettrica*» (fig. 1-2), che si potrebbe ben chiamare Villa Elettrica, dato che in essa fino nei più minuti particolari di costruzione, si offre al visitatore tutto quello che di bello, di pratico, di artistico e di igienico, si può ricercare in un ambiente lussuoso moderno.

In essa sono esposti gli apparecchi elettrici destinati a sostituire nel quotidiano lavoro, il personale di servizio ed a rendere sempre più confortevole l'abitazione.

Infatti distribuiti con gusto squisito nelle varie stanze si trovano installati: scaldabagno, cucina elettrica, frigorifero, scaldavivande, lavabiancheria, aspirapolvere, lucida pavimenti, ozonizzatori, ventilatori, ecc.

La nota predominante è la semplicità, le migliori caratteristiche, l'ordine e la pulizia.

La *EDISON* pubblica un periodico mensile dal titolo «*Le parole della Edison*». Tale periodico mensile viene gratuitamente distribuito a circa 100.000 utenti di Milano, 40.000 di Monza, 30.000 dei Comuni limitrofi a Milano. Di esso vengono fatte inoltre quattro edizioni speciali, per le Società del Gruppo *EDISON*, di cui 20.000 copie per la *Società Emiliana*, 15.000 per la *Società Elettrica Bresciana*, 10.000 per la *Dinamo*, 20.000 per la *Esticino* e, col prossimo mese, 15.000 per la *Ovesticino*.

Pertanto questo periodico mensile la cui caratteristica è la

tendenza a creare tra Società ed utenti, una sempre maggiore armonia di rapporti, penetra in ben 250.000 famiglie, le quali costituiscono il miglior ambiente nel quale può fruttificare la propaganda degli apparecchi elettrodomestici.

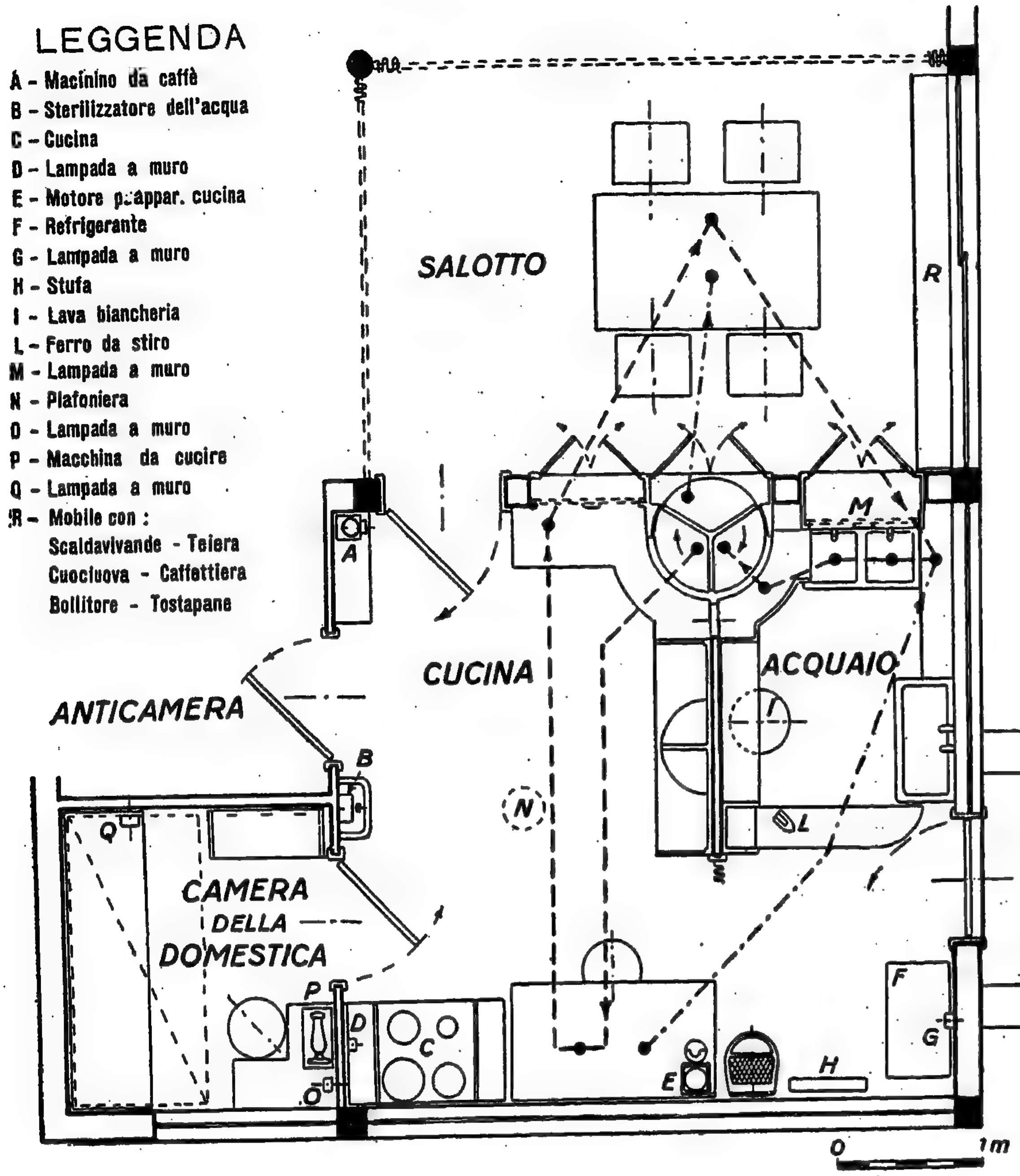


Fig. 2. - Pianta di alcuni locali della "Casa Elettrica,, costruita nei giardini della Villa Reale di Monza.

Nella rivista appaiono riassunti articoli scientifici interessanti, scritti con parola piana e forbita, storielle umoristiche illustrate, favole in versi e testi di pubblicità delle Ditte fabbricanti di apparecchi.

In essa sono pure banditi concorsi a premi fra gli utenti collaboratori, e viene risposto al questionario che l'utente ha creduto opportuno di muovere.

E anche le questioni, diremo così, di politica elettrica vengono spiegate ai lettori, combattendo pregiudizi, prevenzioni derivanti spesso da cognizioni erronee delle difficoltà che la produzione dell'energia elettrica deve incontrare sia nel campo tecnico che in quello finanziario.

In tal modo riesce la Società a formare la mentalità elettrica degli utenti.

La *EDISON* per gli apparecchi ad accumulazione, pratica una opportuna tariffa che ha permesso l'installazione di circa 2000 scaldabagni in Milano.

Innumerevoli sono gli altri apparecchi elettrodomestici di più comune uso, che vengono allacciati direttamente al circuito luce.

Sono in istudio ora tariffe speciali per il tramite delle quali sarà più facile diffondere l'uso degli apparecchi elettrici; e si sta progettando una vera mostra-esposizione nel Palazzo *EDISON* dove tutti gli apparecchi potranno essere visti in funzione.

Torino.

La *SOCIETÀ S.P.E.S.* (*Sviluppo Propaganda Elettroapplicazioni e Similari*), filiazione del Gruppo Elettrico *S. I. P.* con sede in Torino, svolge una attività che ha un doppio carattere propagandistico e commerciale.

La *S.P.E.S.* a scopo di propaganda ha aperto nella sede della Società *S.I.P.* una grande sala di esposizione (fig. 3-4), dove si fa la pratica dimostrazione degli apparecchi e nel quale è stato raccolto il materiale più perfezionato, estero e nazionale, presentandolo in funzione (fig. 5), o nell'interno del salone o nei sotterranei, nei quali sono stati posti vari apparecchi elettrici (lava-biancheria, risciacquatore, macchine stiratrici, asciugamani, scaldabagni, ecc.) dei quali è sempre possibile al visitatore osservare il funzionamento e quindi la loro praticità.

Questa mostra non ha carattere esclusivamente di propaganda, ma in essa si fanno anche vendite di apparecchi, e i loro prezzi risultano lievemente inferiori a quelli normali del mercato.

La creazione di tale esposizione negozio, di carattere permanente, non ha provocato nessuna protesta da parte dei rivenditori di Torino (ciò che è accaduto invece in due centri minori), ma il tentativo della *S.P.E.S.* di fare affiancare la propria azione da quella dei rivenditori è rimasto per ora praticamente senza seguito.

Quale risultato immediato della sua attività commerciale riportiamo i dati degli apparecchi venduti dalla *S.P.E.S.* direttamente o attraverso le tre Società distributrici, *Elettricità Alta Italia, Piemonte Centrale d'Elettricità, Elettrica Alto Milanese*, desumendoli dagli esercizi 1928, 1929, a tutto l'agosto 1930.

	1928 n.°	1929 n.°	al 31-8-1930 n.°
Ferri da stiro	1091	1120	539
Bollitori	159	95	59
Fornelli e cucine	252	387	831
Scaldabagni	30	44	47
Ventilatori	194	186	54
Stufe	399	516	113
Termofori	161	209	140
Asciugacapelli	32	26	27
Aspirapolvere	12	18	15
Lucidatrici	5	10	8
Macchine per bucato	—	1	—
Refrigeratori	—	3	1
Pompe domestiche	—	10	14

Da essi appare che la richiesta di cucine e di fornelli elettrici è andata crescendo molto sensibilmente, i kW installati per tali apparecchi essendo così cresciuti:

1928	1929	al 31-8-1930
375,2	571,7	1698,2

L'incremento eccezionale tra il 29 e il 30 è dovuto principalmente ad una campagna a favore delle cucine svoltasi nella primavera scorsa sulle reti della Società *Elettrica Alto Milanese* e all'intensa propaganda condotta a mezzo di dimo-

strazioni pratiche nelle zone rurali servite dalle Società *Elettricità Alta Italia* e *Piemonte Centrale d'Elettricità*.

Questa attività prevalentemente propagandistica è stato impostata con la preoccupazione di non volere affatto disturbare, con la concorrenza, il mercato già esistente degli apparecchi elettrici.

La vendita viene effettuata per contanti, ma viene praticata pure la vendita a rate che si può dire non goda molto le simpatie dell'utenza delle zone servite dalle Società del Gruppo *S.I.P.*, tanto che recentemente essa è stata limitata alla vendita di apparecchi di un valore superiore alle L. 250.

Nella sala di esposizione e di vendita è posta una vetrina illuminata razionalmente (fig. 5) che serve ai vari negozianti della città per poter esporre quanto loro interessi. Tale esposizione è fatta gratuitamente, ma l'espositore è invitato a farne pubblicità nei vari giornali annunciando che la mostra della merce, qualunque essa sia, è stata fatta nel salone della *S.P.E.S*; in tal modo tutti i visitatori hanno campo di osservare l'enorme serie di apparecchi posti nella sala.

È in proposito della *S.P.E.S.* aprire a scopo di propaganda in Torino una scuola di cucina con l'elettricità in uno dei locali sotterranei già preparato, facilitando così la diffusione delle cucine termo-elettriche.

Nel Natale 1928 la *S.P.E.S.*, in occasione della «Fiera del dono elettrico», ha organizzato una mostra dell'elettroapplicazione domestica invitando i migliori costruttori di tali applicazioni ad esporre nei saloni del Palazzo della *S.I.P.*; tale mostra è stata di una efficacia propagandistica straordinaria per il numero dei visitatori, circa 18000 in tre pomeriggi, dei quali si annotava il nome e l'indirizzo. Cessata detta esposizione, il personale di vendita delle varie case iniziò l'offerta dei vari apparecchi nelle abitazioni dei visitatori, e si è rilevato con soddisfazione un notevole incremento della vendita di essi.



Fig. 3. - Sala di esposizione della *S.P.E.S.* a Torino.

È da notare che per un periodo di 2 anni l'allacciamento e la posa del contatore per uso termico venne fatto in Torino gratuitamente.

La «Settimana del freddo» fu altra manifestazione propagandistica che si svolse a Torino sul principio dell'estate del '28: essa fu aperta da una conferenza di una personalità dell'industria del freddo, a cui fece seguito, sempre nei locali della *S.I.P.*, una esposizione di frigoriferi di varie case, che fu visitata da grande numero di persone.

Per quanto riguarda la propaganda fuori Torino, la *S.P.E.S.* intese colmare una lacuna mettendosi in condizioni di fornire un dato apparecchio anche là dove un'organizzazione commerciale vera e propria non avrebbe potuto sussistere.

Perciò le Direzioni di esercizio di ciascuna Società assunsero in proprio la distribuzione degli apparecchi alla propria utenza ritirando dalla *S.P.E.S.* a prezzo di costo lievemente maggiorato, gli apparecchi e rivendendoli a prezzi fissati in precedenza dalla *S.P.E.S.*, prezzi che prevedono un margine utile, apparente, del 15% di cui però il 10% viene ceduto quale provvigione al personale della Società Elettrica che procura l'affare.

Un vero e proprio negozio di vendita è stato aperto anche a Busto Arsizio (fig. 6).



Fig. 4. - Un aspetto della sala di esposizione della *S.P.E.S.* a Torino.

La Società ha allestito un camioncino pubblicitario per la rapida consegna a domicilio degli apparecchi elettrodomestici, (fig. 7) proponendosi con lo stesso di fare anche un'attiva campagna in tutti i paesi, specialmente durante i giorni di mercato ed i periodi di fiere. Inoltre ha organizzato vere e proprie esposizioni con conferenze intercalate da dimostrazioni pratiche di cucina, con consumo controllato di energia, nei centri di maggiore importanza.

Queste dimostrazioni di cucina nelle quali si danno tutti i consigli sull'uso dei fornelli, sulla cottura e salatura dei cibi, onde dimostrare al pubblico la facilità e praticità e pulizia delle cucine elettriche, sono tenute da personale della *S.P.E.S.*, specializzatosi in un corso di circa due mesi in una scuola di propaganda in Germania.

La Società ha già fatto parecchi impianti di scaldabagni ad accumulazione presso privati e presso industrie, ad esempio in stabilimenti tipografici e litografici (*La Gazzetta del Popolo*) che abbisognano di molta acqua calda: e gli apparecchi posti in opera sono di vari tipi sia per capacità sia per costruzione, di fabbriche estere e nazionali, tutti funzionanti con soddisfazione; la *S.P.E.S.* non abbandona tali impianti, ma con op-



Fig. 5. - Il quadro di prova degli scalda-acqua. - Nello sfondo si vede la vetrina illuminata razionalmente.

portuni rilievi ne controlla il consumo ed il funzionamento raccogliendo dati statistici utili alla selezione degli apparecchi stessi.

Sempre a scopo di propaganda è riuscita a porre in opera lo scorso anno le cucine elettriche in 25 appartamenti delle case

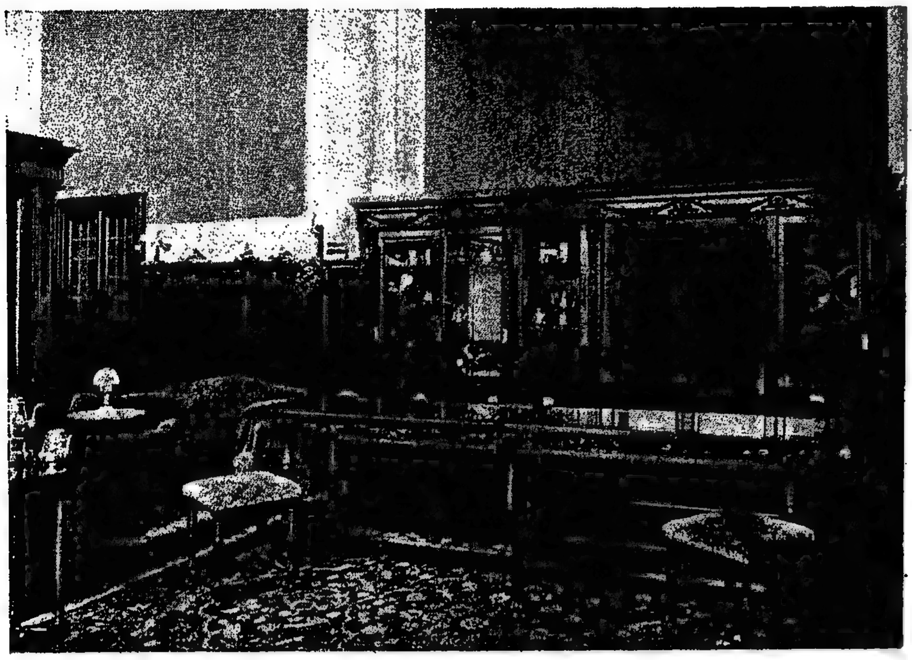


Fig. 6. - L'interno del negozio esposizione della *S.P.E.S.* a Busto Arsizio.

popolari in Torino, e a tutt'oggi esse funzionano con compiacimento degli inquilini.

Per poter avere poi dati precisi sul consumo e rendimento, sono stati posti nello stabile strumenti registratori e quindi fra non molto si potranno raccogliere utili dati di utilizzazione media di tali apparecchi.

La *S.P.E.S.* pubblica un elenco delle applicazioni elettriche per la casa, che essa propone agli utenti; in ogni pagina, di una data applicazione, l'interessato trova il nome delle case che costruiscono quell'apparecchio, il peso e la capacità dello stesso, il consumo in Watt, il prezzo di vendita e le eventuali osservazioni. La garanzia offerta dalla *S.P.E.S.* per gli apparecchi che essa raccomanda è quella stessa concessa dalla casa costruttrice dell'apparecchio fornito, la quale si impegna per un anno dal giorno dell'acquisto a rimpiazzare tutte quelle parti che siano risultate difettose, quando però gli apparecchi siano stati utilizzati secondo i dati che compaiono sulle targhette e secondo le eventuali prescrizioni particolari per ogni apparecchio.

A questo scopo unito all'apparecchio stesso la *S.P.E.S.* consegna il « *Triangolo di Garanzia* » il quale dev'essere presentato assieme all'apparecchio che risulti guasto, per avere diritto alla riparazione gratuita.

Dal punto di vista dei mezzi di pubblicità, la *S.P.E.S.* ha edito semplici foglietti che richiamano l'idea delle varie applicazioni elettriche, opuscoletti di volgarizzazione nei quali sono riportate le tariffe per le applicazioni domestiche, e fa réclame a tergo delle bollette di esazione. Fa inoltre uso di cartelli murali che senza dubbio hanno richiamato l'attenzione del pubblico.

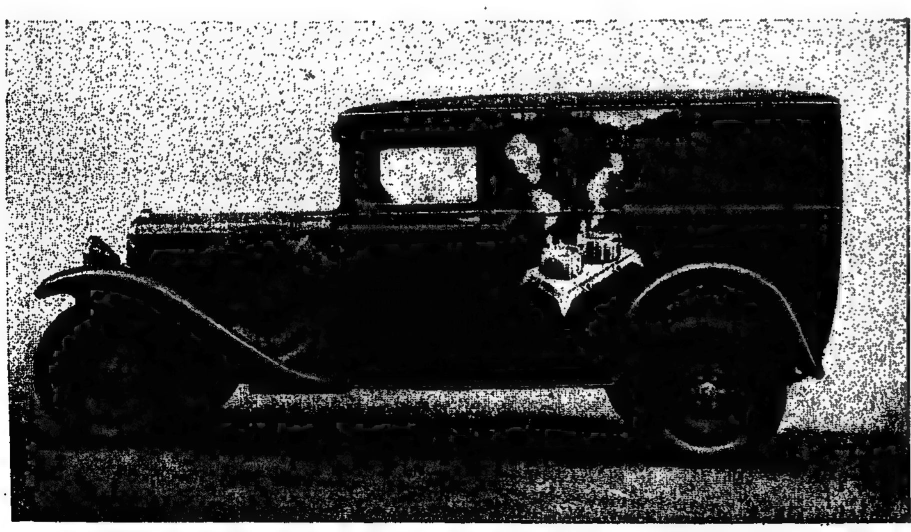


Fig. 7. - Camioncino pubblicitario della *S.P.E.S.* per la consegna a domicilio degli apparecchi elettrodomestici.

Le applicazioni elettrodomestiche hanno trovato così una larga diffusione sulle reti del Gruppo *S.I.P.*, come è dimostrato dalla tabella seguente che comprende il numero di allacciamenti per applicazioni nelle case, e i kW installati corrispondenti:

	1927		1928		1929		al 31-8-930	
	n.°	kW	n.°	kW	n.°	kW	n.°	kW
Elettricità Alta Italia	6055	12436	7024	14575	8944	19039	9881	20590
Piemonte Centr. d'Elettricità .	2612	2265	3070	2843	5171	7128	6100	8879
Elettrica Alto Milanese	1180	842	1616	1021	2181	1612	2994	3059

Mancano per ora dati precisi che indichino per quali tipi d'apparecchi l'allacciamento sia stata richiesto. Però una recente indagine limitata alla città di Torino, ha permesso di stabilire che sulle reti dell'*Alta Italia* (in Torino distribuisce anche un'Azienda Municipale) sono tuttora funzionanti i seguenti apparecchi:

Riscaldatori d'acqua	N.°	981
Cucine con forno	»	94
Fornelli	»	1317
Stufe	»	3300

Cremona, Milano, Piacenza.

La *SOCIETÀ BRIOSCHI PER IMPRESE ELETTRICHE*, scelti i tipi più adatti per assecondare le esigenze del pubblico, ha ritenuto opportuno concentrare ogni sforzo nella diffusione degli apparecchi elettrodomestici con una attiva azione di propaganda e di accaparramento, affidata ad appositi piazzisti, assegnati alle varie sottozone in numero proporzionale alla loro estensione.

Compito dei piazzisti è di avvicinare il maggior numero di persone consigliando l'uso degli apparecchi domestici; a quelle



Fig. 8. - L'interno della "Casa Elettrica„ della *Società Brioschi* a Piacenza.

persone colle quali essi vengono a contatto, devono sottoporre e spiegare le tariffe applicate dalla Società, facendo opera di persuasione. L'opera dei piazzisti è normalmente compensata con una percentuale sul prezzo di ogni singolo apparecchio e nei periodi di intensificazione della campagna di propaganda, la provvigione è aumentata proporzionalmente al numero degli apparecchi venduti; la Società ha istituito anche una gara fra i piazzisti con premi speciali per quelli che hanno collocato il maggior numero di apparecchi in un periodo determinato.

La Società concede le seguenti facilitazioni agli utenti:

dà in prova cucine e fornelli per un periodo di dieci giorni del tutto gratuitamente (nessun nolo, nessuna spesa di allacciamento; l'energia per il funzionamento è gratuita);

a coloro che acquistano ed usano gli apparecchi accorda la continuazione della fornitura gratuita dell'energia per altri venti giorni oltre i 10 della prova o per un mese intero per quelli che li acquistano senza periodo di prova, concedendo ogni facilitazione per il pagamento, a rate mensili, degli apparecchi acquistati.

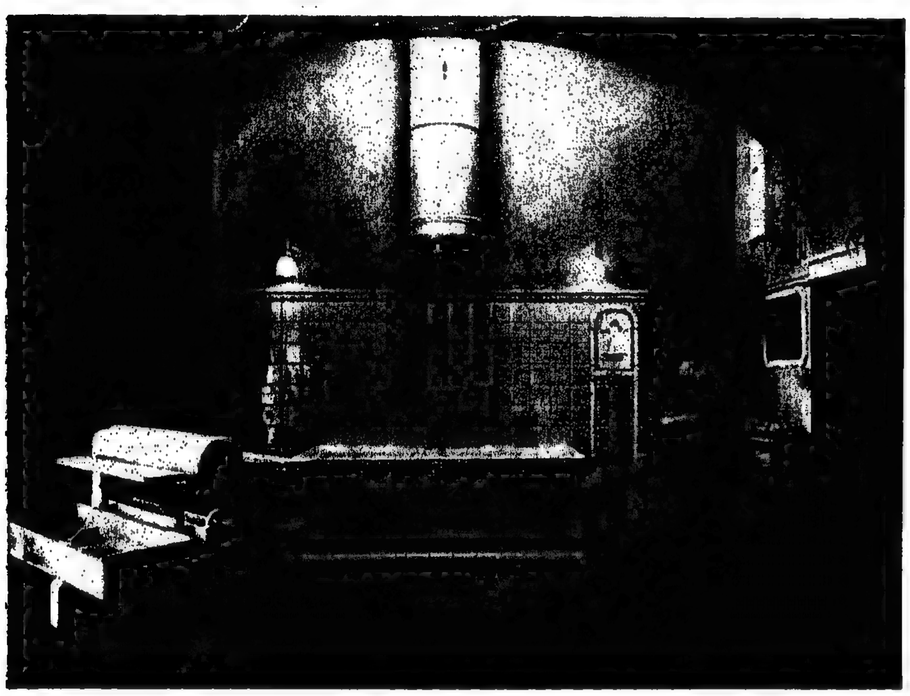


Fig. 9. - Un caratteristico angolo della "Casa Elettrica" a Piacenza.

La Società pubblica un listino dei prezzi di vendita dei vari apparecchi e lo distribuisce agli utenti.

Gli incaricati della Società effettuano delle visite casa per casa, e compilano delle schede sulle quali segnano la professione dell'inquilino, il numero dei componenti la sua famiglia, se impiega la cucina gas, quale tipo di scaldabagno usa, come riscalda i locali in inverno, quali apparecchi elettrici adopera, in modo da poter formare con dette schede un vero archivio.

Furono aperti, per coadiuvare il lavoro di propaganda orale, negozi di vendita a Piacenza, a Codogno e a Fidenza, nei quali si fanno anche pratiche dimostrazioni. (fig. 8-9).

In un primo tempo gli installatori si credevano menomati nella loro attività, ma, in seguito, constatarono che dalla propaganda fatta dalla Società deriva anche a loro un incremento notevole di lavoro per nuovi impianti di cucine, di stufe, ecc.

La concessione dell'allacciamento gratuito ha influito notevolmente ad aumentare, specialmente per le stufe, il numero delle vendite. Da circa un anno la Società ha costituito in Piacenza un ufficio di propaganda per facilitare il lavoro di introduzione anche nelle zone rurali. Tale ufficio benchè da poco funzionante, ha già ottenuto risultati soddisfacenti.

Oltre a tutto ciò la Società cura la stampa e la distribuzione di fogli volanti per far conoscere l'utilità della cucina elettrica, e si serve dell'affissione di manifesti murali, onde diffondere le tariffe praticate e le facilitazioni accordate agli utenti.

Gli apparecchi di riscaldamento di potenza non superiore a 350 Watt sono allacciati al circuito luce, gli altri ad un circuito speciale.

L'allacciamento nei periodi di propaganda viene fatto gratuitamente.

Riportiamo un elenco degli apparecchi venduti a tutto settembre 1930:

Apparecchi				*Potenza*
Cucine e fornelli	N.°	636	kW	1304.000
Scaldabagni	»	26	»	24.900
Stufe	»	387	»	824.500
Ferri da stiro..............	»	2496	»	938.740
Apparecchi diversi	»	874	»	216.000

Brescia.

Le applicazioni elettrodomestiche presso la *SOCIETÀ ELETTRICA BRESCIANA* sono agli inizi e però, malgrado il carattere prevalentemente rurale della zona di distribuzione, risultano già fin d'ora piuttosto numerose.

La necessità forzata di un impianto distinto per fruire dell'esenzione delle tasse sul consumo, ha fatto sì che molti apparecchi d'uso comune, a consumo limitato, (ferri da stiro, piccoli bollitori, termofori, ventilatori, ecc.) vengono utilizzati dagli utenti sotto il contatore luce, in modo che il loro censimento non riesce facile.

Si calcola pertanto che oltre il 25% delle utenze utilizza simili apparecchi, di modo che il loro numero complessivo supera i 20.000.

Esclusi questi, gli impianti termici propriamente detti alimentati da condutture distinte, e quindi in esenzione di tassa, sommano ad una potenza complessiva di kW 350 con un consumo annuo totale di kWh 500.000.

La Società ha aperto a Mantova una sala di dimostrazione e di vendita diretta degli apparecchi elettrici dei migliori tipi, concedendo facilitazioni di prezzi e di pagamenti.

Con conferenze, foglietti volanti e con inserzioni sui giornali locali fa conoscere al pubblico le tariffe speciali per uso termico, e spesso cura anche la pubblicazione di articoli, per meglio lumeggiare i vantaggi offerti, particolarmente nei riguardi degli usi domestici, che possono interessare tutte le famiglie, indicando le cifre giornaliere di spesa per gli usi più comuni e pratici, e ciò col risultato di un discreto inizio anche nella diffusione delle cucine.

Distribuisce gratuitamente ai suoi utenti il bollettino mensile «*Le Parole della S.E.B.*».

Livorno.

Col luglio 1927 la *SOCIETÀ LIGURE TOSCANA DI ELETTRICITÀ* ha creato un ufficio sviluppo e propaganda che si occupa direttamente della vendita di materiale di applicazioni elettrodomestiche per incrementare i consumi di zona, vista l'assenza di una vendita razionale.

Gli installatori, che da principio facevano qualche opposizione, favoriscono oggi le vendite della Società, perchè hanno diritto ad una interessenza sui prezzi di vendita degli apparecchi agli utenti.

Le vendite vengono effettuate presso tutte le sedi dirette e cioè Livorno, Lucca, Pisa, Pescia e Pontedera, nonchè presso quelle delle Società controllate.

Come mezzo efficace di propaganda, soltanto a Livorno è stato aperto un apposito negozio che situato nel centro della città, serve anche come sala dimostrativa per il pubblico. A scopo di propaganda le prime vendite, e ciò fino alla metà del 1928, furono fatte maggiorando il prezzo di fattura degli ap-

parecchi del 20% per le vendite a rate e del 15% per le vendite in contanti.

I vari funzionari devono fare propaganda per la vendita sia verbalmente sia con presentazione d'illustrazioni e cataloghi forniti dalle Case costruttrici, con inciso la dicitura *SELT*.

Inoltre sul retro di tutte le bollette della *SELT* è ricordato all'utente la possibilità di acquistare dalla Società tutti gli apparecchi di applicazioni elettrodomestiche.

Come regola generale gli apparecchi che non assorbono più di 500 Watt possono essere derivati dal circuito luce a 150 Volt; invece gli apparecchi di potenza superiore ai 500 Watt devono essere derivati da apposito circuito riscaldamento a 260 Volt.

Apparecchi allacciati		*Potenza installata kW*	*Consumo kWh*
Cucine e fornelli .... N.	643	755	403.000
Cucina ad accumulaz. »	3	7	60.000
Bollitori, caffettiere .. »	3931	1800	—
Scaldabagni ad acc. . »	276	170	950.000
Scaldabagni ad imm. »	80	72	—
Ferri stiro .... »	8602	3030	—
Asciuga capelli ...... »	853	190	—
Stufe .... »	1326	2388	1.402.000
Radiatori .... »	98	160	108.000
Termofori .... »	1930	220	—
Ventilatori .... »	3092	310	—
Aspirapolvere .... »	91	18	—
Lucidatrici .... »	22	6	—
Motorini per cucina .. »	12	3	—
Armadi frigoriferi ... »	88	40	80.000

Firenze.

La *SOCIETÀ ELETTRICA DEL VALDARNO*, ricorse in un primo tempo alla reclame sulle fatture di energia, reclame che fu abolita fin dal 1928; ad inserzioni su giornali cittadini, per diffondere le tariffe per usi termici; ad avvisi sui programmi dei teatri, ed a reclame varia fatta dagli installatori, interessati dalla Società alla vendita degli apparecchi.

Fu iniziata la vendita a rate direttamente da parte della Società di piccoli apparecchi domestici da utilizzarsi nei circuiti luce (piccoli fornelli, ventilatori, bollitori, piccole stufe, forni, termofori, ferri da stiro, ecc.) e contemporaneamente venne montata una sala di esposizione e di prova, ove oltre al campionario dei vari tipi di apparecchi in vendita a rate, sono esposti, e fra essi alcuni in funzione, apparecchi di altro genere, come cucine a riscaldamento diretto e ad accumulo, e scaldabagni. Tale sala in immediata prossimità dell'ufficio cassa e dell'ufficio utenti funziona già da diversi anni.

Successivamente anche per intensificare la vendita, nonchè per distruggere il carattere di monopolio che poteva intravvedersi nella vendita fatta direttamente dalla Società di tali oggetti, furono presi accordi con alcuni installatori, i quali curano tutt'ora la vendita a rate di piccoli apparecchi ai prezzi determinati dalla Società.

Il personale esterno (letturisti ed esattori) è munito di speciali bollettari per la vendita diretta all'utente degli apparecchi. Tali vendite sia attraverso gli installatori elettricisti, sia attraverso il personale della Società, sono eseguite a condizioni rateali di pagamento mensile, insieme alle fatture energia, ciò che ha permesso l'acquisto in una misura molto superiore a quella che sarebbe stata con la vendita per contanti.

Per le cucine, invece, la Società ha scelto come mezzo di propaganda, cartelli indicanti i dati di consumo e di costo per l'uso della cucina elettrica, esposti nelle vetrine dei principali installatori, cercando di convincere l'utente della bontà del nuovo sistema di cucina.

In più la Società ha notevolmente contribuito alle spese di allacciamento nei nuovi impianti, tanto da ottenere fino ad oggi un buon risultato.

Inoltre per i nuovi fabbricati per i quali il costruttore è stato chiamato al pagamento di un contributo spese di allacciamento, la Società si è in qualche caso impegnata ad un rimborso del pagamento stesso, proporzionale al numero delle cucine che nello stesso fabbricato sono state o in avvenire prossimo verranno ad essere allacciate.

Inoltre non ha mancato a brevi periodi d'intervallo di fare opportuna pubblicità a mezzo della stampa locale.

Ha concesso anche un premio ai letturisti ed esattori per la vendita a rate degli apparecchi.

Apparecchi allacciati		*Potenza installata kW*	*Consumo kWh*
Cucine e fornelli	552	1731	720.000
Bollitori	30000	415	—
Scaldabagni	1018	464	—
Ferri stiro	20000	9000	—
Asciugacapelli	15000	400	—
Scaldaletto	120	24	—
Stufe	314	534	—
Ventilatori	5000	1000	—
Termofori	2500	250	—
Aspiratori	300	150	—
Lavabiancheria	4	20	—
Motori macchine per cucina	12	3	—
Frigoriferi	100	50	—

La maggior parte di questi apparecchi va su circuito luce e quindi non ci è possibile dare il loro consumo.

Napoli.

La *SOCIETÀ GENERALE ELETTRICA NAPOLETANA* ha verso la fine del 1928 creato una particolare organizzazione di vendita che ha cominciato a funzionare dal 28 novembre dello stesso anno.

All'uopo è stata stipulata una convenzione con la *S. A. Elettrotecnica Meridionale* di Napoli, per la vendita sia a rate che per contanti, di tutti gli apparecchi elettrici di qualsiasi tipo che possano essere utilmente propagandati nell'interesse dei consumatori e della Società per l'incremento della vendita dell'energia.

Nei locali sotterranei della *GENS* sono state allestite sale dimostrative nelle quali il pubblico può prendere visione di tutti gli apparecchi anche in funzione.

Un'altra sala dimostrativa è stata aperta al pubblico nella sede di Napoli della *Elettrotecnica Meridionale*.

Sono già stati accaparrati negozi in una delle strade principali per altre mostre al pubblico.

Una esposizione di apparecchi è posta nella sala esazione bollette luce.

Le vendite sono per lo più a rate, quelle a contanti beneficiano di uno sconto del 5% sui prezzi normali di vendita a rate. Per queste l'esazione viene fatta dalla *GENS* essendo le singole rate caricate sulle relative fatture di fornitura dell'energia.

La propaganda viene fatta da piazzisti della *Elettrotecnica Meridionale*, intelligenti, ordinati e tenaci, (pagati in parte a provvigione), i quali per la zona assegnata loro, visitano sistematicamente e intensamente, tutte le case, creando per mezzo di appositi schedari a cartoncini mobili, un archivio dal quale risultano i nomi di tutti gli utenti, i mezzi di cui dispongono, gli apparecchi che già possiedono, ecc.

Viene inoltre da essi tenuta esatta nota di tutti i movimenti che avvengono per traslochi, degli affari possibili, di quelli conclusi, ecc.

Ma l'attrazione del pubblico verso i nuovi apparecchi avviene anche a mezzo di varie forme di pubblicità che vanno dalla reclame sulle fatture di energia, ai cartelli murali, a vetrofanie, poste sui tranvai cittadini, a reclame attraverso la radio, fatta però sotto forma di didascalie reclamistiche, ed a proiezioni nei cinematografi.

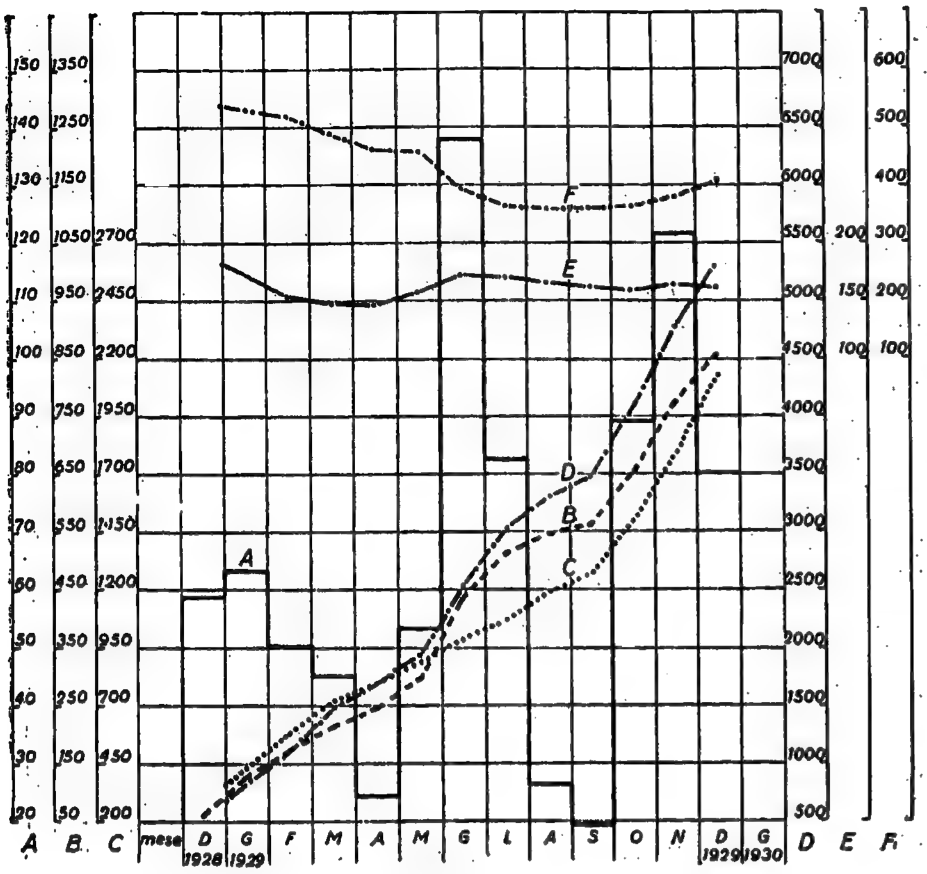


Fig. 10.

A - Ammontare delle vendite (a rate e contanti) mensili, in migliaia di lire
B - » » » » progressive » »
C - Totale progressivo kW installati.
D - » » numero apparecchi venduti.
E - Prezzo medio per apparecchio in lire.
F - Carico medio per apparecchio in W.

La Società sta allestendo un camioncino il quale nell'interno deve racchiudere un campione di ogni singolo apparecchio, dei più ricercati, con il relativo attacco, a dimostrazione della buona funzionalità di esso e del suo minimo consumo; il camioncino girerà tutta la zona e quindi porterà la propaganda nei centri più rurali.

Inoltre distribuisce fra gli utenti una serie di fogli volanti su ognuno dei quali illustra le doti principali di ogni singolo apparecchio, ed attira l'attenzione del pubblico con vignette abbastanza suggestive e con disegni umoristici.

A dimostrazione che detti metodi di propaganda hanno influito non indifferentemente sulla vendita degli apparecchi domestici fatta dalla *GENS*, riportiamo un diagramma (fig. 10) dal quale si rileva che dal dicembre 1928 alla fine del dicembre 1929 furono venduti N. 5294 apparecchi per un valore totale di L. 853.938,85.

Nei mesi di giugno e luglio per intensificazione della propaganda di carattere stagionale, si ebbero rialzi forti nella vendita e nei mesi di ottobre e novembre un nuovo aumento causato dalla propaganda per le onoranze ad Edison.

Dalla seguente tabella risulta il numero degli apparecchi venduti e il carico installato:

Apparecchi venduti	*Numero*	*Potenza complessiva in kW*
Ferri da stiro	1693	598.070
Bollitori	256	86.375
Caffettiere-Teiere	463	193.861
Scaldavivande	4	0,200
Cucine	4	8.800
Fornelli	301	174.510
Asciugacapelli	487	256.850
Termofori	281	26.800
Scaldapiedi	12	0,480
Stufe	268	278.000
Radiatori	167	86.300
Scalda-acqua	11	5.255
Forni	7	5.100
Tostapane	10	3.200
Ventilatori	733	26.200
Aspirapolvere	57	8.550
Lucidatrici	20	3.600
Bruciaprofumi	70	22.500
Motori da cucina	13	1.200
Saldatori	11	3.220
Scaldini	15	1.650

Non ci è possibile poter precisare il consumo per ciascun tipo di apparecchio venduto.

Ancona, Aquila, Pallanza, Perugia, Pescara.

L'*UNIONE ESERCIZI ELETTRICI* ha già da parecchi anni iniziato il collocamento degli apparecchi elettrodomestici nelle varie zone da essa servite, dandogli, precisamente nel 1928, un impulso grande con la istituzione dell'ufficio sviluppo e con la creazione delle Case Elettriche.



Fig. 11. - Una delle vetrine del negozio della *UNES* a Pescara.

L'anno 1928 fu favorevole perchè l'inverno fu particolarmente rigido e le richieste di energia, per stufe, furono numerose. Infatti nella sola zona di Pescara furono collocate in quell'inverno ben 856 stufe. In quel primo anno i collocamenti più interessanti furono quelli delle stufe e dei ferri



Fig. 12. - Interno della "Casa Elettrica„ di Perugia.

da stiro. L'aver ottenuto un contratto per fornitura di energia per riscaldamento, coll'istallazione della stufa, consigliò gli utenti a provare altri apparecchi elettrodomestici e specialmente i fornelli.

La *SOCIETA' UNIONE ESERCIZI ELETTRICI*, favorì in ogni modo l'uso di questi apparecchi per migliorare la utilizzazione dell'energia con consumi maggiori.

I metodi di propaganda seguiti furono vari. Ne elenchiamo qualcuno: manifesti murali e manifestini volanti; articoli sui giornali, conferenze in apposite riunioni; propaganda attraverso i letturisti e gli esattori ed in genere con tutto il personale, interessato con premi in percentuale sul valore dell'apparecchio venduto e anche sull'ammontare del canone di energia per il 1° semestre, per ogni nuovo contratto di riscaldamento.

Anche sulle bollette fu fatta la pubblicità degli apparecchi ed in qualche caso furono distribuiti opuscoli anche in vernacolo per spiegare l'attività e la convenienza delle applicazioni elettrodomestiche. In qualche zona si ricorse anche alla trasmissione per radio di opportune composizioni reclamistiche in prosa ed in poesia, con risultati evidenti di interessamento da parte del pubblico.

Nelle più importanti città, vennero istituite dalla *UNES* le *Case Elettriche* (fig. 11-12) con ben studiate mostre di apparecchi e con cartelli indicanti al pubblico le loro caratteristiche e il raffronto economico con le altre forme di energia, assicurandone la buona funzionalità, dato il controllo e la selezione di essi fatta *a priori* dalla Società stessa per poter dare all'acquirente l'apparecchio ottimo sotto ogni rapporto. Calendari, piccoli apparecchi tascabili ad uso reclame furono spesso diffusi, ma la propaganda più efficace fu fatta collocando l'apparecchio in prova presso l'utente, facendone rilevare i consumi e dando le migliori istruzioni per l'uso. E ciò anche senza addebitare agli utenti i consumi del periodo di prova. In pochi casi l'apparecchio collocato in prova non è stato trattenuto dall'utente, e questo si verificò sopratutto per le cucine elettriche, la cui diffusione fu ed è veramente promettente.

Le *Case Elettriche* sono fornite dei migliori apparecchi dati in deposito dalle Case fornitrici.

Le vendite sono fatte a contanti od a rate e quest'ultimo sistema è stato di buon ausilio alla diffusione degli apparecchi. La rateazione più lunga è sovente quella più gradita dall'utente.

Ogni due mesi viene pubblicato, a cura di ogni *Casa Elettrica* un listino dei prezzi con l'elenco di tutti i materiali e col costo sia per contanti sia per vendite a rate; ivi sono anche indicate le caratteristiche più importanti degli apparecchi ed i loro dati di consumo.

Altra forma di propaganda fatta dalla *UNES* è stata la istituzione di camioncini attrezzati per la vendita degli apparecchi (fig. 13). Detti camioncini si recano nei paesi in giorno di fiera o di mercato e fanno davanti al pubblico la pratica dimostrazione dell'uso dell'apparecchio, illustrandone il prezzo ed il costo di esercizio.

Le *Case Elettriche* sono state istituite in un primo tempo ad Ancona, Pesaro, Macerata, Ascoli Piceno, Pescara, Aquila, Avezzano, Vasto, Termoli, Perugia, Viareggio, Rapallo, Pallanza, Intra, Stresa, Domodossola ed altri luoghi di secondaria importanza. Nei centri più piccoli si è provveduto ad unire ai locali di ufficio, una mostra campionaria con vetrine, ed in qualche Città si sono trasferiti gli uffici in luoghi con possibilità di unione a negozi per la vendita degli apparecchi, in modo da utilizzare lo stesso personale per la duplice funzione. Vetrine dimostrative sono state create in quasi tutte le zone con risultati tangibili.

Nell'esercizio 1928-1929 furono collocati 10.736 apparecchi e nell'esercizio 1929-1930, 10.722.

Il collocamento più conveniente, per le note considerazioni della piccola influenza sulla punta, è stato quello delle cucine e dei fornelli. Al 30 giugno 1929 ne erano stati collocati 11.646, al 30 giugno 1930 il numero degli stessi era salito a 14.046 con un incremento di N.° 2406. I kWh consumati nell'anno 1928-1929 furono 12.193.421, nel 1929-1930 furono 14.146.141 con un incremento percentuale del 17%. Gli utenti di riscaldamento, con carattere annuale, erano al 30 giugno 1929 N. 7202 e al 30 giugno 1930 N. 9171, con un incremento di 1969 rappresentante una percentuale del 28%.

La distribuzione degli apparecchi nei vari centri, nel solo anno dal 1° luglio 1929 al 30 giugno 1930, può essere chiarita dal seguente specchietto che si riferisce solo alle più importanti *Case Elettriche*:

PALLANZA	N.°	1345
PESARO	»	708
ANCONA	»	1640
PERUGIA	»	3251
PESCARA	»	1893
AQUILA	»	1412

A dare invece un'idea della distribuzione dei vari tipi di apparecchi, trascriviamo le seguenti statistiche della *Casa Elettrica* di Pescara:

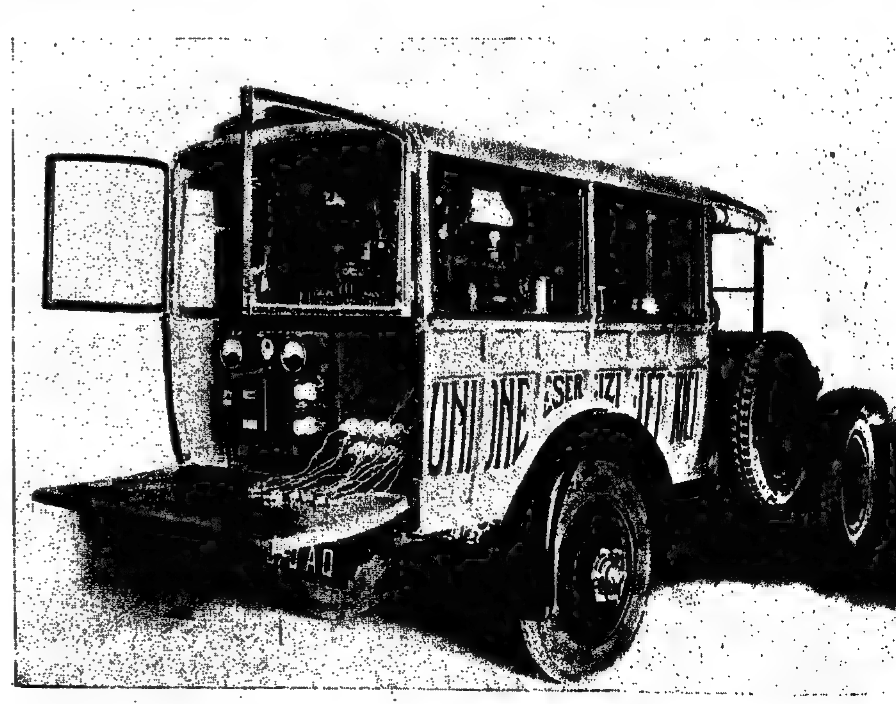


Fig. 13. - Un bel camioncino per la propaganda nei centri minori nei giorni di fiera o di mercato.

Dal 1º luglio 1928 al 30 giugno 1929 (A) e dal 1º luglio 1929 al 30 giugno 1930 (B) furono collocati nella sola zona di Pescara:

	A	B
Ferri da stiro	534	355
Fornelli ad un posto	337	313
Cucine e fornelli a più posti	135	344
Fornetti per famiglia	30	74
Scalda-acqua	86	76
Caffettiere	69	45
Termofori	188	137
Stufe	858	350
Ventilatori	131	66
Altri apparecchi vari	224	139
TOTALE	2592	1899

Dalla differenza delle due tabelle che riguardano la sola vendita in Pescara, è chiaro vedere che nel secondo anno si è dato molto maggiore impulso alle cucine, mentre è rallentato il collocamento delle stufe per effetto dell'inverno assai mite.

Dal 30 giugno a questa parte prosegue, con grande intensità, il collocamento delle cucine e degli scaldabagni.

Venezia.

La *SOCIETÀ ITALIANA PER L'UTILIZZAZIONE DELLE FORZE IDRAULICHE DEL VENETO (CELLINA)* dispone in Venezia di un negozio mostra nelle cui vetrine di esposizione sono indicati il prezzo sia a contanti che a rate, il consumo in lire ed in kWh degli apparecchi.

Speciali norme di contratto ha la Società con installatori locali, i quali vengono invogliati alla vendita con premi e provvigioni.

Per aiutare gli installatori nella vendita a pagamento rateale, almeno per gli apparecchi più costosi, la Società s'incarica delle riscossioni delle rate che vengono fatte a mezzo dei propri esattori, oppure subentra al contratto stipulato da essi con i clienti, purchè questi siano scelti fra le persone solvibili ed oneste, e gli apparecchi siano di ottima qualità ed i loro prezzi non siano esagerati.

Al Lido di Venezia nella stagione balneare è stato posto uno *stand* di mostra e vendita di apparecchi; ha avuto così campo di poter installare in molte cabine fornelli elettrici, dati a nolo durante il periodo dei bagni, dimodochè le famiglie evitavano la noia di ritornare in città per preparare la colazione e pertanto prendevano conoscenza della praticità, della pulizia e della convenienza economica delle cucine elettriche.

Apparecchi allacciati		*Potenza installata*	*Consumo kWh in un mese (gennaio 1930)*
Cucine e fornelli N.	100	201	25.500
Scaldabagni .. »	217	118	66.500
Ferri stiro .... »	229	278	28.000
Stufe .... »	443	762	210.100

Lecco.

La *SOCIETA' ANONIMA OROBIA*, ha iniziato una campagna di propaganda per l'uso dell'energia nel campo degli apparecchi elettrodomestici conquistando un migliaio di utenti. I metodi messi in pratica furono:

Mostre permanenti con vendita diretta a Lecco, Barzanò, Cernusco, Introbbio, Vimercate e Bellano.

Creazione di tariffe speciali, senza minimi di garanzia.

Esonero dell'utente dal pagamento dei diritti fissi di collaudo.

Speciali facilitazioni per la presa esterna.

Collaborazione da parte degli installatori locali, ottenuta mediante concessione di premi, proporzionali al numero degli apparecchi venduti. La Società permette inoltre agli installatori la vendita a rate per conto suo, incaricandosi dell'esazione delle rate, delle quali l'ultima viene riservata all'installatore, il quale, insieme alla Società, corre però la metà del rischio della vendita a credito.

Pubblicazione di listini, vendita, opuscoli propaganda, manifestini, ecc.

Per accordi intervenuti con la Finanza locale, la Società fa la vendita a rate degli apparecchi contemporaneamente a quella dell'energia per l'uso di essi, forma questa molto bene accetta al cliente.

Apparecchi allacciati		*Potenza installata*	*Consumo kWh*
Cucine e fornelli	516	641	64.500
Bollitori caffettiere	393	194	—
Scalda acqua accumulazione	62	26	168.000
Asciugacapelli	15	6	—
Stufe	55	68	—
Termofori	21	4	—
Ventilatori	15	2	—
Aspirapolvere	11	2	—
Ferri da stiro	629	265	—

***

Anche alcune Aziende Elettriche Municipali hanno orientato i loro sforzi verso il campo delle applicazioni elettrodomestiche iniziando un lavoro di penetrazione con mezzi che si vanno sempre più ingrandendo, e che dimostrano l'intenzione di approfondire il lavoro di propaganda.

Citiamo quelle che maggiormente si adoperarono per divulgare anche con mezzi pratici la conoscenza delle utilità portate dagli apparecchi elettrodomestici.

Verona.

L'*AZIENDA ELETTRICA MUNICIPALE* tale lavoro incominciò dal 1927 e fino al 1929 molto attiva fu la campagna propagandistica, sia con cartelli invitanti gli utenti a visitare la mostra permanente di apparecchi, sia con reclame e con vignette sulle bollette luce, sia con distribuzione di foglietti illustrati indicanti le caratteristiche dei vari apparecchi.

Essa vendeva gli apparecchi a contanti ed a rate con riserva di dominio sino al saldo del prezzo.

È da rilevare che la *A.E.C.V.* dava apparecchi a noleggio a titolo di deposito fiduciario, e l'apparecchio a noleggio passava, *de jure*, in proprietà dell'utente, quando il 70% della somma dei singoli noleggi era pari al valore venale dell'apparecchio.

Oltre ad esperimenti pratici sul funzionamento degli apparecchi tenuti in sale delle scuole comunali, l'Azienda aprì un concorso fra tutti i suoi utenti energia termica, ed a coloro i quali avevano assorbito maggior numero di kWh od avevano contribuito alla diffusione d'apparecchi, dei fornelli, delle cucine elettriche, venivano abbuonati alcuni periodi di consumo.

I risultati di questi primi anni sono stati buoni, nonostante il misoneismo degli utenti, e degli stessi installatori, preoccupati più di liberarsi di qualsiasi apparecchio che di collocare bene i buoni. Il lavoro di propaganda viene fatto ora dagli installatori che provvedono pure alla vendita degli apparecchi.

L'Azienda è riuscita a vendere nel 1928 oltre kWh 500.000 per le applicazioni elettrodomestiche, e nel 1929 oltre kWh 740.000.

Merano e Bolzano.

L'*AZIENDA ELETTRICA CONSORZIALE DI BOLZANO E MERANO*, preoccupandosi del fatto che nella maggior parte dei casi i rivenditori di materiale elettrico vendono a prezzi troppo elevati e non badano quasi affatto alla qualità scadente di esso, ha ritenuto necessario l'istituzione di negozi propri per la vendita diretta al pubblico degli apparecchi elettrotermici, e ne ha aperto uno in Merano (fig, 14-15) nella estate 1928, ed uno in Bolzano (fig. 16-17) verso la fine dello stesso anno; in essi l'Azienda tiene un assortimento vario e completo della miglior produzione sia nazionale che estera, e tale materiale, fornito dai costruttori in deposito, viene da essi fatturato definitivamente all'Azienda, solo quando questa lo ha venduto all'utente.

La vendita vien fatta sia per contanti che a rate, senza alcuna differenza di prezzo, e la modalità di pagamento per la seconda forma è la seguente: il 20% all'atto dell'acquisto in contanti, il resto suddiviso in 6 o 12 rate a secondo dell'entità dell'acquisto: le rate vengono riscosse a domicilio dell'utente in occasione della presentazione della bolletta consumo energia.

Al compratore non vengono, in linea generale, richieste garanzie speciali se non il patto di riservato dominio, fino al completo pagamento degli apparecchi.

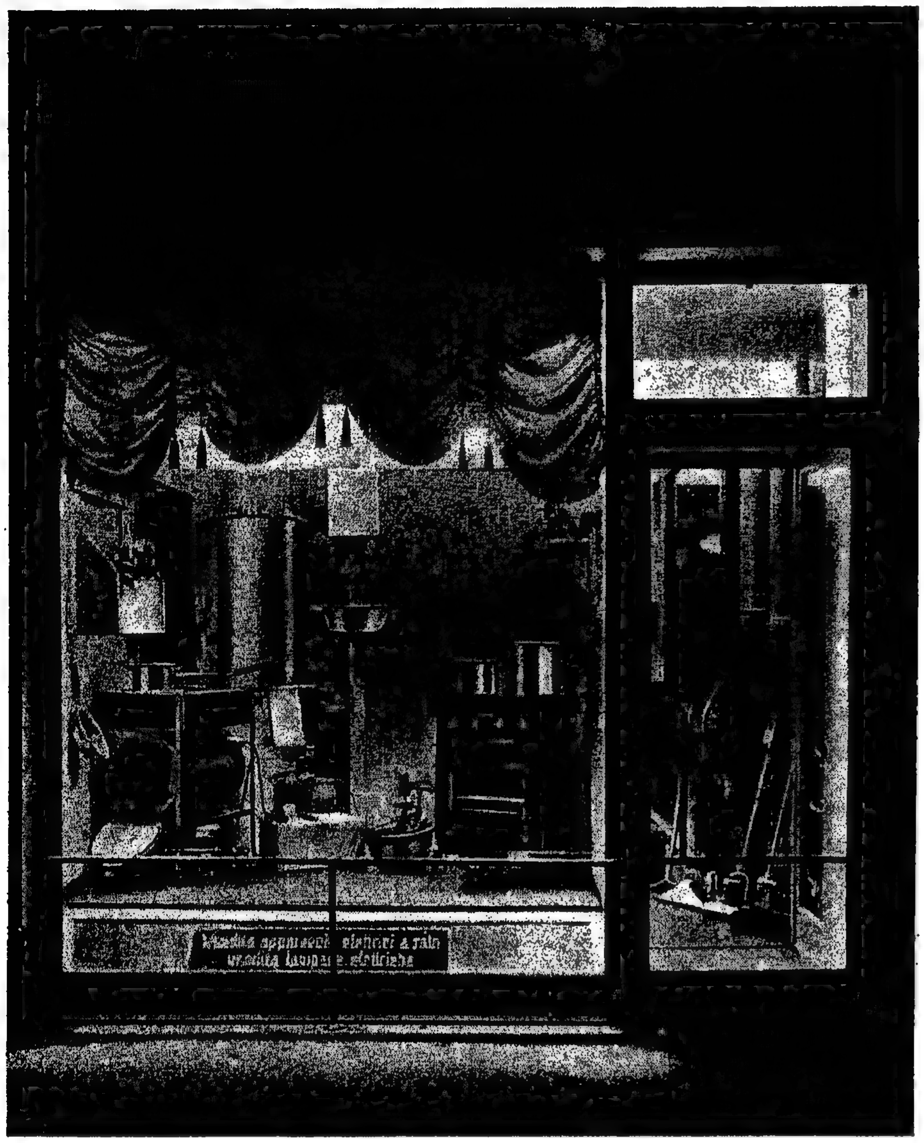


Fig. 14. - Veduta esterna del negozio di Merano.

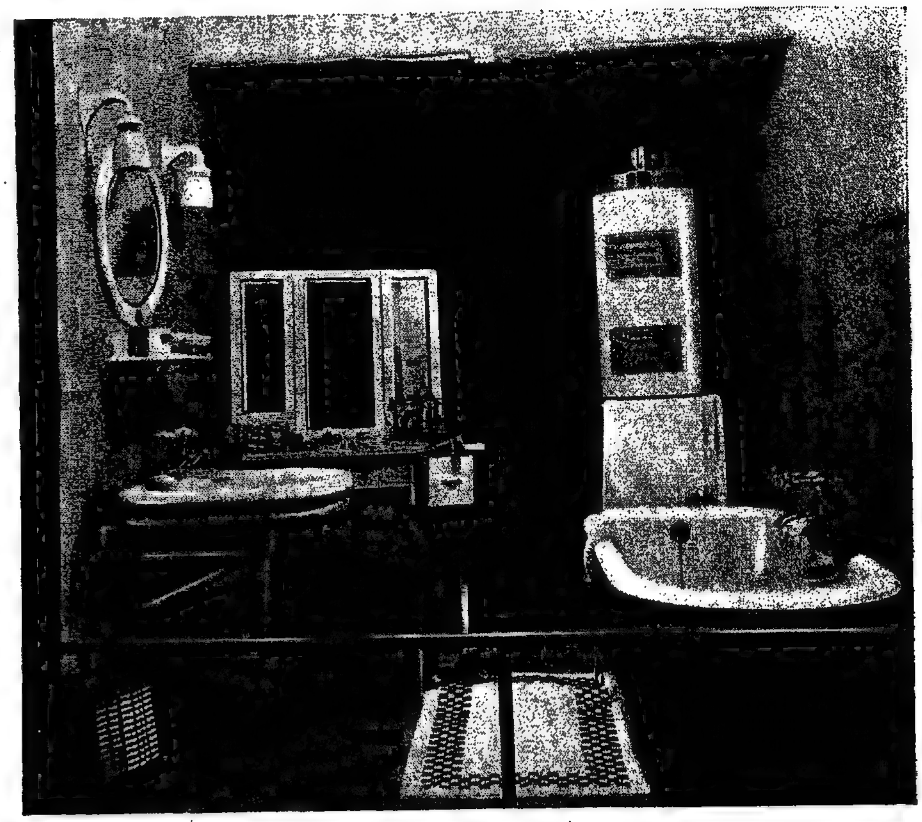


Fig. 15. - Il moderno gabinetto da bagno.

A favorire questa iniziativa, l'Azienda organizzò mostre, prima dell'apertura dei negozi, invitando numerose case costruttrici a parteciparvi. Tali mostre durarono una settimana, e nelle esposizioni, diversi apparecchi si potevano vedere in funzione.

Il personale, sia dell'Azienda sia delle case espositrici, dava al pubblico ogni informazione desiderata, e fu appunto il risultato ottenuto da tali mostre che convinse l'Azienda dell'opportunità di renderle permanenti.

L'*Azienda Elettrica Consorziale* istituì durante la prima esposizione nazionale dell'Alto Adige, tenuta a Bolzano lo scorso anno, un modello di *Casa elettrica*.

Inoltre essa inserì qualche articolo nella stampa quotidiana diretto a richiamare sopratutto l'attenzione del pubblico sui negozi di vendita dell'Azienda, e sulle facilitazioni che in essi il compratore poteva trovare; fece proiettare nei cinematografi di Bolzano e Merano films di propaganda, ottenuti in prestito da case costruttrici di apparecchi. Tali films avevano



Fig. 16. - L'interno del locale di esposizione a Bolzano.

una durata da 5÷10 minuti e dimostravano il funzionamento di qualche apparecchio e davano spiegazioni sul consumo di esso, ma benchè il pubblico dimostrasse un forte interessamento a simile forma di propaganda, tale iniziativa non potè essere nè intensificata nè continuata per causa dell'alto prezzo di acquisto o di produzione dei films.

L'Azienda provvide alla pubblicazione di un opuscolo in due lingue a scopo di istruzione ed illustrazione degli apparecchi; distribuisce nei propri negozi a tutti i compratori o visitatori foglietti di propaganda, forniti dai costruttori e recanti l'intestazione dell'Azienda, e tale distribuzione venne pure fatta a domicilio in due o tre riprese, per mezzo degli esattori e letturisti; fece stampare a tergo delle bollette luce clichés di apparecchi e richiami alle tariffe speciali che rendono economicamente conveniente l'elettricità di fronte alle altre forme di energia termica.

Il personale del negozio e del reparto utenti è sempre a disposizione del pubblico per fornire tutte quelle spiegazioni, informazioni, progetti di impianto, ecc. che gli utenti possono desiderare.

L'Azienda non ha fino ad ora fatto installazioni, lasciando tale attività esclusivamente ai privati elettricisti; ma essendosi constatato qualche inconveniente causato, o dalla poca diligenza, o dalla deficienza del materiale usato negli impianti dagli installatori, inconvenienti che portavano danni sia all'utente, sia alla Azienda, questa venne nella determinazione di eseguire con personale proprio le installazioni degli apparecchi elettrodomestici venduti, effettuando la messa in opera di tali installazioni gratuitamente, ovvero contro il solo rimborso della spesa del materiale. Allo scopo di persuadere gli utenti con dati di fatto sulla comodità e convenienza degli apparecchi elettrodomestici, l'Azienda concede in prova, naturalmente ad utenti che danno affidamento, cucine elettriche per un mese, e la relativa installazione provvisoria ed il consumo del mese non sono fatti pagare all'utente. Di conseguenza anche nel caso di vendita diretta di cucine, l'energia per il primo mese viene fornita gratuitamente.

L'Azienda provvede anche con la massima correttezza e la minor spesa possibile alle riparazioni di eventuali guasti degli apparecchi venduti.

L'attività propagandistica precedentemente esposta ha determinato una soddisfacente e incoraggiante diffusione di apparecchi elettrodomestici, come risulta chiaramente dai dati statistici che più sotto riportiamo, facendo però presente che essi si devono riferire ad una popolazione relativamente poco numerosa, la quale, tra i Comuni di Merano (25.000) e Bolzano compreso Dodiciville (32.812) più alcune migliaia di abitanti in comuni rurali, non raggiunge i 65.000 abitanti.

L'attività dei negozi nell'anno 1929 risulta dai seguenti dati di vendita degli apparecchi:

Apparecchi	Negozio di Bolzano		Negozio di Merano	
	N.°	kW	N.°	kW
Fornelli semplici	74	59.850	78	71.250
Cucine e forni	8	22.050	21	25.580
Teiere, caffettiere, bollitori	50	20.255	85	33.300
Scalda acqua	6	3.555	10	9.710
Ferri da stiro	153	62.875	176	69.435
Stufe e radiatori	117	117.100	105	100.600
Aspirapolvere - Lucidatrici	5	0.840	24	4.185
Ventilatori	31	1.110	24	1.155
Asciugacapelli - Arricciacap.	20	8.795	22	10.925
Diversi (scaldaletti, termofori, saldatori, tostapane, scaldapiatti, apparecchi medici, ecc.)	55	4.780	148	5.990
Totale	519	301.210	693	332.130

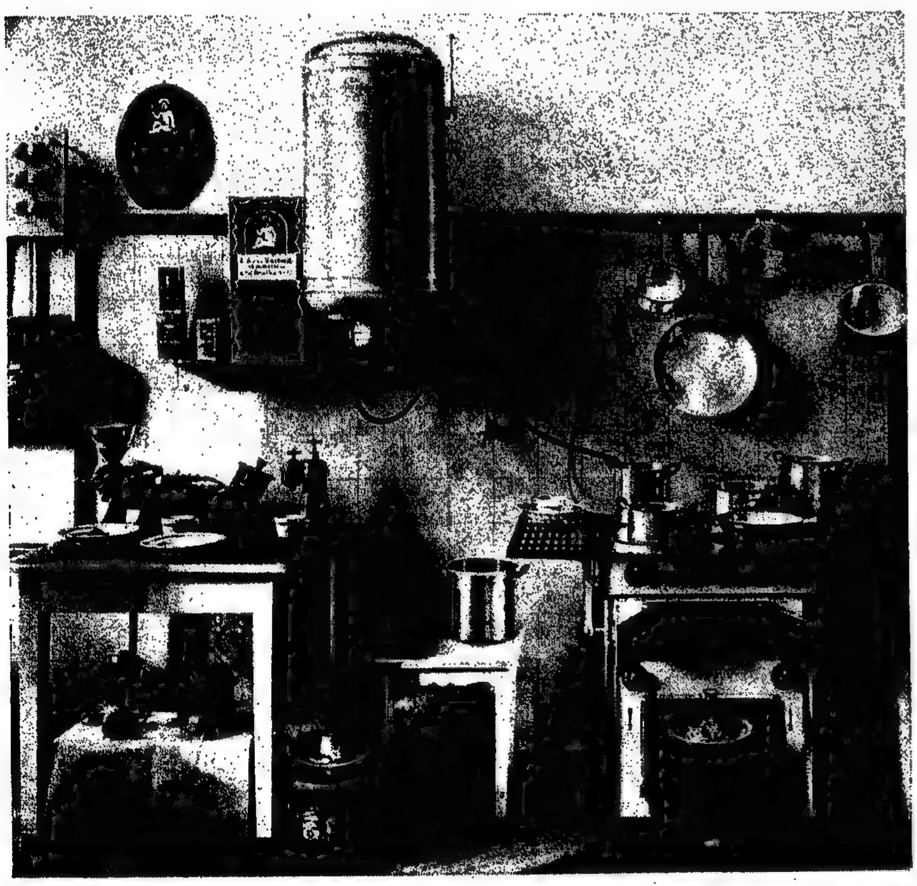


Fig. 17. - Particolare di una mostra interna: La cucina ideale.

APPARECCHI	Numero A	Numero B	Numero C	Totale	Potenza installata in kWh	Consumo totale nel 1929 in kWh	Partecipaz. al consumo in %
Ferri da stiro	4300	3838	1712	9850	4251	616.341	4
Ventilatori e motorini	439	380	121	940	136	73.566	0,5
Apparecchi riscaldamento da cucina	898	784	363	2045	1901	1.901.137	12,4
Scalda acqua	85	33	17	135	471	841.463	5,5
Appar. riscaldam. per scopi medici	56	209	33	298	43	33.525	0,2
Appar. riscaldam. di lusso	68	12	2	82	45	13.724	0,1
Appar. riscaldam. ambienti	371	359	68	798	1350	1.498.083	9,8
Appar. di elettromedicina	140	51	2	193	113	56.410	0,4
Trasformatori per suonerie	610	673	195	1478	47	75.264 (Trasformatori e Apparecchi diversi)	0,5
Apparecchi diversi	58	50	33	141	87		
Somma	7025	6389	2546	15960	8444	5.109.513	

Nel corrente anno il movimento dei negozi si mantiene all'incirca sulle stesse cifre, con qualche incremento per quanto riguarda la città di Bolzano.

Gli apparecchi elettrodomestici allacciati alla rete di Merano (A), Bolzano (B) e Dodiciville (C), alla fine del mese di settembre 1930 sono elencati nella tabella a pagina precedente.

La partecipazione al consumo in % è stata calcolata tenendo conto anche del consumo dovuto ai motori, agli apparecchi da riscaldamento per scopi industriali, ed alle caldaie elettriche ad alta tensione, cioè a tutti quegli apparecchi che usufruiscono di tariffe esenti da tasse erariali e comunali.

Roma.

L'*AZIENDA ELETTRICA DEL GOVERNATORATO DI ROMA* è agli inizi della sua attività propagandistica, poichè soltanto verso la fine del giugno c. a. ha inaugurato un negozio apposito in Via Nazionale con ampi locali di esposizione e di dimostrazione pratica, arredati con lusso. (fig. 18-19-20-21).

Le salette di dimostrazioni riguardano precisamente la cucina moderna, il guardaroba ed il bagno.

L'Azienda non si limita ad esporre nelle vetrine gli apparecchi che vende, ma nelle apposite sale di dimostrazioni, da personale idoneo, gli apparecchi medesimi vengono messi in funzione quotidianamente, ed i visitatori stessi possono, a loro piacimento, sperimentarli.

Inoltre l'Azienda dispone di uno speciale servizio di assistenza a domicilio che gratuitamente viene messo a disposizione degli utenti che ne fanno richiesta, affinchè l'uso degli apparecchi e in modo particolare della cucina elettrica, possa essere insegnato anche alle persone di servizio presso le abitazioni degli acquirenti.

Per di più il personale tecnico interviene sia nel caso di consumo troppo ridotto, che segnala come l'utente non si serva degli apparecchi, sia nel caso di consumo eccessivo, indice questo che l'apparecchio è male adoperato.

L'Azienda riceve in deposito da alcune Ditte gli apparecchi curandone la vendita a contanti, od a rate, per i suoi utenti, previo accertamento delle qualità degli apparecchi stessi che devono rispondere a tutte le esigenze della tecnica moderna. Vengono da essa esclusi o ritirati dall'uso quegli apparecchi che si dimostrano anche in parte difettosi. Gli impianti interni degli apparecchi messi in opera vengono pure fatti pagare a rate.



Fot. Vasari

Fig. 19. - Un'elegante sala da trattenimento.

L'incremento alla vendita viene affidato ad una speciale categoria di visitatrici, che si recano a domicilio degli utenti solo dietro invito, sia telefonico che portato a mezzo dei letturisti o esattori, le quali favoriscono tutte le notizie e spiegazioni che necessitano all'utente, esplicando contemporaneamente opera di produttrici.

L'Azienda ha provveduto alla elettrificazione di un gruppo di cabine nello stabilimento «*Lido*» di Ostia a Mare, e vi ha organizzato un servizio di noleggio di apparecchi elettrici utili ai bagnanti, fornelli, bollitori, asciugacapelli, ventilatori, ecc. funzionanti con contatore a moneta; e pure in Ostia è stata aperta una succursale della gestione vendite della *Azienda Elettrica del Governatorato di Roma.*

A complemento di quanto sopra la Direzione ha stabilito di ricorrere, come mezzo di propaganda, ad opuscoli e notiziari per la massaia moderna, alla pubblicità sulle bollette luce, all'insegnamento nelle scuole professionali femminili dell'uso degli apparecchi elettrodomestici, ed alla proiezione di films istruttivi.



Fot. Vasari

Fig. 18. - Il negozio esposizione dell'*Azienda Elettrica del Governatorato* in Roma.

***

Il nuovo orientamento verso la meta che apre orizzonti proficui al collocamento dell'energia elettrica, non solamente dalle sopracitate Società è stato deciso, ma molte altre di esse, che fino a poco tempo fa non si erano curate del problema, entrano oggi in campo con forze nuove ad aumentare il lavoro della propaganda nazionale per l'elettrificazione domestica.

Infatti adoperando i mezzi di propaganda che fino ad ora hanno arrecato i maggiori vantaggi, e cioè negozio-esposizione, circolari a stampa agli utenti illustranti singole applicazioni, inserzioni pubblicitarie su riviste locali e programmi di teatri, mostre nei capoluoghi, conferenze presso istituti di cultura,

cinematografie, dimostrazioni pratiche, installazioni a prova, vendite rateali, abbuoni sugli allacciamenti, ecc. la *Società Industriale Trentina* di Trento, la *Società An. Elettrica Trevigiana* di Treviso, la *Società Friulana* di Udine, la *Società Bolognese di Elettricità* di Bologna, ecc. hanno già potuto riscontrare un interessamento da parte del pubblico nelle diverse zone di loro pertinenza, interessamento che praticamente ha dato i suoi frutti (fig. 22-23).

Altre Società come la *Elettricità e Gas* di Roma, *l'Azienda Municipalizzata* di Torino, *l'Ente Autonomo del Volturno* di Napoli, stanno ora organizzandosi con programma vasto per facilitare la conoscenza, dimostrare l'utilità, e constatare la praticità di quegli apparecchi i quali certamente dovranno, in un'epoca prossima, trovarsi in ogni famiglia italiana.



Fot. Vasari

Fig. 20.
Un'altra bella esposizione dell'*Azienda Elettrica* di Roma.



Fot. Vasari

Fig. 21. - Scritta luminosa esterna per richiamare l'attenzione dei cittadini.

***

È certo che se volessimo paragonare i metodi sopracitati ed i risultati ottenuti con essi ai 70.000.000 di apparecchi posseduti dagli utenti in America fino al 1° gennaio 1930, con un consumo annuale di circa 4.500 milioni di kWh, (1), e all'enorme lavoro propagandistico fatto con le forme più grandiose e varie, dovremmo concludere che nulla da noi è stato fatto e nulla è stato ottenuto.

E se pensiamo che in America le tariffe sono più elevate che in Italia, come possiamo spiegare una differenza così enorme di risultati, se non coll'ammettere che il popolo americano, pratico per eccellenza e moderno in tutte le sue manifestazioni, ha saputo comprendere subito attraverso



Fig. 22. - L'interno del negozio-esposizione della *S.I.T.* a Trento.

(1) *National Electric Light Association.*

la rete fittissima della propaganda, l'utilità degli apparecchi elettrodomestici?

D'altra parte se teniamo conto del miglioramento delle condizioni economiche delle classi medie del nostro Paese, le quali in seguito potranno dare una maggiore possibilità insite nel popolo italiano, doti che dovranno essere sviluppate e messe in lizza dal lavoro di propaganda futuro, dobbiamo logicamente concludere che, fatta la coscienza elettrica, nella nostra gente, noi avremo ottenuto il maggior fattore che ci apporterà a risultati vasti e proficui.

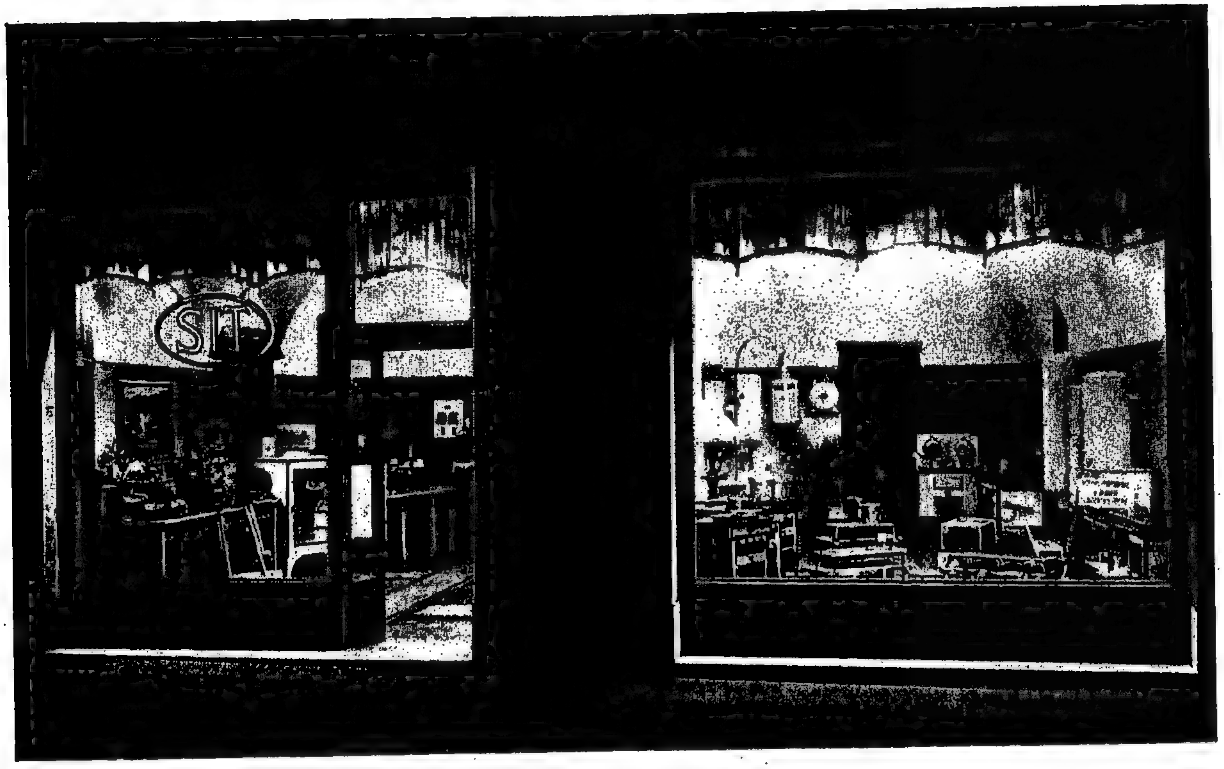


Fig. 23. - La razionale illuminazione del negozio di apparecchi elettrodomestici della *S.I.T.*

di spese, se consideriamo che molte Società distributrici di energia hanno già iniziato un lavoro di penetrazione non indifferente nel pubblico, con facilitazioni e disposizioni favorevoli; che il lavoro di propaganda già svolto ha dato frutti notevoli e largamente apprezzati, e che infine l'uso degli apparecchi elettrodomestici è collegato a dei concetti di pulizia, di proprietà, di decoro, di estetica, doti queste

È appunto per costituire questo ambiente favorevole, questa mentalità moderna che la coordinazione delle molteplici forme di propaganda si rende maggiormente necessaria in Italia, dove invece del modernismo e della praticità si riscontra troppo spesso la riluttanza a cambiare il vecchio sistema di vita dei padri, colle novità sieno esse pure utili pratiche ed economiche.

ING. ENNIO DE' BUZZACCARINI.

Il Terzo Congresso dell'"Union Internationale des producteurs et distributeurs d'énergie électrique„

(4-14 SETTEMBRE 1930)

I – Il programma tecnico.

Dopo i Congressi di Roma (1926) e di Parigi (1928) l'*Union Internationale des producteurs et distributeurs d'énergie électrique* accogliendo l'invito dell'*Union des exploitations électriques en Belgique*, si è riunita per la prima volta a Bruxelles. La sede non poteva essere scelta più felicemente, poichè proprio quest'anno il Belgio celebra il centenario della propria indipendenza, e le grandi esposizioni di Liegi e di Anversa offrono vasto campo all'ammirazione e alla curiosità dei visitatori.

L'interesse tecnico e pratico delle discussioni si è poi integrato con l'attrazione di numerose visite sia a inestimabili tesori artistici o a celebrati ritrovi di turismo e di mondanità, sia a impianti industriali di notevole interesse.

Con queste premesse, si capisce come il Congresso abbia avuto un successo veramente lusinghiero sotto tutti i punti di vista; per merito anche dell'ottima organizzazione che, basata sull'alternarsi di programmi tecnici e turistici, ha consentito ai congressisti di seguire i lavori senza stanchezze. Aggiungansi le accoglienze sia di Autorità che di Enti industriali, sempre improntate alla massima cordialità e l'ospitalità anche troppo larga e signorile, non senza qualche discapito per l'autonomia degli intervenuti. Eccesso del resto simpatico e che ha permesso ai Congressisti dei vari Paesi, con le lunghe e frequenti riunioni, di conoscersi e affiatarsi gradevolmente.

Anche il numero degli intervenuti — fra cui moltissime le signore — ha superato quello dei precedenti Congressi, essendosi oltrepassato di molto i 500. Numerosissime naturalmente le rappresentanze del Belgio e della Francia; terza per numero la delegazione italiana, con a capo l'on. Motta, Vicepresidente dell'UNIPEDE.

***

In conformità alle direttive dell'Unione Internazionale il programma tecnico del Congresso comprendeva problemi relativi all'industria elettrica, considerati sotto il punto di vista del produttore e distributore di energia. Data la formazione dell'UNIPEDE, i delegati rappresentano in certo modo l'opinione degli enti mandanti e devono tendere a conclusioni e decisioni pratiche nel campo dell'industria. Se pertanto alcuni dei temi trattati sono gli stessi già posti allo studio da altre organizzazioni tecniche internazionali, questi sono stati però considerati dal Congresso di Bruxelles sotto un aspetto molto diverso.

Il programma tecnico comprendeva i punti seguenti:

I – I recenti progressi nella costruzione delle grandi centrali termiche.

II – La continuità del servizio.

III – La messa a terra del neutro sulle reti a bassa e ad alta tensione.

IV – Le condizioni tecniche per la messa in parallelo delle centrali.

V – La coesistenza delle linee di trasmissione e delle linee di telecomunicazione.

VI – I lavori della Commissione lampade dell'UNIPEDE.

VII – La propaganda presso gli utenti e le applicazioni diverse dell'elettricità. I progressi dell'illuminazione razionale. I veicoli ad accumulatori ecc.

VIII – I coefficienti di diversità e i coefficienti d'utilizzazione dell'energia elettrica messa a disposizione degli utenti; loro influenza sull'esercizio tecnico e commerciale delle reti di distribuzione.

IX – Verifica e manutenzione dei contatori.

X – Riduzione delle punte e utilizzazione dell'energia residua.

XI – Il problema della tensione non pericolosa.

XII – Il problema della tariffazione.

XIII – Statistiche internazionali.

Non tutti i temi naturalmente furono trattati con la stessa larghezza nè suscitarono il medesimo interesse, come apparve anche dalla discussione.

Nel riassumere le principali memorie presentate e nel ricordare i più importanti argomenti portati alla discussione, seguiremo l'ordine cronologico delle sedute.

***

La presidenza delle sedute fu affidata successivamente ai maggiori esponenti dei principali paesi rappresentati.

Nella prima seduta (mattina del 5 settembre) sotto la presidenza dell'on. *Motta* (Italia), erano in programma i temi I e IV; alcune memorie, fra cui quelle illustranti *film* o proiezioni, dovettero però esser rimandate al pomeriggio.

Le relazioni presentate sul *tema I* sono di carattere abbastanza diverso, e possono alla loro volta raggrupparsi a seconda dell'argomento trattato. In un primo gruppo, comprendente relazioni di carattere prevalentemente descrittivo, ricorderemo anzitutto il rapporto (I - 16) dell'ing. *Dessus*: « I nuovi impianti realizzati dalla Compagnie Parisienne de Distribution d'Électricité nella sua centrale d'Issy-les-Moulineaux », e poichè gli ingrandimenti sono già stati ampiamente descritti nella stampa tecnica (1), ci dispensiamo dal riparlarne qui. Pure descrittivo è il rapporto (I - 3) presentato dalla *Sofina* (Société Financière de Transports et d'Entreprises Industrielles) e riguardante «La nuova centrale della Chade a Buenos Ayres ». La centrale ha caratteristiche moderne, pur senza competere con le recentissime supercentrali degli Stati Uniti: gruppi potenti (52.500 kW); forte potenza complessiva prevista (600.000 kW); alte pressioni (38.5 kg all'ammissione) e temperature (400° C); combustibile polverizzato (sistema Lopulco). Le caldaie per contro non sono molto grandi. Una particolarità degna di nota è che il terreno ha dovuto essere guadagnato dal letto del fiume Plata, eliminando gli strati fangosi e sabbiosi superficiali; inoltre vi è da tener conto delle forti oscillazioni del pelo d'acqua e delle possibili inversioni nel senso della corrente d'acqua.

Si può ascrivere ai rapporti descrittivi anche quello del sig. *Evain* (I - 4), su « Il collegamento delle centrali metallurgiche del bacino di Briey », che si riferisce a un caso particolare e interessante. Esso mette cioè in evidenza i vantaggi dell'interconnessione nel caso degli impianti elettrici utilizzanti il gas degli alti forni e adibiti per la massima parte a servizio dei laminatoi annessi alle ferriere; è noto infatti che la produzione di gas degli alti forni è continua e uniforme, mentre il consumo di energia dei laminatoi è variabile e pertanto la marcia in parallelo fornisce il miglior sistema di compensazione. Naturalmente vi è un'eccedenza di energia, che verrà distribuita agli utenti entro un raggio di 200 km.

Le difficoltà che il motore a gas oppone per le sue caratteristiche (e sopratutto per la velocità molto variabile col carico) a una marcia in parallelo regolare sono state eliminate inserendo sulla rete anche turbine a vapore per una potenza corrispondente al 50 % della complessiva: le turbine sono incaricate di sopperire alle punte, riservando così al motore a gas un carico relativamente costante. Il ricupero di energia dovuto alla marcia in parallelo è del 10 ÷ 15 %.

Il rapporto dell'ing. *Cesàri* (I - 5) relativo a « I più recenti progressi nella costruzione delle grandi centrali termiche in Italia » può considerarsi di transizione fra il gruppo di lavori descrittivi, e gli studi più particolarmente tecnici. Infatti non vengono solo ricordate le principali particolarità costruttive delle grandi centrali di Genova, Turbigo, Venezia, Piacenza, Livorno e Napoli, ma si mettono in rilievo le funzioni particolari delle centrali termoelettriche nel complesso della produzione elettrica in Italia e gli effetti di queste condizioni speciali sull'esercizio delle centrali stesse.

---

(1) «Les récents travaux d'extension de l'usine d'Issy-les-Moulineaux de la Compagnie parisienne de Distribution d'Électricité» – *R.G.E.*, 7, 14, 21 e 28 Giugno 1930.

A un particolare tecnico che se nel nostro Paese non ha attirato finora molta attenzione sembra invece assumere una notevole importanza in altri Stati, si riferisce il rapporto (I - 8) del Sig. *Dienne*; e cioè alla « Depurazione del fumo delle caldaie dalle polveri ». Il problema si è imposto sopratutto per i paesi dove per qualsiasi ragione si fa molto uso di carbone polverizzato, come nel Belgio, di cui particolarmente si occupa il relatore, e dove sembra che i proprietari vicini a centrali termiche abbiano sollevato talvolta lagnanze così forti da indurre i pubblici poteri ad un intervento. Il rapporto ricorda i principali tipi di apparecchi, variamente ingegnosi e basati su principi diversi: a forza centrifuga, a velo di liquidi viscosi, a velo d'acqua, a nebbia, ad azione elettrostatica; ma più che la parte puramente tecnologica, ha sembrato interessare i presenti il problema pratico della riutilizzazione delle polveri. Si sa infatti che queste sono costituite da ceneri, da granellini di coke o parti incombuste e da una piccolissima quantità di fuliggini; il materiale incombusto recuperabile col sistema di riiniezione totale descritto dall'A. rappresenta dall'1 % al 4 % del peso del combustibile utilizzato e, a quanto pare, il miglioramento del rendimento termico è anche superiore a quello derivante dal ricupero degli incombusti.

La discussione sui rapporti del tema I, alla quale hanno partecipato i sigg. *Meyer*, *Herry* e *Rich* e che, nel fatto, si è limitata al rapporto ora accennato, ha messo in evidenza come la riutilizzazione delle polveri costituisca un problema di attualità, almeno in alcuni paesi. È stato citato il caso di un impianto in cui la riutilizzazione ha portato a un'economia di combustibile di 220.000 frs. (francesi) all'anno; il costo dell'impianto di depurazione viene coperto in sette anni. Per il contenuto in ceneri si sono prospettate diverse soluzioni; fra le altre, data la loro composizione silico-alluminosa, si è accennato alla loro eventuale trasformazione in alluminio. Un altro problema interessante è quello della protezione contro l'acido solforoso contenuto spesso nel fumo, e ciò specialmente nei riguardi dell'agricoltura.

Passando al terzo gruppo di memorie, sempre nel tema I, accenneremo che esse riguardano un argomento che con le centrali termiche ha un rapporto puramente casuale, e cioè l'unificazione delle frequenze. I due scritti presentati riguardano i lavori per l'unificazione delle frequenze in regioni dove le circostanze particolari imponevano tale provvedimento; e cioè il rapporto (I - 2) del sig. *Rieunier* riferisce su « L'unificazione della frequenza nella regione parigina considerata dal punto di vista del distributore » e il rapporto (I - 7) del sig. *Dickmann*, dal titolo generico « L'unificazione delle frequenze » si riferisce ai lavori iniziati in Belgio da alcune Società di distribuzione allo scopo di aumentare il numero di interconnessioni fra reti diverse.

I lavori d'unificazione per la zona intorno a Parigi sono durati dieci anni, per la sostituzione dell'unica frequenza 50 alle tre prima esistenti: 25, 41 2/3 e 53 1/3, allo scopo di render possibile e conveniente il collegamento delle varie centrali di produzione, in vista di una maggior economia di combustibile. D'altronde le Società interessate hanno pensato all'unificazione quando il materiale invecchiato dei loro impianti richiedeva sostituzioni e riparazioni e quando i progressi della tecnica consigliavano a ogni modo una diversa costituzione e un diverso ordinamento degli impianti.

La trasformazione è stata eseguita dietro semplice « incoraggiamento » dei pubblici poteri; notevole però che per la città di Parigi il Prefetto della Senna ha decretato che le spese di trasformazione degli impianti eseguiti dal 1922 al 1930 fossero accollate all'utente. Il rapporto, per la parte tecnica, si occupa sopratutto delle modalità con le quali si sono eseguiti i lavori presso gli utenti.

Per il Belgio, secondo quanto dice l'altro rapporto, le unificazioni studiate riguardano il cambiamento delle preesistenti frequenze 40 e 25 in 50 periodi; lasciando da parte la seconda trasformazione, più facile, la relazione (I - 7) descrive i lavori per la prima, indicando le modifiche da eseguire nelle centrali (turbine, alternatori e quadri), nelle reti e negli impianti presso gli utenti a 40 periodi in relazione all'aumentata frequenza. Al rapporto è unito uno studio economico e un quadro dei costi di trasformazione dei gruppi turbo-alternatori della centrale di Antoing.

Le due memorie non han dato luogo a discussione.

Rimarrebbe ora a dire del rapporto generale sul tema I, dovuto al Sig. *Herry*, notissimo specialista in materia d'installazioni termiche; ma egli si è limitato a riassumere i vari rapporti speciali presentati, sorvolando naturalmente sui descrittivi e fermandosi più a lungo sugli ultimi tre da noi pure più ampiamente riassunti. Ricorderemo anche del sig. Herry una *causerie liminaire* o introduzione allo studio della « Centrale moderna » tenuta alla seduta inaugurale e nella quale, pur entro i limiti forzatamente generici di una conferenza sono tratteggiate le caratteristiche delle moderne supercentrali termiche: costruzioni imponenti e spesso non prive di una certa grandiosità di linee per cui, e anche per la disposizione degli ambienti, è parsa appropriata la similitudine che il conferenziere ha stabilito fra esse e le cattedrali; similitudine quasi ovvia nel caso di alcune centrali nordiche e degli Stati Uniti.

***

Del tema IV, pure all'ordine del giorno per la seduta antimeridiana del 5 settembre, si è potuto in detta seduta esporre il solo rapporto generale. Gli altri e la discussione furono rimandati al pomeriggio del giorno stesso, sotto la presidenza del Sig. *Ulrich* (Francia).

Sulla questione del funzionamento in parallelo era difficile portare elementi nuovi; pertanto i lavori presentati o stabiliscono una specie di rassegna delle principali direttive fin qui assodate in argomento o si limitano a trattare un caso pratico riferentesi a qualche rete particolare. Tale è per esempio il rapporto (IV - 2), presentato dalla *Compagnie Lorraine d'Électricité*, che dà notizie sullo schema di interconnessioni realizzato da detta Società, ed è interessante per il fatto che le centrali in parallelo sono in parte idrauliche, in parte termiche, fra le quali anche centrali siderurgiche con motori a gas: l'energia idraulica, proveniente dalla Svizzera, serve a coprire la base del diagramma di consumo. Le difficoltà incontrate non sono tanto tecniche quanto di organizzazione, trattandosi di realizzare l'interconnessione fra varie Società, alle quali per contratto è lasciata un'indipendenza quasi assoluta.

Degli altri due rapporti speciali in argomento il IV - 3 « Sulle condizioni tecniche per il funzionamento di centrali in parallelo », dovuto al Sig. *Ibler*, si occupa del problema sotto i due aspetti della stabilità di funzionamento e della ripartizione del carico. Per il primo punto l'A., con un calcolo abbastanza semplice ed elegante, arriva alle formule che dànno la potenza trasmissibile fra i due sistemi in parallelo, la tensione minima alla quale le macchine escono di fase ecc., nella seconda parte sono ricordati ancora una volta i compiti diversi delle centrali connesse, a seconda del loro tipo; i vantaggi del dirigente unico ecc. ecc.

Il rapporto IV - 4 « Il funzionamento in parallelo delle grandi reti » è dovuto all'ing. *Roncaldier*, che ha già riferito sullo stesso tema sia al Congresso di Parigi del 1928, sia ai *Grands Réseaux*, dove anzi è relatore dell'apposito « Comitato di studi ».

Come ha giustamente osservato il sig. Niesz, relatore generale sull'argomento, il lavoro odierno del Roncaldier potrebbe benissimo servire da rapporto generale, poichè dà un efficace quadro d'insieme dello stato attuale del problema dell'interconnessione, e coloro che vogliano rendersi conto delle principali tendenze attuali e avere senz'altro delle conclusioni sommarie possono giovarsi dello studio dell'ing. Roncaldier. L'A. mette in giusta evidenza i vantaggi e gli svantaggi del funzionamento in parallelo; in un capitolo sui rapporti contrattuali accenna alla larghezza di vedute che deve regolare i rapporti economici nel caso che i sistemi collegati appartengano a gruppi finanziari diversi; e in un altro sulla tecnica delle interconnessioni si occupa dei compiti delle varie centrali; della stabilità della trasmissione; della ripartizione del carico e del dirigente unico. Parlando poi con relativa ampiezza dell'apparecchiatura di protezione, l'A. ne rileva l'importanza, accennando alla necessità, per i vasti sistemi di reti interconnesse, di interruttori potenti e a grandissima rapidità d'interruzione.

Il relatore generale sig. *Niesz*, dopo un rapido riassunto dei tre rapporti speciali, si occupa di alcuni problemi riguardanti il funzionamento in parallelo delle centrali e sopra tutto della stabilità della marcia in parallelo e del funzionamento in parallelo delle centrali trifasi, tanto dal punto di vista elettrico che meccanico. Sotto quest'ultimo aspetto, il relatore ha ricordato che le condizioni dalle quali dipende la stabilità possono essere ricondotte alla necessità di un equilibrio permanente fra la coppia motrice e la coppia resistente all'intraferro degli alternatori. Fin che la coppia resistente è costante, questa condizione può esprimersi con la necessità di una sufficiente costanza della coppia motrice; mentre le condizioni alle quali devono rispondere i gruppi nel parallelo a potenza variabile, che è poi il caso pratico, possono riassumersi nell'adattamento della coppia motrice alle variazioni della coppia resistente. In conclusione l'A. mette in evidenza che si aumenta la stabilità aumentando l'inerzia dei gruppi e sopratutto dei gruppi idraulici. Prospettando poi alcuni problemi dell'avvenire, il relatore accenna che, ormai in via di soluzione il problema delle misure e dei comandi a distanza, è lecito supporre un avvenire in cui importanti gruppi di centrali non saranno più regolati individualmente, ma con dispositivi elettrici d'insieme, migliorando la sicurezza del servizio.

Nei riguardi elettrici, il Niesz preconizza il parallelo generale contro i servizi separati, e si occupa poi di problemi speciali

come le tensioni e l'energia reattiva delle interconnessioni, i dispositivi di protezione, le linee di trasmissione ecc.

Fra coloro che parteciparono alla discussione ricordiamo anzitutto l'ing. *Silva*, che tracciò un interessante confronto fra il sistema in parallelo della Compagnie Lorraine, comprendente come si è detto centrali termiche e idrauliche, e il vasto sistema della SIP dove funzionano in parallelo parecchie centrali idriche. L'oratore ha ricordato come il gruppo SIP, grazie al funzionamento in parallelo, abbia ridotto il numero dei servizi a due nella zona piemontese e ad uno per la zona Lombarda; ha accennato anche alla sostituzione dei trasformatori di misura occorrenti per la messa in parallelo con sistemi elettrostatici più economici.

Dopo il Sig. *Meyer*, che ha messo in evidenza come vanno protette le linee nel caso di reti in parallelo, il Sig. *Niesz*, replicando in parte alle parole dell'ing. Silva, ha ricordato come in Isvizzera la riduzione dei servizi non possa finora essere molto spinta, avendosi ancora bisogno di molti servizi separati, sistema che non sarà però quello dell'avvenire. Ha poi messo in evidenza l'importanza che l'energia sovrabbondante delle Alpi sia utilizzata nei paesi a produzione termica. Infine ha accennato ad alcune questioni tecniche, come l'importanza rispettiva, per la continuità del servizio, delle terre su una fase e dei corti circuiti su due o tre fasi, i quali ultimi sempre interrompono il servizio.

***

Nella mattinata del 6 settembre, sotto la presidenza del Sig. *Cuervo* (Spagna), si sono discussi i temi II e V.

Il relatore generale sul tema II, Sig. *Uytborck*, aveva a suo tempo diramato alle Associazioni Nazionali facenti parte dell'UNIPEDE un questionario sulla continuità del servizio; e i risultati dell'inchiesta, riferiti nei rapporti speciali II - 2, 3, 4, 5, 7, 8, sono stati riassunti nel rapporto generale (II - 1). Il questionario verteva sui punti seguenti: natura e frequenza dei guasti provocanti un'interruzione del servizio; sorveglianza e manutenzione del materiale; quali sono le disposizioni da prendere per potere in qualsiasi momento sostituire al materiale guasto del materiale in buono stato; quali sono le disposizioni da prendere per poter effettuare con la maggior rapidità possibile le riparazioni al materiale; e infine qual'è il miglior modo di misurare le interruzioni di servizio, al fine di valutare numericamente i progressi realizzati nei diversi paesi nei riguardi della continuità del servizio. Diciamo subito che solo quest'ultimo punto ha suscitato una discussione abbastanza animata ed anche dissensi; per gli altri punti, il relatore generale ha esposto i risultati dell'inchiesta, sui quali ci limiteremo ad alcune osservazioni. Solo una domanda di carattere generico, come quella relativa ai punti degli impianti che devono essere maggiormente sorvegliati, ha ottenuto risposte abbastanza uniformi dai varî paesi; per le altre domande, tendenti fra l'altro a stabilire, per le reti ad alta e bassa tensione, i costi annui della sorveglianza e della manutenzione, le percentuali di materiale di riserva, l'attrezzatura di riparazione ecc., le risposte sono troppo disparate per poterne ricavare conclusioni valevoli generalmente: cosa del resto comprensibile, poichè moltissimo dipende dalla posizione degli impianti, dall'epoca della loro costruzione, dalle condizioni economiche del paese, ecc.

Sul modo di valutare la continuità del servizio, il relatore generale, valendosi in parte anche dei dati raccolti, ha fatto una proposta: di caratterizzare cioè qualsiasi interruzione con due fattori: potenza e tempo. Il tempo sarebbe dato dalla durata dell'interruzione; la potenza interrotta si valuterebbe a seconda che l'interruzione colpisce una sola cabina o parecchie, o una sottostazione principale o una centrale. La somma annua delle caratteristiche di tutte le interruzioni di una rete, divisa per la potenza massima fornita dalla centrale o dalla rete nel corso dell'anno considerato, darebbe il criterio della continuità del servizio espresso con un numero di ore, di minuti e di secondi. Nelle intenzioni del relatore, tale indice avrebbe dovuto avere un carattere internazionale, ossia essere adottato dall'UNIPEDE per tutti i paesi aderenti, in modo da avere un certo termine di confronto.

Il sistema proposto presenta però degli inconvenienti, come si è rilevato dalla discussione. Prima di tutti l'on. *Motta* ha osservato come la continuità vada considerata sotto i diversi punti di vista del distributore e dell'utente; per quest'ultimo, nei riguardi del suo interesse particolare, è indifferente che la interruzione sia generale o parziale, se la parziale interessa anche il suo impianto; in altre parole, la potenza interrotta non ha per lui un'importanza speciale. Invece conta molto il numero delle interruzioni: dieci interruzioni della durata di un minuto ciascuna sono ben più dannose, per l'utente industriale, di una sola interruzione di dieci minuti; e ciò che si è detto per la durata può dirsi anche per la potenza. L'oratore, rilevando come l'indice di continuità proposto dal relatore non tenga conto di tutti i fattori dell'interruzione, e come d'altra parte una decisione sul modo di definire l'indice stesso sarebbe ancora prematura, ha proposto di rimettere la questione al Comitato di direzione dell'UNIPEDE, con la preghiera di voler esaminare il problema e di decidere poi sul da farsi.

La necessità di soprassedere alla decisione è stata riconosciuta anche dal Sig. *Polack*, che aveva presentato uno dei rapporti speciali in argomento (II - 2) e che approvando le conclusioni dell'On. Motta ha messo in evidenza un altro fattore che può avere importanza dal punto di vista dei rapporti col pubblico, e cioè il numero degli utenti interrotti. Un'altra difficoltà risiede nella valutazione della potenza che scompare al momento dell'interruzione: è vero che in qualche caso si può valutarla in base ai diagrammi.

A proposito del danno all'utente, ricordiamo che un altro oratore ha proposto una formula binaria, che tenga cioè conto dei due elementi: cessazione di fornitura e kWh non forniti. Infine il Sig. *Imbs* ha esposto una formula che dovrebbe caratterizzare la continuità del servizio di un impianto complessivo:

$$\frac{100 \times \text{kWh forniti}}{\text{kWh forniti} + \text{kWh perduti probabili}}$$

Il Sig. *Van Cauwenberghe*, esprimendo il parere che le formule in questa materia possan trarre in inganno, ha rilevato come importi sopratutto stabilire le cause delle interruzioni, sia nella centrale che nelle reti primaria e di distribuzione.

Il Sig. *Uytborck*, rispondendo ai vari oratori, ha riconosciuto giuste le osservazioni dell'on. Motta: le formule non possono dare l'indicazione esatta della continuità del servizio; però ritiene che possano servire per stabilire dei confronti, almeno nei riguardi di uno dei fattori caratterizzanti la continuità.

Dopo un intervento del *Presidente*, che proponeva di sottoporre all'Assemblea la formula Uytborck e la sospensione, avendo l'On. *Motta* insistito sull'opportunità di deferire la questione al Comitato, la proposta Motta è stata approvata.

Delle altre due relazioni presentate sul tema II, la II - 9, dovuta al Sig. *Jonnart*, dà i risultati di un'inchiesta fatta nel Belgio sull'efficacia delle protezioni selettive. Tali risultati sembrano però insufficienti, anche per il numero relativamente ristretto di protezioni installate, per decidere in favore di un tipo piuttosto che un altro; così che il relatore si è limitato a riferirli, senza trarne conclusioni.

Infine il rapporto II - 10, sulla « Continuità del servizio delle imprese elettriche di produzione e distribuzione », dovuto al Sig. *Dutoit*, tratta il problema da un punto di vista generico. L'A. elenca dapprima le cause principali dei disturbi nell'esercizio: 1) cattiva qualità del materiale, e cioè oggi quasi esclusivamente degli interruttori, perchè il grosso macchinario è pienamente soddisfacente; anche il problema degli isolatori sospesi, secondo l'A., sarebbe oggi superato; 2) scarsità di impianti e di materiale di riserva, problema questo variabile con le circostanze; 3) incapacità del personale; 4) difetti d'organizzazione; rileviamo a questo proposito che il relatore dà molta importanza ai frequenti sopraluoghi del personale direttivo; 5) forza maggiore; 6) non è senza interesse rilevare che il Dutoit mette anche la disdetta fra i fattori agenti sulla bontà dell'esercizio. Proponendo che i varî incidenti siano raccolti nelle suddette categorie, il relatore esprime però il parere che le statistiche delle interruzioni siano da fare secondo schemi diversi, a seconda del carattere della Società e degli impianti; nei riguardi dell'indice che dovrebbe esprimere la continuità, ritiene che si deva sopratutto mettere in evidenza l'importanza *economica* della perturbazione.

I due rapporti non sono stati riassunti alla seduta e non han dato luogo a discussione.

***

Insieme al precedente è stato discusso il tema V.

Il Sig. *Brylinski*, delegato generale dell'UNIPEDE, nel suo rapporto generale « Sulle condizioni di coesistenza delle linee elettriche e delle linee di telecomunicazione o delle condutture sotterranee » ha riferito ampiamente sui lavori del C. C. I. (Comité consultatif international des communications téléphoniques à grande distance) e della C. M. I. (Commission mixte internationale pour les expériences rélatives à la protection des lignes téléphoniques et des canalisations souterraines) dal 1928 in avanti.

Il lavoro del Brylinski assume un'importanza notevole non solo per la nota sua competenza in materia, ma anche per esser egli delegato a rappresentare gli interessi dei produttori di energia elettrica negli enti internazionali sopra accennati.

Risulta dal rapporto che il C. C. I. ha votato alcune modifiche alle direttive prima pubblicate, fra cui alcune non senza gravità: fra l'altro le linee con neutro isolato che non abbiano una manutenzione e una sorveglianza eccezionali devono essere considerate come linee con neutro a terra, e ciò per tener conto dell'eventualità di una doppia terra accidentale sulla linea. La C. M. I. ha preso sopratutto decisioni riguardanti la propria

organizzazione e la costituzione di numerosi comitati di studio, con relativi programmi di lavoro.

Importante è anche la costituzione di un Comitato analogo al C. C. I., ma per i telegrafi (C.C.I.T.); anche questo prepara direttive sulla coesistenza di linee elettriche e di linee telegrafiche.

In complesso si rileva una tendenza alla severità nelle prescrizioni, accumulando le difficoltà per l'installazione delle linee aeree; e ben a ragione il relatore ha rilevato come le prescrizioni sulla coesistenza di linee di trasmissione e di telecomunicazione devano essere attenuate in alcuni casi speciali: linee telefoniche ordinarie; linee elettriche fino a 60 kV di tensione; perturbazioni di breve durata.

Il rapporto riferisce anche le importanti esperienze di Munsingen per la determinazione dei coefficienti di induzione mutua, sulle quali però ci asterremo dal riferire, perchè già riportate nella stampa tecnica.

Il lavoro non ha dato luogo a discussione; opportunamente però il Sig. *Lechien*, Presidente dell'UNIPEDE, ha ringraziato il Sig. Brylinski per la sua opera nel C.C.I. e nella C.M.I. come sostenitore dei punti di vista dei produttori di energia elettrica, affinchè i timori delle Amministrazioni telegrafiche e telefoniche non gravino troppo sulle Società esercenti.

Nemmeno il solo rapporto speciale presentato sul tema V e cioè quello del Sig. *Garczynski*, ha provocato discussione. Si tratta di una questione speciale riferentesi alla coesistenza di linee elettriche e di telecomunicazione, e cioè della misura dei rumori indotti che disturbano le comunicazioni telefoniche e correlativamente della tensione che provoca tali rumori intollerabili. In seguito ad esperienze fatte a Dollis Hill (Inghilterra) in presenza dei delegati della C.M.I., sono state stabilite direttive sulla misura della chiarezza ammissibile nell'udibilità. È stato accettato il principio che i rappresentanti dei produttori siano invitati a partecipare a tali misure.

***

Nel pomeriggio del 6 settembre, sotto la presidenza del Sig. *Niesz* (Svizzera), si passò alla discussione del tema VI. Il solo rapporto generale dovuto al Sig. *Imbs* e dal titolo « La propaganda generale per l'illuminazione di alcuni paesi appartenenti all'UNIPEDE » era stato distribuito ai Congressisti; però l'ing. *Clerici* espose agli intervenuti i punti principali della sua relazione, che non era pervenuta in tempo utile.

Dal rapporto generale risulta che i metodi di propaganda sono molto simili nei varî paesi dell'*Union*. La tendenza moderna è quella di centralizzare la propaganda per l'illuminazione in associazioni create con l'appoggio dei fabbricanti di lampade e delle imprese elettriche, come fanno la Francia, l'Italia, la Polonia e la Svizzera. Anche in Danimarca si ha una cooperazione fra le fabbriche di materiale e le Società esercenti, mentre in Belgio la propaganda si è iniziata per opera dei soli fabbricanti, temendo i distributori di suscitare la diffidenza degli utenti; così dicasi per l'Olanda.

La propaganda si fa sopratutto per mezzo di conferenze, di concorsi per l'illuminazione delle vetrine, di sale di dimostrazione; per far conoscere nuovi apparecchi si usano anche affissi, cartelli ecc. In Francia si è dato molto sviluppo alla distribuzione di fogli volanti, di circolari ecc., assai brevi e con illustrazioni che attirino l'attenzione; uno dei mezzi più efficaci è considerato l'invio di opuscoli su varî soggetti attinenti all'illuminazione. È stato anche creato un laboratorio di fotometria, per ricerche sui nuovi apparecchi, sistemi di illuminazione ecc. In Svizzera si sta studiando di rivedere le condizioni d'acquisto per le lampade a incandescenza. In Danimarca, dopo la campagna per l'illuminazione delle vetrine, si è cominciata quella per l'illuminazione delle case.

Dopo il rapporto Imbs, che è stato riassunto dal Sig. Brylinski, ha preso la parola l'ing. *Clerici*, esponendo i risultati più salienti della propaganda italiana. Ha ricordato che negli ultimi 5 anni si è verificato nel nostro Paese un aumento del 15 % *per capita* nel consumo dell'energia per illuminazione; il consumo delle lampade è aumentato del 28 % e il consumo medio per lampada è aumentato da 0,30 a 0,36 W. La vita media di una lampada è diminuta, ciò che rappresenta un perfezionamento, perchè significa che si è capito il vantaggio di usar sempre lampade in ottimo stato.

L'esposizione dell'ing. Clerici, fatta col consueto brio, ha interessato gli ascoltatori, che hanno anche chiesto i dettagli della propaganda, fatta come è noto dalla ANSI. L'oratore ha così accennato che la propaganda comincia nelle scuole, e sopratutto nelle scuole industriali: che si fa molto assegnamento come mezzo pubblicitario sulle vetrine delle botteghe, per cui si son fatti anche concorsi di illuminazione a Milano e in 18 altre città; che come mezzo di persuasione, per gli industriali ecc. ci si serve specialmente di giornali speciali, opuscoli, ecc. che vengon spediti gratuitamente; qualche notizia di speciale interesse viene accolta anche nella stampa quotidiana. Si è presa solo ora l'iniziativa per sale di esposizione e di propaganda.

Sono intervenuti nella discussione anche l'ing. *Lavallette*, accennando come non bisogni dimenticare, nella valutazione dei risultati della propaganda, che le Società elettriche sono arrivate ultime nel campo della pubblicità; e l'ing. *Duquesne*, proponendo che una Commissione nominata dal Comitato dell'UNIPEDE crei un capitolato tipo per l'acquisto e il collaudo delle lampade a incandescenza. A questi hanno giustamente replicato il *Presidente*, dicendo che non basta che il capitolato sia fatto dagli esercenti, ma che devono parteciparvi anche i costruttori, e l'ing. *Clerici*, osservando che i capitolati son lettera morta, perchè la maggior parte delle lampade si vende alla spicciolata al consumatore, e preconizzando la costituzione di un laboratorio di prova nazionale.

Hanno parlato poi *Duquesne*, *Rich* e altri, mettendo sopratutto in evidenza il fattore economico della questione e rilevando l'opportunità di vendere le lampade a buon mercato.

***

Il tema XI, presentato nella stessa seduta, ha dato luogo a una discussione pluttosto animata.

Due soli rapporti presentati: il rapporto generale è dovuto al Sig. *Lohr*, Presidente della Commissione per la tensione non pericolosa, e dà i risultati dei lavori di tale Commissione; rileva che i fenomeni relativi agli infortuni dovuti alla corrente elettrica non sono sufficientemente noti, dovendosi ancora studiare l'influenza della frequenza, dello stato di fatica e di alimentazione del soggetto, dell'età, delle ferite o scottature. La parte principale del lavoro è una diligente rassegna dei regolamenti, prescrizioni e dati statistici (purtroppo assai scarsi) dei varî paesi.

Il rapporto speciale XI - 2 dovuto al Sig. *Féraud* passa in rivista i fattori che concorrono a rendere pericolosa l'elettricità e mette in evidenza la difficoltà di definire la tensione non pericolosa. In via generale si può dire che il pericolo di infortuni scompare in qualsiasi caso per tensioni inferiori a una ventina di Volt; però nella maggior parte dei casi non vi è pericolo anche per tensioni fino a 40 V ca.; nel suo riassunto il relatore ha anzi specificato di non aver mai constatato accidenti mortali a meno di 60 V. Ha poi rilevato la necessità di una definizione precisa della tensione non pericolosa: deve cioè intendersi quella che non dà luogo ad accidenti alle persone *nei casi ordinari* oppure *in nessun caso* ?

Il Sig. *Uytborck*, riferendo su una questione che col tema in esame ha solo una somiglianza formale, e cioè su quanto si è fatto dalla C.E.I. a Stoccolma per la normalizzazione delle tensioni e sui vantaggi che questa porterebbe per la diffusione degli apparecchi domestici, ha ricordato che il problema della tensione non pericolosa è stato deferito all'UNIPEDE; e il Sig. *Calmette* ha fatto un confronto fra le tensioni di 220 V e di 110 V per la distribuzione, sia dal punto di vista economico che del pericolo per le persone. Poichè si era così deviati dal tema all'ordine del giorno, molto opportunamente il Sig. *Brylinski* ha ricordato che il confronto nei riguardi del pericolo non va fatto fra le tensioni di distribuzione: si tratta invece di definire una tensione dal lato fisico. Il nome « tensione non pericolosa » può realmente dar luogo ad equivoco; si intende che non deve sussistere pericolo nei casi ordinari, per installazioni ben fatte, ma senza precauzioni speciali.

Dopo che i Sigg. *Meyer* e *Abrezol* ebbero riferito su esperienze intese a stabilire i limiti della tensione non pericolosa, anche il *Presidente* ha ribadito il concetto che tutte le tensioni industriali sono necessariamente pericolose, se gli impianti non son ben fatti; da qui l'importanza di Norme severe per le installazioni interne.

Vivaci proteste ha sollevato il Sig. *Uytborck* che, insistendo sul pericolo degli apparecchi domestici a tensione industriale nelle cucine, nelle case rurali ecc., ha proposto che il Congresso raccomandi alla C.E.I. di prescrivere per questi usi una tensione normale ridotta, ottenuta per mezzo di trasformatori.

Il Sig. *Brylinski* ha rilevato che una tale misura è eccessiva; è molto importante invece avere buoni conduttori flessibili e buoni raccordi e prese; del resto gli apparecchi domestici non dànno luogo a molti incidenti. Il prof. *List* e l'ing. *Cesàri*, facendo notare l'importanza che ha sotto questo punto di vista la « marca di qualità » degli apparecchi, hanno ricordato come rispettivamente in Cecoslovacchia e in Italia si sian studiati regolamenti per la « marca »; e il *Presidente* ha ricordato come questa sia applicata in Isvizzera. Il Sig. *Rich* ha rilevato l'importanza della messa a terra degli apparecchi, e infine il Sig. *Brylinski* ha concluso con la proposta, che è stata approvata, di rimettere la decisione sul problema della tensione non pericolosa a dopo i risultati dei lavori che la speciale Commissione Svizzera ha intrapreso.

m. a.

(*Continua*).

L'assegnazione dei premi "Carlo Esterle" e "Giuseppe Colombo"

Nella riunione del Consiglio della Fondazione Politecnica, tenutasi il 21 ottobre a Milano, venne data notizia dei lavori delle Commissioni per l'aggiudicazione dei premi triennali «Carlo Esterle» e «Giuseppe Colombo» messi in concorso nel 1929. La Commissione per il Premio Esterle era presieduta dal sen. Fantoli. Essa era composta dei proff. Vallauri, Rebora, sen. Corbino, proff. Bordoni e Barbagelata. Quest'ultimo fu nominato Commissario relatore.

Tre furono i concorrenti al premio. I voti dei Commissari si raccolsero sul nome dell'Ing. Luigi Emanueli.

«Egli — dice la relazione — dai suoi lunghi studi e dalle sue geniali ricerche sulle proprietà dei dielettrici — studi e ricerche condotte spesso con procedimento ed apparecchi del tutto originali — è giunto a realizzare un nuovo tipo di cavo per alte tensioni, che, a giudizio anche dei più competenti specialisti stranieri, costituisce un vero passo in avanti nella tecnica dei cavi. Il nuovo cavo ha già trovato importanti applicazioni, sopratutto all'estero, e le più grandi Case straniere (General El. Co. – Siemens – A.E.G. – etc.) si sono accordate con la Ditta Pirelli, proprietaria dei brevetti Emanueli, per poter fabbricare il nuovo tipo di cavo nelle rispettive officine. Si tratta pertanto di un vero successo mondiale che onora grandemente la tecnica e l'industria italiana.

«La Commissione si è pertanto trovata senz'altro d'accordo nel giudicare l'Emanueli degno del premio.

«Quanto all'interpretazione da darsi all'articolo del bando in cui si dice che il premio è riservato al miglior lavoro, ecc. ...*comparso nel triennio*, in breve tutti furono d'accordo sul criterio che si debba dare una interpretazione molto larga al detto articolo. Si deve infatti considerare che sempre le nuove idee anche le migliori, specie quando implichino studi e processi di fabbricazione industriale, hanno bisogno di un certo numero d'anni per maturare e per affermarsi. Interpretando alla lettera il disposto del regolamento, ben raramente si potrebbero premiare le migliori invenzioni e le idee più geniali, perchè assai raramente potrebbero affermarsi nel triennio nel quale esse sbocciarono nella mente dell'inventore. Nel caso attuale è quasi certo che l'idea prima del nuovo tipo di cavo nacque nella mente dell'Emanueli molto tempo addietro; probabilmente da quando egli iniziò le sue ricerche sistematiche sui veli gassosi nei dielettrici, e sulle proprietà dielettriche della carta e degli olî; sta il fatto che i primi cavi sperimentali del nuovo tipo risalgono al 1922-23; ma sta anche il fatto che l'affermazione, il successo industriale dell'idea, si sono avuti in questi ultimi anni. D'altra parte ritenne e ritiene la Commissione che un premio di tanta importanza come questo premio Esterle debba costituire una giusta, un'ambita ricompensa per gli italiani veramente benemeriti del progresso scientifico e tecnico, considerando la loro opera nel suo complesso, senza eccessive preoccupazioni cronologiche relativamente allo sviluppo dei loro lavori. Ed in tale ordine di idee, non si può non ricordare come l'opera dell'Emanueli non si sia limitata al nuovo tipo di cavo; ma come egli si sia già più volte affermato nel campo delle misure in genere ed abbia la grande benemerenza di aver introdotto e sviluppato lo spirito ed il procedimento scientifico in molte ricerche industriali.

«Per tutti questi motivi, la Commissione facendo sue le parole del Sen. Corbino, che raramente anche in avvenire sarà dato di imbattersi in uomini più meritevoli, concluse unanimemente di proporre che il premio Esterle di lire centomila venga assegnato integralmente all'Ing. Luigi Emanueli».

Per il «Premio Colombo» di L. 50.000, la Commissione esaminatrice risultò composta dei Signori: Sen. Ing. Ettore Conti, Sen. Prof. Orso Mario Corbino, Sen. Prof. Ing. Gaudenzio Fantoli, Ing. Angelo Forti e Prof. Ing. Luigi Zunini.

A Presidente venne eletto il Sen. Prof. Fantoli ed a Segretario relatore l'Ing. Angelo Forti.

Dieci furono i concorrenti.

«In un primo attento esame dei titoli presentati al concorso, — dice la relazione — la Commissione ha riconosciuto che alcuni fra gli stessi erano indubbiamente meritevoli di incoraggiamento; ma riconobbe pure che la misura dell'incoraggiamento stesso nella conseguente manifestazione tangibile di un assegno non poteva eccedere in totale la metà della somma disponibile di L. 50.000.

«Per questo, per altre considerazioni di più elevato momento, e dato il carattere del Premio che ricerca nel triennio in esame i più benemeriti del progresso scientifico o pratico dell'ingegneria, la Commissione ha fissata particolarmente la propria attenzione sulla facoltà esplicita «di poter prendere in esame l'opera di Enti o di persone che non abbiano concorso al Premio, quando si tratti di opera veramente eccezionale e meritoria».

«Fu allora unanime nel riconoscere su proposta e dimostrazione del Commissario Sen. Fantoli, che senza dubbio nel quadro tecnico dell'ingegneria italiana, e nel triennio in parola, l'opera del *Servizio Idrografico Nazionale* annesso al Consiglio Superiore dei LL. PP. emerge in primissimo piano e risponde interamente al carattere di merito insigne più sopra definito e richiesto.

«La Commissione in rapidissimo accenno ricorda le linee principali dell'opera stessa, sempre nel quadro di un triennio: circa le Irrigazioni, le Risorse idrauliche, circa le ricerche e definizioni sulle acque utilizzabili per irrigazione, superficiali o latenti, circa le Sorgenti italiane, circa i Regimi pluviometrici o idrometrici dei Bacini imbriferi, ecc. ecc.

«Ricorda cioè un insieme di lavori pregevoli dovuti allo zelo intelligente e anche all'abnegazione di pochi funzionari: un complesso cioè rilevante nel progresso della cognizione tecnica circa la maggior ricchezza nazionale, a beneficio dei più alti scopi pratici nella utilizzazione della ricchezza medesima.

«Decide perciò di riconoscere nell'opera del *Servizio Idrografico Nazionale* annesso al Ministero dei LL. PP. quel carattere di merito insigne rispondente per intero al pieno significato tecnico e morale richiesto dal Premio Colombo. Decide pertanto che la somma residua di lire venticinquemila sia assegnata al Servizio Idrografico Nazionale, versandola al Presidente della Terza Sezione del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, perchè a suo giudizio venga suddivisa tra i migliori collaboratori dirigenti il Servizio e le Sezioni, come modesto segno tangibile aggiunto al riconoscimento pieno del merito.

«La Commissione pertanto ha deliberato ad unanimità di sottoporre fiduciosamente tale sua proposta, a mente dell'art. 6 del Regolamento, alla ratifica del Consiglio della Fondazione Politecnica.

«In relazione a quanto esposto circa i lavori di concorrenti meritevoli di incoraggiamento, la Commissione ha deciso inoltre ad unanimità di assegnare i seguenti premi:

al Prof. Ing. Angelo Barbagelata	L.	10.000.—
all'Ing. Eugenio Campini	L.	7.500.—
al Prof. Ing. Enrico Pistolesi	L.	7.500.—

«Esaurito il proprio mandato, la Commissione ha ritenuto che l'esito del presente secondo concorso confermi la opportunità, già espressa dalla Commissione del 1927, di rivedere il termine d'assegnazione del Premio in oggetto».

Il Consiglio della Fondazione Politecnica ha ratificato il deliberato della Commissione.

Siamo lietissimi delle decisioni prese dalle Commissioni per l'assegnazione dei premi «Colombo» ed «Esterle», e ci congratuliamo coi designati. Particolari rallegramenti invia la Redazione de L'E. E. *al Prof. Barbagelata che dirige la consorella* L'Elettrotecnica, *ed ai nostri Collaboratori Ing. Emanueli ed Ing. Campini.*

FATTI E TESTIMONIANZE

UN'ALTRA AUTOREVOLE ATTESTAZIONE

Il giornale «*L'Italia*» del 1° ottobre pubblicava un articolo dell'On. Prof. Francesco Mauro, dal quale ci piace stralciare i seguenti brani:

« L'industria elettrica italiana non gode sempre di una buona « stampa. Non ho nessuna intenzione di rilasciare attestati di « benemerenza, perchè non me ne sento affatto l'autorità. Ma « ritengo dovere di civica franchezza di affermare che, messe « pure in bilancio le imperfezioni e gli errori ed anche, se si vuole, « taluni eventuali abusi che sono insiti nella stessa natura delle « cose umane, il saldo a favore dell'industria elettrica è larga« mente attivo ed obbliga a considerare con il massimo rispetto « l'opera compiuta dagli « uomini capofila ». ».

« La mentalità demagogica non è privilegio di rossi o di bian« chi o d'azzurri; scappa fuori quando e dove meno si pensa ».

....

« Le società elettriche non godono di protezione doganale, « nè diretta, nè indiretta; sottostanno anzi agli effetti della pro« tezione su altri prodotti. Ma si trovano ad operare in condizioni « di monopolio (di fatto) e quindi sono in grado di fissare esse « stesse il prezzo di vendita della loro merce ».

« Proprio deve essere fisso nella testa di taluni più o meno au« torevoli uomini questo chiodo: che una industria debba essere « tartassata fino a quando non va alla malora. Ed io, che pure in « linea di principio non avrei obiezioni ad un controllo maggiore « di quel che oggi non sia da parte dello Stato, arretro dinnanzi a « tale idea quando penso alle sorti lacrimevoli di una industria « che pure esercita, talora vincendo condizioni di fatto realmente « difficilissime, un servizio di importanza vitale per molte regioni, « specialmente agricole: intendo parlare delle ferrovie secondarie.

....

« Quando, traversando l'alta pianura lombarda, vedo il mira« bile intreccio delle linee che recano energia agli stabilimenti, e « moto alle tramvie e ferrovie, e luce alle città, con un ordina« mento e proporzioni che pongono la nostra regione per lo meno « alla pari delle più progredite del mondo, sento tutta la fierezza « dell'opera grandiosa; mi rallegro di aver parte da sette anni « nell'organismo che sovraintende e coordina; volgo, con buona « pace delle mentalità demagogiche, un pensiero riconoscente « agli artefici, dal più modesto esecutore ai condottieri. Tanto più « perchè sono certo che i migliori tra questi non obbediscono a « cupidigia di denaro, ma ad una passione di potenza: la poten« za d'Italia ».

L'On. Francesco Mauro, nella sua obiettività, ci consenta di fare alle sue dichiarazioni un'importante aggiunta, che noi siamo certi completerà e non contrasterà il suo pensiero.

Il cosidetto monopolio di fatto in cui la nostra industria opera, è identico in tutto il mondo. Questo significa che esso non deriva dalla libidine di prepotere delle società elettriche, ma è imposto dalle condizioni obiettive in cui l'industria deve essere esercita. Ma questo cosidetto monopolio subisce dovunque, specialmente da noi, l'effetto di un controllo e di una concorrenza assai più efficaci di quelli che potrebbero derivare dall'intervento dei pubblici poteri; e l'Ing. Mauro, tecnico valentissimo e di grande e vera preparazione culturale, sa a che cosa alludiamo con queste parole. Da una parte c'è la concorrenza delle stesse imprese elettriche fra di loro. Non parliamo della concorrenza di taluni Enti municipali o parastatali, alcuni dei quali amministrano con grande allegria il denaro dei contribuenti, forti di autorizzazioni e ragionamenti veramente singolari, in virtù dei quali per fare il presunto bene dei consumatori di energia è lecito, anzi è doveroso, fare il male dei contribuenti; dal che derivano enormità ed ingiustizie di ogni genere. Parliamo soltanto di quella sana concorrenza che spinge gli uomini avveduti a mettersi alle calcagna di chi li precedette facendo buoni affari. C'è poi, d'altra parte, e non da oggi noi ce ne preoccupiamo, la concorrenza, che va ogni giorno diventando più positiva, del motore Diesel.

Sono infatti già numerosi i casi in cui le imprese elettriche, ad onta del loro legittimo e comprensibile desiderio di collocare l'attuale pletora di energia, si vedono conteso, anzi conquistato, il campo dal motore Diesel.

Davanti a questi fatti macroscopici, e quindi indiscutibili, non è dunque esatto dire che le imprese elettriche sono in grado di fissare esse stesse il prezzo di vendita della loro merce.

A riprova, non sarà inopportuno ricordare che alcuni dei più importanti organismi idroelettrici della Nazione hanno dovuto ridurre i loro dividendi. E temiamo forte che qualche altro dovrà battere la stessa strada in un tempo più o meno prossimo, sopratutto a causa della concorrenza allegra di aziende, che, beate loro e i loro capi più beati ancora, dispongono delle casse pubbliche e spendono perciò danaro dei contribuenti!

DIRITTO E GIURISPRUDENZA

FORNITURA DI ENERGIA ELETTRICA

Fornitura di energia elettrica – Patto di prelazione.

Il patto di prelazione contenuto in un contratto di fornitura di energia elettrica, per il quale l'utente si obbliga, scaduto il contratto, a dare la preferenza al fornitore per la continuazione della fornitura, è giustificato dalle speciali esigenze dell'industria elettrica ed è valido, non essendovi in esso alcuna illecita limitazione della libertà individuale.

L'obbligo correlativo non viene meno per il fatto che, scaduto e non rinnovato il contratto, il fornitore abbia cessato la fornitura tagliando i fili, dovendo esso applicarsi alla fornitura successiva.

Non può ravvisarsi la mancanza di libero volere che invalidi la obbligazione, nel fatto che l'utente dovette accettare il patto per difetto di altri fornitori.

I

Tribunale Bergamo, 26 giugno-16 luglio 1929, Pres. Sacchini, est. Maltese, in causa AZIENDA ELETTRICA CRESPI E C. c. GUSMINI.

II

Appello Milano, 3 aprile-27 maggio 1930, Pres. Ronga, est. Giudice, in causa GUSMINI c. AZIENDA ELETTRICA CRESPI E C.

I

FATTO

L'Azienda Elettrica Crespi & C. Società con sede in Bergamo, in persona del suo Rappresentante Dr. Cav. Aldo Crespi, premesso che Gusmini Giuseppe pur avendo assunto in base a contratto di fornitura di energia elettrica l'obbligo di dare alla scadenza la preferenza all'attrice per la continuazione della fornitura a parità di condizioni, acquistava, scaduto il contratto, l'energia da altra parte, malgrado la diffida della richiedente che offriva pari condizioni, conveniva Gusmini per sentirsi condannare all'esecuzione dell'assunta obbligazione ed alla emenda dei danni. All'udienza di spedizione le parti prendevano le conclusioni riportate in epigrafe.

DIRITTO

Osserva che il patto di prelazione o di preferenza non è come afferma il convenuto Gusmini illecito, perchè vincolando perpetuamente la libertà di uno dei contraenti, offenda l'ordine pubblico. La libertà non viene affatto violata se la parte che ha assunto l'obbligazione può, secondo il contratto, liberamente trattare con terzi, concedendo solo all'altro contraente di assumere la nuova obbligazione alle condizioni che il terzo sarebbe disposto a fare. La concorrenza, il giuoco delle domande e delle offerte, la libertà individuale nelle contrattazioni, insomma, non ricevono limitazioni da un tale patto che è solo destinato a favorire il precedente contraente nelle stipulazioni future, concedendogli la preferenza a parità di condizione.

Ed il dovere l'una parte rinnovare rapporti con l'altra parte alle nuove condizioni che la prima avrebbe ottenute da altre, non è tal fatto ripugnante al concetto di libertà da doversene inferire la sua antigiuridicità. Substrato del nuovo rapporto che continua il primo è infatti pur sempre la libertà dell'antico debitore di trattare con chicchessia. Il precedente creditore interverrà solo successivamente, accettando le nuove condizioni.

Nè la libertà è offesa dalla durata della continuazione dei rapporti oltre la scadenza dell'originario contratto perchè tale durata, anche in difetto di termine stabilito dalle parti, non è illimitata e la sua fine oltre che dalla prescrizione può ritenersi per via analoga regolata dall'Art. 1516 del Cod. Civ.

Il Gusmini, dal fatto che il contratto con l'Azienda Crespi ebbe termine col 31 dicembre 1927 e che esso stipulò il nuovo contratto con la Società Alta Valle Seriana nel novembre 1928, dopo che la prima nel febbraio aveva tagliato i fili conduttori dell'energia, vorrebbe trarre la conseguenza che non dovrebbe ricevere applicazione il patto di prelazione, essendo venuta a cessare quella continuazione della fornitura in riferimento della quale a termine del contratto il patto dovrebbe essere osservato. La clausola è del seguente tenore: «l'utente si impegna alla scadenza dei presenti accordi di dare la preferenza alla Azienda Elettrica Crespi per la continuazione della fornitura, si intende a parità di condizioni».

È evidente che «continuazione della fornitura» vuol significare: «forniture successive alla durata del contratto» abbiano esse luogo immediatamente alla scadenza o con intervallo da questa.

Se tale logica interpretazione del patto non fosse esatta, basterebbe che il debitore per un sol giorno dopo la scadenza non si servisse dell'energia, perchè il patto cadesse nel nulla. Nè ha valore che la Crespi tagliasse i fili. Ciò avveniva perchè era inutile mantenerli, dato che il Gusmini dichiarava che non intendeva continuare ad usare energia. Il Gusmini ha altresì osservato che, avendo avuto termine il contratto per volontà delle parti allo scadere del quinquennio contemplato, non poteva sopravvivere il patto di prelazione. Ma questo patto, come del resto risulta chiaramente dalla clausola sopratrascritta, ha la sua ragione di essere nella previsione che il contratto abbia termine.

Il Gusmini ha dedotto in subordine delle prove per interrogatorio e testimoni all'uopo di dimostrare che la venditrice nell'ottobre 1927 a mezzo lettera raccomandata gli comunicava la disdetta del contratto di fornitura scadente il 31 dicembre 1927, che nel gennaio 1928 gli proponeva un nuovo contratto di fornitura a prezzo più elevato del primo che esso deducente non intese accettare, dopo di che la Crespi tagliò i fili; che nel Novembre 1928 avendo la Società Alta Valle Seriana impiantato la propria rete di distribuzione di energia elettrica a Vertova ed avendo avuto da questa ottime proposte di vendita, stipulò con la medesima regolare contratto.

La prova è inutile, come inutile è pure il capitolo in subordine dedotto dall'attrice per dimostrare che il Gusmini non diede preavviso per l'esercizio del diritto di prelazione e ciò malgrado fosse stato diffidato a dare esecuzione al patto.

È inutile la prova del convenuto, perchè i fatti dedotti anche se acclarati, non invalidano il diritto dell'attrice di essere preferita a parità di condizione ad altra ditta; lo è altresì quella dell'attrice perchè non è contestato che la medesima non sia stata preavvisata per l'esercizio del diritto di prelazione.

P. Q. M. (*omissis*).

II

(*Omissis*).

DIRITTO

L'appellante sebbene riconosca in massima la validità del patto di prelazione, impugna quello da lui convenuto con la controparte argomentando che esso non sia valido pei termini nei quali è concepito, per la sua estensione e per le modalità con cui l'obbligazione fu da lui assunta. Il patto sarebbe invalido secondo l'appellante, perchè contrario all'ordine pubblico che vuole la libertà del commercio e proibisce i monopoli, salvo quando siano stabiliti per legge per una ragione di pubblico interesse, e che vieta nei rapporti giuridici patrimoniali, i vincoli senza limitazione di tempo, inoltre perchè sarebbe stato consentito sotto una violenza morale, cioè in istato di necessità essendo nel 1923 la Società appellata la sola fornitrice nella zona e non potendosi fare a meno nella vita moderna della luce elettrica, sicchè la volontà di lui non sarebbe stata libera. (Art. 1104 e 1108 Cod. Civ.).

Argomenta anche l'appellante che nella specie la controparte

abbia rinunziato all'osservanza del patto, avendo fatto sapere di non voler rinnovare il contratto se non a determinate condizioni, le quali non furono da lui accettate, sicchè essendo il contratto rimasto estinto ed essendo stati tagliati i fili, egli avrebbe esercitato un proprio diritto stipulando alcuni mesi dopo con la Società Alta Valle Seriana un nuovo contratto di somministrazione di energia elettrica. La Corte reputa infondato l'appello. La validità in massima del patto controverso nei rispettivi contratti di fornitura di energia elettrica è riconosciuta dalla giurisprudenza anche di questa Corte (cfr. sent. 13 gennaio 1928 in Riv. di Diritto Comm. 1929, II, 99) come è riconosciuta la validità del patto avente una finalità economica analoga, ma un diverso contenuto giuridico, con cui taluno si obblighi a non usare per un certo tempo nei propri locali energia elettrica che non sia fornita dal fornitore con cui contrae (cfr. Cassazione 25 maggio 1929 in Riv. di Diritto Comm. 1929, II, 603).

L'inserzione di tali patti nei contratti di fornitura di energia elettrica è di generale applicazione, costituendo essi una esigenza dell'industria perchè il costo considerevole degli impianti e l'impossibilità tecnica di accumulare l'energia prodotta rendono necessario ai produttori di assicurarsi la continuità dello smercio e di difendersi per un certo tempo dalla concorrenza. Non sussiste però che col patto di prelazione si costituiscano dei monopoli, perchè altri produttori possono benissimo fare degli impianti e estendere le loro linee di distribuzione nella zona già occupata da un produttore e procurarsi quivi dei clienti come nella specie di fatto è avvenuto e nulla vieta a quegli utenti che siansi vincolati verso un fornitore col patto di prelazione di stipulare, alla scadenza del contratto, un nuovo contratto con altro fornitore che fornisca loro l'energia a condizioni più vantaggiose, a cui il primo produttore non reputi di doversi adattare. Trattasi adunque di un vincolo temporaneo dal quale per nessun modo può nascere un monopolio. La concorrenza resta libera, anzi il produttore il quale voglia usufruire del diritto di prelazione, deve accettare le condizioni fatte dal concorrente, sicchè il solo vantaggio che gli procura il patto, è quello di assicurargli la continuità dello smercio per un certo tempo. Non sussiste che nella specie il patto vincolasse indefinitamente l'appellante. Trattandosi di un contratto rinnovabile di cinque in cinque anni, e non essendo possibile l'esercizio del diritto di prelazione che alla scadenza del primo quinquennio, l'efficacia del patto avrebbe vincolato il Gusmini soltanto per il quinquennio successivo.

Un ulteriore prolungamento dell'efficacia del patto non sarebbe stato possibile se non per effetto del nuovo contratto, qualora anche in esso si fosse inserito il patto di prelazione. Ma a questo proposito è da avvertire che le condizioni più favorevoli che il produttore concorrente può offrire non consistono soltanto nel minor prezzo dell'energia ma bensì in tutto il complesso dei patti che regolano il rapporto di somministrazione, sicchè se un produttore offrisse la fornitura senza pretendere l'inserzione del patto di prelazione nel contratto, anche di ciò si dovrebbe tener conto per determinare, agli effetti dell'esercizio del diritto di prelazione, quale dei due contratti sia più vantaggioso al consumatore, ed il produttore che volesse profittare del patto di prelazione, dovrebbe acconciarsi nella rinnovazione del contratto a rinunziare all'inserzione del patto di prelazione nella sua polizza uniformandola a quella del fornitore concorrente.

L'appellante rileva che nella nuova polizza la società appellata ha modificato il patto, limitando la durata dell'obbligo della prelazione a un triennio dopo la cessazione del contratto con la continuazione almeno per un altro quinquennio, della fornitura, e argomenta che la vecchia polizza da lui stipulata non contenendo la limitazione al triennio, nè ad altro termine, sia nulla a cagione della durata indefinita dell'obbligo negativo che egli si sarebbe assunto di non contrattare con altri senza avvertirne il fornitore contraente, il che renderebbe impossibile stabilire l'inizio del termine prescrizionale. La Corte reputa infondato l'argomento. Il patto va considerato secondo la comune intenzione dei contraenti nel senso più conveniente alla materia del contratto ed agli effetti di una esecuzione di buona fede.

Chi impianta nella propria abitazione la illuminazione elettrica ha di regola l'intenzione di continuare a servirsi di tale mezzo di illuminazione finchè rimane nella stessa abitazione o almeno finchè non venga messo in pratica un sistema di illuminazione più economico e più vantaggioso e d'altra parte il produttore ha l'intenzione conforme al suo interesse, di continuare indefinitamente la somministrazione allo stesso utente. Perciò il contratto stipulato tra le parti prevede l'ipotesi normale dell'utente che intendendo continuare dopo il primo quinquennio ad usare l'energia elettrica, non ha che due vie: o rinnovare il contratto tacitamente tralasciando di dare la tempestiva disdetta, oppure nel caso che riceva proposte più vantaggiose da un fornitore concorrente, comunicarle al fornitore contraente per rendergli possibile l'esercizio del diritto di prelazione, e a seconda che egli lo accetti o no, stipulare con lui un nuovo contratto, oppure dargli la disdetta e stipulare col fornitore concorrente. Normalmente dunque il diritto di prelazione come è regolato dal contratto stipulato tra le parti, si può esercitare quando si approssima la scadenza del primo contratto. È vero che il patto resta efficace anche nel caso che alla scadenza del contratto la fornitura sia stata interrotta. Se si opinasse altrimenti sarebbe troppo facile all'utente eluderlo dando la tempestiva disdetta e lasciando dopo la scadenza contrattuale trascorrere un tempo più o meno lungo prima di stipulare col fornitore concorrente.

Non sussiste però, che nel caso che il contratto cessi e sia interrotta la fornitura, il patto di prelazione diventando operativo dopo la scadenza del contratto, sia illegittimo in quanto vincola indefinitamente a non contrarre con altri senza avvertire il primo fornitore. Al contrario l'utente è libero di contrattare con qualsiasi fornitore ed ha soltanto l'obbligo di comunicare per una sola volta al vecchio fornitore le condizioni più vantaggiose offertegli da altri e di interpellarlo se voglia egli stesso stipulare a tali condizioni.

Il patto di prelazione non vincola l'obbligato a una prestazione continuativa e senza limiti di tempo ma lo sottopone a un obbligo condizionale, il quale diviene operativo soltanto nel caso che egli voglia stipulare un nuovo contratto sulla cosa che è oggetto del patto, e ha per contenuto giuridico la promessa di contrattare con taluno piuttosto che con altri a parità di condizioni. Perciò acutamente e correttamente un insigne civilista lo classifica tra i contratti preliminari, con la quale dottrina è logicamente coerente il principio universalmente accolto per il quale il titolare del diritto di prelazione non ha azione per costringere l'obbligato a contrattare con lui piuttosto che con altri, ma ha soltanto l'azione di risarcimento di danni nel caso che l'obbligato non osservi il patto. Tralasciando i ricordi storici perchè in una sentenza non è opportuno il richiamo di condizioni non indispensabili alla decisione, basterà accennare che nel diritto attuale il patto di prelazione così concepito trova non infrequente applicazione nei contratti di enfiteusi, di vendita, di locazione a lunga scadenza, oltre che in quelli di fornitura di energia elettrica, e che talune legislazioni, come la germanica e l'austriaca, lo regolano espressamente. Essendo l'esercizio del diritto di prelazione subordinato alla condizione che l'obbligato voglia stipulare un nuovo contratto sulla cosa che è oggetto del patto, l'inizio della prescrizione estintiva della obbligazione (la quale nel contratto di cui trattasi è quella decennale = art. 917 Cod. Comm.) resta sospeso sino al momento in cui l'obbligato violi il patto, nel quale momento sorge pure pel titolare del diritto l'azione per il risarcimento dei danni. Ma questa è la regola ordinaria di tutti i diritti condizionali (art. 2120 Cod. Civ.) e delle correlative obbligazioni e non importa la continuità e la perpetuità del vincolo. Gli effetti del patto di prelazione non debbono confondersi con quelli dei vincoli continuativi e perpetui, come sarebbe per esempio quello con cui taluno si obbligasse senza limitazione di tempo a non acquistare energia elettrica se non da un determinato fornitore. Dunque ad avviso della Corte il patto di cui trattasi, obbligando il Gusmini a preferire per una sola volta, a parità di condizioni, la Società appellata per la continuazione della fornitura limitatamente a un nuovo periodo di cinque anni, è perfettamente valido. La limitazione, nella nuova polizza della Società appellata, della durata del patto di prelazione a tre anni dopo la scadenza del contratto, non significa riconoscimento della invalidità del patto inserito nella vecchia polizza, ma si spiega con la necessità in cui la Società appellata si è trovata di uniformare la propria polizza a quella della concorrente Società Alta Valle Seriana. Pure infondata ad avviso della Corte è la tesi dell'appellante che la di lui volontà non sia stata libera nel consentire il patto di prelazione. Il preteso stato di necessità non sussiste, perchè il Gusmini poteva benissimo continuare ad adoperare uno dei tanti sistemi di illuminazione che sono tuttora in uso. Del resto lo stato di necessità non è considerato dalla legge positiva come causa d'invalidità del negozio giuridico se non nel caso specialissimo e rigorosissimo disciplinato in cui taluno, trovandosi in alto mare e in pericolo di naufragio, si obblighi a corrispondere una mercede per il salvataggio (Art. 127 Cod. marina mercantile).

Fuori dei casi simili, non è a parlare di stato di necessità che faccia presumere la violenza morale e l'assenza di libertà del volere in chi si è obbligato. Non sussiste infine che la Società appellata abbia rinunziato all'osservanza del patto di prelazione per avere tagliato i fili dopo che il Gusmini non volle assoggettarsi all'aumento di prezzo richiestogli, perchè l'avvenuta scadenza del contratto e la cessazione della fornitura erano nella specie i presupposti per l'entrata in vigore e la possibilità

di esercizio del patto di preferenza. Posto che tra gli scopi del fornitore è quello di difendersi per un certo tempo dalla concorrenza e di conservare il cliente ancorchè occorra assoggettarsi a fargli condizioni pari a quelle più vantaggiose offertegli dai produttori concorrenti, non si può dal fallimento delle trattative dirette col cliente e dalla convenuta cessazione del rapporto inferire la rinunzia a valersi del patto di prelazione. È fallace, perchè non si accorda con lo scopo del patto, l'argomento dell'appellante che la controparte potrebbe lamentarsi soltanto nel caso che egli avesse contrattato con la Soc. Alta Valle Seriana a quelle condizioni che la controparte gli aveva richieste e che egli aveva rifiutate. Per rendere possibile l'esercizio del diritto di prelazione occorreva invece che egli comunicasse alla Società appellata le offerte ricevute dalla Società concorrente e la interpellasse se intendeva o no valersi del diritto medesimo. Essendosi il Gusmini reso inadempiente a tale suo obbligo, giustamente la sentenza appellata lo condannò al risarcimento dei danni. La Corte reputa pertanto di dover rigettare l'appello senza che occorra ammettere i mezzi istruttori proposti dall'appellante i quali, per le considerazioni svolte, sono irrilevanti.

P. Q. M. (*omissis*).

Acque pubbliche - Procedimento.

Il Tribunale Superiore delle Acque pubbliche deve considerarsi come una autorità giudiziaria anche quando eserciti attribuzioni di giurisdizione amministrativa un tempo di pertinenza del Consiglio di Stato.

L'autorità amministrativa che venga evocata innanzi alla detta giurisdizione deve perciò essere citata e notificata a norma dell'art. 25 R. D. 30 dicembre 1923, n.º 2828 all'Ufficio dell'Avvocatura Erariale di Roma.

È nulla la notifica a tal fine effettuata ad un Prefetto alla sua sede - ed il ricorso così notificato deve dichiararsi decaduto.

Tribunale Superiore delle acque, Pres. Salucci, Est. Tovajera, 18 giugno-31 luglio 1930, in causa Rossi c. Prefetto di Como.

FATTO

Il Prefetto di Como, con suo decreto del 14 aprile 1928, su conforme proposta dell'Ufficio del Genio Civile, accertato che il Signor Eugenio Rossi aveva praticato in un terreno di sua proprietà nell'immediata vicinanza dell'alveo demaniale della Valle Dedée un pozzo e captato acqua per usi domestici impoverendo la sorgente principale del corso di acqua e pregiudicando i diritti di concessione della ditta Fratelli Noseda esercente un mulino, ingiunse al Rossi di ridurre, entro un termine assegnatogli, al pristino stato le opere abusivamente eseguite in violazione dell'art. 96 della legge sulla polizia delle acque, t. u. 25 luglio 1904, n. 523. Non avendo il Rossi ottemperato all'ingiunzione, il Prefetto provvide d'ufficio.

Avverso detto decreto prefettizio il Rossi ha prodotto ricorso a questo Collegio notificandolo al Prefetto di Como. Lo notificò anche alla ditta Noseda, che però non si è costituita in giudizio.

Si sostiene nel ricorso l'illegittimità del provvedimento perchè l'acqua che alimentava le opere distrutte nasceva nel fondo del ricorrente ed era quindi di sua proprietà; perchè era di quantità minima e rappresentava, perciò, un contributo secondarissimo al corso del torrente; perchè nell'opera di distruzione ordinata dal Prefetto venne abbattuto un muro sorgente nel fondo di sua esclusiva proprietà, e perchè trattavasi di presa di sorgente naturale, cioè di acqua sotterranea, non soggetta a disciplina speciale, così che non era applicabile l'art. 96 della legge t. u. 25 luglio 1904.

Si chiede che voglia il Tribunale Superiore annullare il decreto impugnato con le pronunzie conseguenziali specialmente in ordine ai danni.

Costituitesi le altri parti in giudizio, l'Avvocatura erariale ha sollevato due eccezioni pregiudiziali, e cioè:

1º) in via principale, la nullità del ricorso-citazione perchè notificato al Prefetto di Como anzichè all'ufficio dell'Avvocatura erariale di Roma secondo quanto, a pena di nullità, prescrive l'art. 25 del R. D. 30 dicembre 1923, n. 2828;

2º) in via subordinata, l'inammissibilità del ricorso stesso, non essendo il decreto del Prefetto provvedimento definitivo, ma suscettibile di ricorso gerarchico ai termini dell'art. 379 della legge 20 marzo 1865, n. 2248, all. F e dell'art. 1 del R. D. 19 novembre 1921, n. 1688.

Il patrocinio del ricorrente ha opposto alla prima di dette eccezioni che la norma dell'art. 25 non può trovare applicazione nei giudizi innanzi al Tribunale superiore delle acque pubbliche quando questo funziona come organo di giustizia amministrativa perchè detto articolo ha voluto riferirsi alla magistratura ordinaria e non alle magistrature speciali, e non par dubbio che il detto Tribunale superiore sia magistrato speciale nella specifica composizione e funzione di cui all'art. 70 del D. L. 9 ottobre 1919, n. 2161 quando, cioè, in sostituzione del Consiglio di Stato, giudica dei ricorsi in materia di acqua pubblica.

Le parti hanno conseguentemente formulato le rispettive conclusioni sopra riportate.

DIRITTO

Attesochè l'eccezione pregiudiziale di nullità sollevata dalla difesa erariale appare fondata. Niun dubbio che l'art. 25 del decreto legislativo 30 dicembre 1923, n. 2828 si riferisca, come risulta dalla stessa sua lettera, agli atti relativi ai giudizi innanzi all'autorità giudiziaria, esclusi i conciliatori e i pretori. Ma i tribunali territoriali delle acque pubbliche e il tribunale superiore sono precisamente organi della giurisdizione così detta ordinaria, appartenenti cioè all'« autorità giudiziaria » per usare l'espressione dell'articolo surriferito.

È questo un principio oramai riconosciuto dalla giurisprudenza di questo Collegio e delle Sezioni Unite della Corte di Cassazione (vedansi ad esempio le sentenze: Tribunale Superiore 28 marzo 1928, Mammoliti C. Ministero dei LL. PP., e 13 agosto 1927, Ministero LL. PP. c. Gallarati Scotti: Cass. Sez. Un. 14 aprile 1928, Mammoliti contro Consorzio Torrente Annunziata, e 22 novembre 1928, Provincia di Messina c. Società Peloritana e Società messinese imprese elettriche). La magistratura relativa alle acque pubbliche è stata costituita, com'è noto, in considerazione della natura speciale dei rapporti inerenti all'uso delle acque e delle contestazioni che ne derivano: ma la riforma del 1916 e del 1919 non ha inteso, creando l'organo speciale, di creare una giurisdizione diversa fuori dell'ordine di quella cui prima spettava la cognizione delle vertenze relative a detta materia; bensì di costituire, nell'ambito della giurisdizione ordinaria, collegi giudicanti di speciale composizione, secondo il criterio della specializzazione del giudice, come la particolarità dei rapporti su cui devono pronunciare richiedeva. Indipendentemente da qualsiasi altra considerazione, basta a dimostrarlo il fatto che i tribunali territoriali non sono che sezioni di Corte d'Appello (Art. 65 del R. D. L. 9 ottobre 1919) e che il Tribunale Superiore è stato istituito come collegio decidente in secondo grado su tutte le cause decise in primo grado dai Tribunali territoriali, i quali sono inequivocabilmente organi giudiziari in materia che è di competenza essenzialmente giudiziaria.

Al Tribunale superiore in tal modo voluto e creato, la legge ha poi, in omaggio al principio determinatore della riforma, che fu quello di concentrare in una unica magistratura tutta la materia attinente alle acque pubbliche, attribuito anche funzioni proprie, fino allora, della giurisdizione amministrativa, cioè della IV e V Sezione del Consiglio di Stato; ma ciò non può valere a mutare la natura dell'organo, che è sempre quella che risulta dalle norme e dalla ragione della legge che l'ha costituito; e tanto meno può valere a farlo classificare come appartenente, nello stesso tempo, a due ordini costituzionalmente diversi, a seconda che attenda ad una o ad altre delle funzioni che la legge ha demandato. Così, non cessano i giudici ordinari di essere organi del potere giudiziario quando esplichino la competenza loro attribuita nella così detta giurisdizione volontaria, che, com'è pacifico, non è giurisdizione ma amministrazione; nè cessa il Consiglio di Stato di appartenere agli organi amministrativi per trasformarsi in un organo del potere giudiziario quando decida in materia attribuita alla sua « competenza esclusiva » a norma degli articoli 29 e 30 del t. u. 26 giugno 1926 n. 1054. Unica è pertanto la posizione costituzionale del Tribunale Superiore delle acque pubbliche; il quale, quando giudica nei casi dell'art. 70, non si muta in organo amministrativo, ma rimane sempre l'organo della magistratura ordinaria, chiamato anche per ragioni di convenienza e di opportunità in rapporto al pubblico interesse, a decidere questioni di legittimità che normalmente, in altre materie, appartengono alla cognizione della giurisdizione amministrativa. Ed è in relazione a questa unicità di posizione che il decreto del 1919 ha stabilito un'identica procedura per i giudizi che innanzi ad esso si svolgono, riguardino essi la materia di cui all'art. 69 o quella dell'art. 70: procedura che è poi la stessa che nei giudizi innanzi ai tribunali regionali e, uniformandosi alle norme del codice di procedura civile, si allontana sostanzialmente, per più aspetti, da quelle che altre leggi hanno stabilito per le controversie avanti la giurisdizione amministrativa.

Nella discussione orale la difesa del ricorrente ha fatto richiamo all'art. 111 del R. D. 9 ottobre 1919 assumendo ch'esso prova come il Tribunale superiore, quando pronuncia nei casi dell'art. 70, sia organo di giustizia amministrativa, fuori, quindi, della giurisdizione ordinaria, perchè ha sottoposto le

sue decisioni all'impugnativa innanzi le Sezioni Unite della Corte di Cassazione per incompetenza ed eccesso di potere a termini dell'art. 3 n. 3 della legge sui conflitti 31 marzo 1877, n. 3771. Ritiene però il Collegio che l'art. 111 non dia prova sufficiente di tale assunto. La stessa disposizione è contenuta nell'art. 110 relativamente alle decisioni del Tribunale pronunciate in grado d'appello. Ciò che di certo può dedursi dagli articoli 110 e 111 è soltanto questo: che la legge ha considerato il Tribunale superiore delle acque una giurisdizione speciale, e tale esso è per la sua composizione e sopratutto in relazione della materia speciale che è riservata alla sua cognizione — ma non che l'abbia considerato anche una giurisdizione amministrativa. Siffatta conclusione non è una necessaria conseguenza della dichiarata applicabilità dell'art. 3 della legge del 1877 alle decisioni del Tribunale superiore, perchè quest'articolo trova applicazione anche nei riguardi delle pronunzie delle giurisdizioni speciali nell'ambito della giurisdizione ordinaria: e l'avere aggiunto, all'art. 110, al rimedio del detto art. 3, che è il rimedio comune e normale in tutti i casi di giurisdizione speciale, quello del ricorso (sempre alle Sezioni Unite) per violazione e falsa applicazione della legge quando le sue decisioni siano pronunziate in grado d'appello, non costituisce un elemento sufficiente per far ritenere che la legge abbia ammesso quella duplicità di natura del Tribunale, nell'un caso di organo appartenente all'autorità giudiziaria, nell'altro di organo di giurisdizione speciale amministrativa che rimane esclusa dall'origine storica dell'istituto, dalle altre più esplicite norme organiche della legge stessa e dall'impossibilità logica e giuridica di un organo che appartenga contemporaneamente a due ordini diversi, mutando faccia e natura a seconda delle funzioni di giustizia ordinaria o di giustizia amministrativa, demandategli dalla legge, che esso compia di volta in volta.

Attesochè, posto che il Tribunale superiore delle acque pubbliche deve pertanto riconoscersi un'autorità giudiziaria, ne discende che l'art. 25 del R. D. 30 dicembre 1923 trova la sua piena applicazione anche nei riguardi dei giudizi che vertano su materie contemplate dall'art. 70, con le ineluttabili conseguenze che la giurisprudenza del Collegio e della Corte Suprema ha costantemente riconosciuto, e cioè che la notificazione dell'atto introduttivo del giudizio avvenuta altrimenti che con le norme in esso articolo indicate, costituisce una nullità assoluta ed insanabile, equivalente all'inesistenza dell'atto perciò non suscettibile di produrre qualsiasi effetto, sia pure quelli limitati di cui all'art. 145 del codice di procedura civile. Che se poi anche all'intento della legge si voglia aver riguardo, poichè la disposizione dell'art. 25 fu determinata da gravi considerazioni di pubblico interesse al fine di garantire la piena difesa dell'amministrazione dello Stato, la ragione della sua applicabilità appare anche maggiore, non solo in materia di acque pubbliche in generale, ma in materia di ricorsi nei casi di cui all'art. 70, nei quali l'interesse dell'amministrazione è preminente ed assoluto e, conseguentemente, tale è la necessità della sua piena difesa. Anche prima del decreto 30 dicembre 1923, n. 2828 siffatta necessità era stata avvertita, e a soddisfarla in qualche modo aveva provveduto il R. D. 27 novembre 1919 n. 2235 richiedendo anche nei giudizi innanzi il Tribunale superiore non esclusi quelli nelle materie contemplate dall'art. 70 del decreto 9 ottobre 1919, l'intervento dell'avvocatura erariale (a differenza di quanto è disposto per le controversie innanzi al Consiglio di Stato) anche quando l'amministrazione credesse di delegare per l'istruttoria e per l'udienza un suo funzionario.

Attesochè le sovra esposte considerazioni portano alla dichiarazione di decadenza del ricorso giusta le conclusioni della difesa erariale; il che vieta di scendere all'esame di qualsiasi altra questione di rito e di merito; tuttavia, per quanto riguarda le spese del presente giudizio, esse possono, nella specie, compensarsi tra le parti.

P. Q. M. (*omissis*).

Acque pubbliche - Procedimento.

È irricevibile il ricorso al Tribunale Superiore delle Acque pubbliche se non porti la sottoscrizione dei ricorrenti o di loro procuratore.

Tribunale Superiore delle Acque, 18 giugno-31 luglio 1930. Pres. ed Est. Salucci, in causa Russo e LLCC. contro Ministero LL. PP.

FATTO

Con decreto 4 luglio 1929, pubblicato nella *Gazzetta Ufficiale* del 4 ottobre successivo, veniva approvato un secondo elenco suppletivo delle acque pubbliche della Provincia di Palermo, nel quale trovavasi incluso un corso di acqua iscritto nell'elenco stesso nel seguente modo: « Denominazione: Vallone Paradiso – Foce o sbocco: Passo di Rigano – Comuni toccati od attraversati: Palermo - Monreale - Limiti entro i quali si ritiene pubblico il corso d'acqua: dallo sbocco alle origini comprese le sorgive di S. Martino e minori ».

I Signori Pietro Russo del fu Costantino; Nunzia Russo del fu Costantino quale avente causa del fu Sig. Gaetano Porzio; eredi del fu Signor Salvatore Cardinale, cioè i Sigg. Giovambattista Cardinale, Salvatore Cardinale, Maria Cardinale moglie del Sig. Costantino Ferrante; Giovanna Cardinale moglie del Signor Luigi Mirabella, Serafina Cardinale moglie del Sig. Vincenzo Fazio e Concettina La Monica di Andrea quale madre e legittima rappresentante del minorenne Costantino Cardinale; eredi del fu Sig. Michelangelo Gandesi, cioè: Sig. Girolamo Gandesi, Tommaso Gandesi, Giovanni Gandesi, Antonino Gandesi, Susanna Gandesi, Ignazio e Vincenza Gandesi; eredi del fu Sig. Salvatore Milia, cioè: i Sigg. Sebastiano Milia, Maria Milia e Giuseppina Milia e la Signora Michelina Petta quale avente causa dal Sig. Antonino Lo Verde, hanno presentato ricorso, notificato il dì 3 dicembre 1929, col quale, in contrasto di S. E. il Ministro Segretario di Stato per i Lavori Pubblici, rappresentato dalla R. Avvocatura generale erariale, hanno chiesto a questo Tribunale Superiore pronuncia di illegittimità di detto decreto nella parte relativa alla enunciativa sopra ricordata per violazione di legge ed eccesso di potere, affermandola inficiata di imprecisione ed incertezza.

A sostegno del ricorso si deduce che le disposizioni basiliari del R. Decreto 9 ottobre 1919, n. 2161 hanno quale necessario ed indeclinabile presupposto la individuazione e determinazione precisa dei corsi di acqua o delle acque, le quali a termine delle relative disposizioni vanno considerate definite e trattate come acque pubbliche e ciò allo scopo precipuo di rendere possibile l'attuazione di tutto quanto ha riferimento ai riconoscimenti delle utenze, alle domande di nuove concessioni e in genere a tutto quello che forma il substrato delle molteplici disposizioni del Decreto del 1919 ai fini della esplicazione dei poteri della Pubblica Amministrazione e dei suoi rapporti con i privati in argomento di acque pubbliche.

Nella specie l'enunciativa al n. 161 dell'elenco lascia perplessi ed incerti su quali delle sorgenti debbansi ritenere iscritte, perchè la indicazione « Sorgenti di S. Martino e minori » non offre termini di comparazione chiari e netti allo scopo di chiarire tale punto importante e decisivo, e rende tanto meno possibile il desumere, se eventualmente vi si trovino comprese certe acque, che i ricorrenti posseggono non nel Vallone Paradiso, ma in altra contrada, comunemente intesa Valle del Paradiso, non naturalmente fluenti, ma ricercate e messe allo scoperto da essi con spese e lavori ingenti in sottosuolo all'uopo acquistato.

Ora un tale stato di incertezza, contrario ai criteri, che la legge detta per il riconoscimento delle acque pubbliche, evidentemente vale a paralizzare ed impedire puranco, o comunque a rendere eventuale ed aleatorio l'esperimento dei rimedi dalla legge apprestati contro la illegittima inclusione delle acque nello elenco delle pubbliche.

Durante l'istruttoria della causa alcuni ricorrenti non comparvero; intervennero altri e solo per pochi furono presentate le conclusioni come rilevasi dalla intestazione della presente.

L'Amministrazione resistente, a mezzo dell'Avvocatura generale erariale, contrasta con due mezzi l'accoglimento del ricorso.

Ne afferma in primo luogo, la inammissibilità per il fatto, che contro il disposto dell'art. 6 del R. Decreto 27 novembre 1919, n. 2235 il ricorso stesso appare privo della sottoscrizione dei ricorrenti in proprio o del loro Procuratore.

Nelle due comparse all'uopo esibite e nella discussione orale l'Avvocatura Erariale con copia di argomenti ed all'appoggio di una già formata giurisprudenza sostiene la tesi di inammissibilità del ricorso per incorsa nullità sostanziale mentre *ex adverso* si contesta, che la inosservanza della statuizione debba considerarsi a pena di nullità.

In secondo luogo l'Avvocatura Erariale eccepisce l'incompetenza della sede adita. Il ricorso, in fatti si afferma, è diretto contro l'elenco delle acque pubbliche e tende a negare la demanialità di sorgenti comprese nel n. 161 dell'elenco in contestazione; quindi a norma dell'art. 6 del R. Decreto 9 ottobre 1919, n. 2161 in relazione all'art. 67 lett. *A*) dello stesso Decreto, il ricorso doveva essere proposto al Tribunale territoriale competente.

Si obbietta dalla difesa dei ricorrenti contro tale tesi, che essa vien posta nel nulla alla semplice valutazione della enunciativa del ricorso, dalla quale trasparisce essere stato lungi da ogni loro pensiero ed intenzione di contestare in modo alcuno la demanialità di una od altra delle sorgenti tra le supposte comprese nell'elenco impugnato nei riguardi del n. 161. Impugnativa per violazione di legge, che si basa appunto ed esclusiva-

mente sulla imprecisione e sulla incertezza della designazione della sorgente o sorgenti, le quali debbono intendersi comprese tra quelle da ritenersi acque pubbliche, in guisa da rendere agli interessati, all'occasione, impossibile di insorgere, nella sede competente, contro la proclamata demanialità.

RITENUTO

Che occorre anzitutto rendersi conto della fondatezza della eccezione pregiudiziale ed assorbente di irricevibilità del ricorso, avanzata dalla Pubblica Amministrazione a mezzo dell'Avvocatura Erariale, per il fatto che il ricorso introduttivo del giudizio apparisce privo della firma dei ricorrenti o del procuratore contro la netta disposizione dell'art. 6 del R. Decreto legge 27 novembre 1919, n. 2235.

Sulla questione ebbe già in senso affermativo a pronunciarsi con uniformi e ripetuti giudicati questo Tribunale Superiore il quale, ripresala in esame, non trova ragione pur di fronte alle acute argomentazioni della difesa dei ricorrenti, di andare in diverso avviso.

Che pur precisando dal tenere conto delle disposizioni analoghe sancite nell'art. 522 del Cod. proc. civ. per i ricorsi avanti la Corte di Cassazione e nell'art. 35 del Testo Unico delle Leggi sul Consiglio di Stato, e che non sono prive di influenza nella disamina della questione e che inducono in genere ad opinare, che quando per proporre una istanza la legge impone la forma del ricorso, la mancanza della sottoscrizione di esso costituisca sempre difetto di un elemento essenziale e ne induca la nullità non sanabile o riparabile con equipollenti, non si trova motivo, perchè tale principio sia all'opposto da aversi per escluso per i ricorsi avanti al Tribunale Superiore delle acque pubbliche.

Che ove si consideri che l'art. 72 del R. Decreto 9 ottobre 1919 n. 2161 stabilisce che le istanze al detto Tribunale si propongono con ricorso, è evidente che la formalità della sottoscrizione invece che lasciata all'arbitrio degli interessati al ricorso è resa obbligatoria dalla statuizione aggiuntiva dell'art. 6 del Decreto Legge 27 novembre 1919, n. 2235 che tale obbligo enuncia, e tassativamente indica chi vi sia alternativamente tenuto.

Nè d'altro lato è dato dubitare, che tale necessità di sottoscrizione costituisca un elemento sostanziale in quanto emerge diretto ad imprimere garanzia di serietà e di autenticità alla manifestazione della volontà di produrre la istanza giudiziale; e conseguentemente la pretermissione di esso dia vita alla nullità dell'atto giusta il chiaro contenuto dell'art. 100 del R. Decreto 9 ottobre 1919, n. 2161 convertito in legge 18 dicembre 1927, n. 2595.

Che in conseguenza dovendosi pronunciare la inammissibilità del ricorso resta precluso lo scendere all'esame di ogni altra eccezione.

Che per le spese il Collegio trova esservi giusti motivi per compensarle.

P. Q. M. (*omissis*).

IMPOSTA DI RICCHEZZA MOBILE

Società anonima - Accertamento in base a bilancio - Definitività - Aumento dei cespiti produttivi per incorporazione di altra società - Accertamento suppletivo - Illegittimità - T. U. 24 agosto 1877, N. 4021, art. 2 e 25 legge 2 maggio 1907 n. 222, art. 8 R. D. L. 20 settembre 1926, n. 1648, art. 7.

MASSIMA

Tranne il solo caso in cui il bilancio di competenza *risulti passivo, le tassazioni eseguite al nome di società anonime a norma dell'art.* 25 *del testo unico* 24 *agosto* 1877, *n.* 4021 *hanno carattere definitivo, quale che sia l'ammontare del reddito prodottosi nell'anno cui la tassazione si riferisce e non ostanti le variazioni, in più o in meno, che possano essersi verificate, in detto anno, nella compagine dei cespiti produttivi.*

Tale regola, risolventesi nel divieto così degli accertamenti suppletivi come dei rimborsi di imposta, ha pieno valore anche nel caso in cui la società tassata abbia acquisito, nell'anno di competenza, nuovi cespiti produttivi per effetto di incorporazione d'altra società, dappoichè nè la lettera nè lo spirito della legge autorizzano alcuna limitazione o distinzione in rapporto al modo d'acquisto dei nuovi cespiti.

Comm. Centr., Sez. Un., 7 maggio 1930, n. 5503.

Udita la relazione sul ricorso della Società Generale Italiana Edison di Elettricità con sede in Milano contro la decisione della Commissione Provinciale di Milano in data del 18 dicembre 1928 in tema d'imposta di ricchezza mobile:

Visti gli atti: ritenuto che la Società ricorrente espone in fatto quant'appresso:

Con rogito Dott. Guasti 15 novembre 1926 la prenominata Società Anonima, con sede in Milano e la Società Anonima per imprese elettriche Conti, con sede in Domodossola, in esecuzione di deliberazioni delle rispettive Assemblee generali, in data 4 ed 8 agosto di quell'anno si dichiaravano fuse mediante incorporazione di quest'ultima nella prima.

Successivamente il 23 dicembre 1927, l'Ufficio delle Imposte Dirette di Milano e la Società Edison addivenivano a concordato per le tassazioni a carico della Società stessa, relative agli anni 1927 e 1928.

Tali tassazioni furono per il reddito di Cat. *B* commisurate a norma dell'art. 25 della legge d'imposta, in base alle risultanze del bilancio rispettivamente degli esercizi 1925 e 1926 questo ultimo comprensivo anche dei redditi prodotti durante l'intero anno 1926 dall'azienda della Società Conti stata incorporata nella Edison appunto con decorrenza dal 1° gennaio di detto anno.

Se non che il giorno dopo l'Ufficio delle Imposte con avviso modello 12 faceva notificare alla Società Edison di aver accertato in via suppletiva per ciascuno degli anni di tassazione 1926 e 1927 il reddito netto di Cat. *B* di 22 milioni di lire, attribuito proporzionalmente alla gestione degli impianti della assorbita Società Conti.

La Edison produceva reclamo alla Commissione di prima istanza di Milano chiedendo la cancellazione di siffatto accertamento, sul riflesso che ai sensi dell'art. 25 della legge, era preclusa ogni tassazione suppletiva pel suddetto biennio 1926/1927 nonostante la seguita variazione della compagine dei cespiti produttivi, sopravvenuta con l'aggiunta degli impianti ex Conti. E ciò perchè i redditi di tali impianti dovevano entrare in rotazione, agli effetti dell'imposta a carico della Edison solo a cominciare dalla tassazione per l'anno 1928 la quale infatti, come si è detto, era stata già commisurata al bilancio Edison 1926, inclusivo della gestione dell'assorbita Società Conti per lo stesso intero anno 1926. Osservò inoltre la Edison che la Conti per l'anno 1926 era già stata assoggettata all'imposta in base del bilancio 1924 e che tale imposta aveva già corrisposto per tutto l'anno 1926, tantochè la Edison aveva presentato domanda di rimborso all'Ufficio Imposte di Domodossola dal quale la Conti per ragioni di territorio dipendeva. Onde evidente la duplicazione ove non venisse interamente accolta la domanda di rimborso. E poichè col rogito Guasti 15 novembre 1926 la fusione ha trovato esecuzione, la soluzione da adottarsi di fronte alla duplicazione appariva quella di tenere ferma l'imposta già inscritta a carico della Conti fino al 15 novembre 1926. In niuna ipotesi, pertanto, l'Ufficio di Milano avrebbe potuto addivenire ad accertamento suppletivo a carico Edison, se non pel periodo successivo al 15 novembre 1926. Di qui la domanda subordinata della Edison diretta ad ottenere l'annullamento dell'accertamento per il periodo dal 1° gennaio al 15 novembre 1926 a motivo di duplicazione.

La Edison domandò ancora, in via più subordinata, un supplemento d'istruttoria; e nella peggiore ipotesi sostenne che ove si reputasse superata ogni questione di diritto, non si potrebbe con giudizio dettagliato e di fatto, giungere a determinare un reddito superiore al quarto di quello proposto dall'Ufficio. La Commissione di prima istanza di Milano considerò che con la tesi della ricorrente, i redditi derivanti dalla gestione degli impianti già proprietà Conti e dalla Edison assorbiti, sfuggirebbero per i primi due anni all'imposta, contrariamente al principio fondamentale stabilito nell'art. 2 della legge in materia.

In ordine alla tesi subordinata rilevò che essendosi l'assorbimento della Conti, da parte della Edison, verificato legalmente solo al 15 novembre 1926, solo da tale data, indipendentemente dai rapporti interni fra le due Società, veniva a cessare in senso fiscale l'esistenza della Conti. Ora poichè, sino a tale data, l'imposta è già pagata dalla Conti l'accertamento dell'Ufficio andava limitato nella decorrenza a partire da tale data. Circa l'entità, ritenne eccessivo l'accertamento basato sopra una situazione contabile al 30 giugno 1926. Onde la Commissione di prima istanza, accogliendo in parte il ricorso, con decisione 13 luglio 1928 fissò i seguenti redditi di Cat. *B* dal 15 novembre al 31 dicembre 1926 L. 1.500.000; anno 1927 L. 16.000.000.

Appellò l'Ufficio delle Imposte:

1°) perchè la decorrenza del reddito da tassare venisse determinata dal 1° gennaio 1926 anzichè dal 15 novembre 1926 in quanto l'incorporazione della Conti è avvenuta con effetto dal 1° gennaio 1926 sia di fronte ai terzi che di fronte agli azionisti della Conti; nè l'asserita duplicazione esiste, perchè l'Uffi-

cio appellante di Milano non mancherà, nella iscrizione a ruolo di diffalcare dal reddito che verrà determinato, quella parte iscritta pel 1926 a carico della Conti cessata in fatto ed in diritto dal 1° gennaio 1926 mentre l'Ufficio di Domodossola già sgravò la Conti dall'imposta con effetto dal 15 novembre 1926.

2°) Perchè il reddito, determinato dai primi giudici in L. 16 milioni, sia più congruamente stimato in modo da non differire di molto dalla cifra di 22 milioni di lire proposte dall'Ufficio. Quale ammontare si appalesa più rispondente all'effettivo reddito, che, pur non essendo analiticamente determinato, trova il suo fondamento nella situazione patrimoniale al 30 giugno 1926 della Conti, nel bilancio al 31 dicembre 1925 in raffronto di quello al 31 dicembre 1926 della Edison e nel normale rendimento del capitale investito nell'azienda. Resiste all'appello la Società Edison, richiamando e riproducendo tutte le domande e le considerazioni di diritto e di fatto subordinate e principali, fatte presenti alla Commissione di primo grado.

Al riguardo la contrappellante combattè i motivi dell'appello dell'Ufficio e confutò le argomentazioni svolte dai primi giudici, concludendo con l'insistere nel chiedere in via principale la totale riforma del giudicato di primo grado e l'annullamento dell'accertamento suppletivo di 22 milioni di lire di reddito iniziato dall'Ufficio delle Imposte per ciascuno degli anni 1926 e 1927.

La Commissione Provinciale con decisione 18 dicembre 1928, ripigliando una deduzione fatta dalla Edison in prima sede, premise che l'accertamento in contestazione non tocca nè vulnera il concordato concluso da quella Società, ma riflette gli esercizi della gestione Conti, la quale ha realizzato degli utili che non possono sfuggire al tributo.

Nel merito della controversia osservò che, per il sistema adottato con l'art. 25 della legge occorre l'esame dell'intera gestione in un periodo determinato, per accertarsi se e quale ricchezza l'Ente abbia conseguita, cosicchè la valutazione di questa non potrà trarsi se non dalla globale e complessiva commisurazione del reddito in base a bilancio dell'anno solare antecedente a quello in cui doveva essere presentata la denuncia.

Che inoltre il metodo della rotazione progressiva di cui all'art. 25 si consideri o presuntivo o differito oppure definitivo non può violare il noto principio organico dell'imposta mobiliare, secondo cui ogni individuo od ente morale è tenuto all'imposta su suoi redditi, siano certi o presunti, ed il debito dell'imposta sorge al momento in cui nasce il reddito certo o presunto, cosicchè la tassa sorge e finisce come sorge e finisce il reddito. Nel caso in esame non si disputa sulla maggiore o minore produzione; nè s'intende porre nuovamente in discussione le vicende di un esercizio sociale, nella quale ipotesi dovrebbe stare in tutta la sua inderogabilità il principio della definitività dell'accertamento. Ma tale principio non può trovare applicazione quando con la sostituzione di un soggetto all'altro e mercè la soppressione di un ente con l'incorporamento in un altro, si voglia sostenere l'esenzione tributaria pei redditi che la gestione del primo ha continuato a produrre e che l'ente superstite ha realizzato e riscosso. Pertanto, pur facendo richiamo ad una sentenza 15 aprile 1913 della Cassazione sul ricorso della Società Italiana di Cementi, la Commissione Provinciale ritenne che il giudizio reso in prima sede non fosse censurabile in ordine ai criteri propugnati. Bensì riconobbe che la decorrenza va fissata al 1° gennaio 1926 perchè dagli atti sociali emerge che la fusione si è operata con effetto da quel giorno, nel concetto che non esiste duplicazione, perchè l'Ufficio dovrà fare nella compilazione del ruolo il diffalco dell'imposta già pagata. Intorno all'ammontare del reddito, la Commissione notò il sensibile, progressivo, costante aumento del reddito di ogni esercizio e si persuase che l'esame di tutti gli elementi induce ad elevarlo. Epperciò in parziale accoglimento dell'appello dell'Ufficio, fissò a carico della Edison per il titolo in discussione il reddito di L. 18.000.000 per il 1926 e in L. 20.000.000 per il 1927. Contro questa decisione ha ricorso a questo Collegio, la Società Edison chiedendone il completo annullamento e domandando pure di essere sentita personalmente. Con memoria aggiuntiva a stampa, la ricorrente fonda la sua impugnativa sulla pacifica giurisprudenza che gli accertamenti fatti col metodo dell'art. 25 della legge hanno carattere di assoluta definitività ed irretrattabilità, preclusiva pertanto, sia degli sgravi d'imposta quanto delle tassazioni suppletive. Agli argomenti dedotti dalla Società ha risposto, confutandoli, l'Ufficio delle Imposte. D'altro lato, la Società presa cognizione delle controdeduzioni dell'Ufficio, ha, con altra memoria, replicato, insistendo nella propria tesi. L'Ufficio ha, per ultimo, replicato a sua volta, confermando i suoi apprezzamenti. Le parti contendenti hanno richiamato e commentato precedenti giurisprudenziali di questo Collegio e della Corte di Cassazione. E l'Ufficio ha su di ciò osservato, in linea preliminare, che nessuna delle decisioni citate dalla Società riguarda questioni simili e che neanche la decisione di questo Collegio su ricorso Società Terni e Carburo di Calcio risolve la questione, in quanto essa vi è trattata per incidente, diverso essendo il motivo della contesa, mentre a fronte della grande estensione presa dalle fusioni di Società per incorporazione, s'impone una specifica ed esauriente disamina del grave problema;

Considerato che il caso attuale non è compreso fra quelli per cui è ammessa l'audizione personale in questa sede;

Considerato che l'Ufficio delle Imposte, autore del rilievo, sin da principio riconobbe che per gli impianti proprî della Edison l'accertamento per gli anni 1926 e 1927 è senza dubbio definitivo giusta l'art. 25 della legge fondamentale in materia: ma pei nuovi impianti apportati dalla Conti ravvisò invece a lato dell'antico un nuovo reddito che non ha concorso a costituire le entrate dei precedenti bilanci della Edison, sibbene quelle della Società cessata: reddito per il quale è venuto a cessare nei rispetti di quest'ultima, la rotazione di cui al detto art. 25 mentre ancora non si è iniziata nei confronti della cessionaria; reddito che deve perciò essere acquisito alla imposta e colle norme già accolte, pei redditi di nuova formazione, dalla giurisprudenza e dalla pratica finanziaria, in relazione anche alle discussioni parlamentari, cioè determinandolo pel primo e pel secondo anno in base ai bilanci di competenza;

Se così non fosse, soggiunge l'Ufficio, il reddito prodotto dagli impianti già Conti, dopo aver soddisfatto regolarmente l'imposta per tutta la durata della Società Conti, verrebbe a godere dell'esenzione tributaria pei due primi anni di passaggio di detti impianti alla Edison, in piena contraddizione col disposto della legge, che tutti i redditi vuole assoggettati all'imposta dalla loro origine alla loro fine:

Considerato che per risolvere la questione nei termini in cui è prospettata, è importante esaminare l'intrinseca portata dell'art. 25 della legge;

Considerato che, come fu già ritenuto da questo Collegio in consonanza anche dei precedenti parlamentari, concetto della disposizione del detto art. 25 non è quello di differire o protrarre le tassazioni dei redditi di Cat. *B* risultanti dai Bilanci annuali delle Società azionarie, dacchè, in omaggio al principio del precedente art. 2 l'applicazione dell'imposta si inizia dal primo, non dal terzo esercizio sociale, nè perciò continua per due anni dopo la cessazione della Società. Ed escluso tale differimento, è da intendersi che il legislatore abbia voluto che le tassazioni annuali debbano essere commisurate alle risultanze dell'ultimo bilancio chiuso anteriormente all'epoca fissata per la dichiarazione. In altri termini l'art. 25 ha stabilito una presunzione di pieno diritto, secondo cui reputasi reddito dell'anno pel quale è dovuta l'imposta, quello risultante dal bilancio che di regola è di due anni indietro. Solo pei primi due esercizi di una Società nuova, nella mancanza di bilanci per periodi anteriori all'epoca della denuncia, è forza fondare l'accertamento sui bilanci di competenza. Ma, all'infuori pertanto di tale eccezione, nel corso della rotazione stabilita dall'art. 25 gli accertamenti annuali, sebbene non seguano gli stessi bilanci, hanno carattere definitivo, non provvisorio, di modo che, per ogni anno, la tassazione si riferisce all'anno medesimo, non a quello del bilancio precedente secondo il turno di rotazione. Onde il bilancio preso a base dell'accertamento, funziona solo come strumento determinatore in via presuntiva del reddito non ancora noto dell'anno di competenza, a somiglianza del criterio pure presuntivo, stabilito, di regola per la valutazione dei redditi incerti e variabili in generale, rispetto ai quali si trae norma dagli elementi noti d'un periodo precedente. È vero bensì che in un primo tempo, la giurisprudenza aveva introdotto qualche temperamento al rigore del principio sopra annunciato, implicante l'invariabilità dell'accertamento; anche a fronte delle risultanze in più od in meno del bilancio dell'anno di competenza. Ma in seguito la Corte di Cassazione del Regno adottando il criterio più severo elevò a regola assoluta detto principio dichiarando definitivo ed irrevocabile l'accertamento qualunque sia il risultato del bilancio dell'anno per cui è dovuta l'imposta e quali che siano le cause dell'aumento o della diminuzione del reddito compresa così l'ipotesi che l'ente tassato abbia allargato o ristretto la sfera della propria attività.

Ormai però quest'ultima giurisprudenza è stata consacrata nelle legge, giacchè il R. D. Legge 20 settembre 1926 n. 1643 con l'art. 7 ha esplicitamente statuito che le tassazioni cui si procede a norma del ripetuto art. 25 sono definitive; e solo ha fatto salva a favore del contribuente, l'ipotesi che il bilancio di competenza sia passivo; la quale unica eccezione conferma e fa vieppiù risaltare la regola della definitività irretrattabile degli accertamenti in discorso.

E tale principio rigoroso che era stato, come si è detto, già ritenuto dalla giurisprudenza, questo Collegio già ebbe occasione di applicarlo con la decisione 17 ottobre 1928 n. 88970 al caso della fusione di due Società azionarie per incorporazione

(Terni e Carburo di calcio). L'Ufficio delle Imposte osserva che trattavasi di altra questione e veramente allora essa si presentò sotto l'aspetto di sgravio, in riguardo alla Società incorporata, dell'imposta accertata nell'anno successivo alla fusione; ma in sostanza quella questione portò per stretta connessione ad affermare pure che non era possibile procedere a corrispondente tassazione suppletiva a carico della Società incorporante. E l'inammissibilità di tassazione suppletiva, in altro caso analogo di fusione di due Società per incorporazione (Elettricità e gas – Strade Ferrate per la Sicilia) venne eziandio ripetuta da questo Collegio con decisione 15 aprile 1929, n. 94631.

Nè anche a fronte delle contrarie argomentazioni svolte, sotto ogni aspetto della questione, nel diligente studio dell' Ufficio delle Imposte questo Collegio si convince di dover cambiare pensiero.

L'Ufficio a sostegno della sua tesi adduce come capitale e decisivo argomento il principio emergente dall'art. 2 della legge che l'imposta cioè sorge e finisce col sorgere e col cessare del reddito. Ma l'art. 2 fissa un principio astratto generale che non può riguardarsi solo in sè stesso dacchè per essere in pratica applicato, aveva bisogno di venire concretato, come lo fu appunto con un insieme di norme specifiche dettate dalla stessa legge e dal regolamento ed appropriate a seconda della diversa qualità dei redditi e dei contribuenti, giacchè è evidente che non sarebbe sempre possibile seguire giorno per giorno, l'andamento e le vicende del reddito imponibile. Così ad esempio pei redditi incerti e variabili, in generale, è prescritta un'estimazione presuntiva in base a elementi conosciuti del passato, la quale di regola dura per la Finanza un quadriennio. Ma ancorchè nel corso di quel periodo, sorgano nuovi elementi valevoli a dimostrare un reddito normale superiore, non può accrescersi l'imponibile, finchè il quadriennio non sia decorso: nè si è mai creduto di ledere, con ciò, l'integrità dell'imposta.

Nello stesso modo, per le Società azionarie ed altri enti espressamente contemplati, vi sono apposite norme dell'art. 25 della legge; nè è a parlare di prevalenza dell'art. 2 sull'art. 25 perchè non vi ha dubbio o contrasto fra le due disposizioni, anzi l'art. 25 esplica il 2°. rispetto a detti Enti, stabilendo una speciale tassazione sulla base dei bilanci; e quindi l'art. 2 non somministra alcun argomento in appoggio al concetto dell'Ufficio, dacchè torna a sorgere sull'interpretazione dell'art. 25 la questione che vuolsi appunto risolvere, quella cioè se sia consentita la tassazione suppletiva nei casi di fusione di Società azionarie per incorporazione.

Esclusa pertanto la violazione dell'art. 2 della legge, bisogna tenere ben presente che, per le ragioni già svolte, gli accertamenti a carico delle Società per azioni, sebbene fondati su bilancio arretrato di due anni, riguardano l'imposta dell'anno di competenza. Perciò nella specie l'imponibile accertato alla Edison sui bilanci del 1924 e 1925 è riferibile agli anni di competenza 1926 e 1927. In altri termini, stante la proclamata invariabilità degli accertamenti, il pagare per gli anni 1926 e 1927 in base ai bilanci di commisurazione 1924 e 1925 non significa che l'Edison si sottragga all'imposta sul maggior reddito attribuibile agli impianti della ex Conti. La Edison non è Società nuova per cui nei primi due esercizi sia inevitabile ricorrere al bilancio di competenza, ma è Società in pieno regime di rotazione dei bilanci; ed essa quindi pagherà l'imposta nei tempi e nei modi di cui all'art. 25; nè giova ripetere l'indicato metodo di rotazione, implica, di regola, per la Finanza, una vera e propria irreparabile perdita, ma uno spostamento, in ordine al tempo, dell'imponibile; e ciò per effetto di un sistema che per l'alea ad esso connessa reca reciprocamente alla Finanza ed al contribuente, vantaggi e svantaggi che non occorre qui enumerare. La fusione fra Società azionarie per incorporazione non è che uno dei casi di variazione nella compagine dell'azienda, recante sempre immediato svantaggio per la Finanza. L'Ufficio delle Imposte non contesta in fondo la definitività degli accertamenti in base a bilancio, nè il carattere d'aleatorietà ad essi inerente; solo sostiene che ciò non vieta la rottura del ciclo di rotazione dei bilanci per l'ipotesi della fusione con incorporazione. Ma la lettera e lo spirito della legge non autorizzano rispetto all'art. 25 alcuna limitazione o distinzione in rapporto al modo di acquisto di nuovi cespiti produttivi da parte di una Società azionaria. Una volta ammessi gli accennati due requisiti non si concepisce come possa reggere un trattamento fuori della regola per detta specie di fusioni, dal momento che rimane salva la compensazione nella vicenda delle rotazioni tanto più che lo stesso effetto si verifica anche nei casi, in ultimo risultato identici, che possono essere pure di rilevante entità in cui una Società azionaria acquisti, contro pagamento di prezzo, un'intera azienda in tutti i suoi elementi attivi e passivi, da Ditta privata o da Società non azionaria che vengano per tal modo a cessare. E la semplice diversità nella forma dell'acquisto non può giustificare un trattamento disuguale tra le due ipotesi. Non è infine superfluo notare a riprova indiretta della infondatezza della tesi propugnata dall'Ufficio, che esso stesso mentre ha sentito di non poter a meno di mantenere a carico della Edison l'accertamento per il 1926 ed il 1927 sui bilanci rispettivi del 1924 e 1925 ha poi per la tassazione suppletiva dovuto ricorrere ad una situazione patrimoniale Conti al 30 giugno 1926 per determinare mediante raddoppiamento gli utili presunti pel 1926 salve le consuete aggiunte e detrazioni e salva una riduzione del totale in cifra rotonda, adottata anche pel 1927.

Cosicchè agli effetti dell'imposta suppletiva si è supposto una Società nuova che non esiste e più ancora si è sdoppiata una Società preesistente come se fosse in parte vecchia ed in parte nuova. Onde negli accertamenti 1926 e 1927 della Edison, uno principale fondato sul bilancio di rotazione, uno suppletivo su basi induttive tratte da elementi riferibili all'anno del bilancio di competenza, emerge un amalgama di disparati criteri i quali non s'inquadrano nel sistema dell'art. 25 della legge, nè rispondono alle norme comuni di valutazione dei redditi incerti e variabili.

Considerato concludendo che l'Ufficio delle Imposte, preoccupato per l'interesse della Finanza, si basa nel suo complesso studio, sopra una giurisprudenza ormai sorpassata e svolge un'argomentazione precipuamente fondata su inconvenienti da lui configurati, la quale si risolve, più che altro in una critica della legge: critica che, oltre a non trovare posto in questa sede di legittimità, non vale a risolvere la sorta questione di diritto.

Considerato, quanto alla decorrenza degli effetti della convenuta fusione della Società Conti in quella Edison che la Commissione Provinciale ha con insindacabile giudizio di fatto riconosciuto essere la fusione stessa avvenuta dal 1° gennaio 1926: data che la stessa Società Edison, nella memoria e nelle note aggiunte presentate a questo Collegio ammette, d'accordo ormai con l'Ufficio delle Imposte, quale data di estinzione della Conti e della consecutiva fusione.

Ne segue che debbasi procedere in favore della Edison come succeduta alla Conti, al diffalco, dal proprio carico, dell'imposta già pagata dalla Conti stessa in dipendenza dell'accertamento per l'anno 1926, sulla base del bilancio 1924, e per la sola parte che non sia già stata rimborsata; sempre che nel Concordato fatto con la Edison per l'anno 1928 siasi tenuto conto, come afferma la ricorrente Società, dei redditi della ex Conti dal 1° gennaio al 31 dicembre 1926.

P. Q. M.

accogliendo il ricorso annulla la decisione impugnata nella parte con cui la Commissione Provinciale fissò gli accertamenti suppletivi a carico della Società Edison per gli anni 1926 e 1927 nelle somme rispettive di 18 e 20 milioni di lire. E tenuta ferma la fissazione al 1° gennaio 1926 della decorrenza della fusione di cui è argomento, dispone che si proceda, in favore della prenominata Società, al diffalco, dal proprio carico, dell'imposta già pagata dalla Società Conti in dipendenza dell'accertamento per l'anno 1926 per la parte che non sia stata già rimborsata, e semprechè nel concordato fatto con la Edison per l'anno 1928, siasi tenuto conto dei redditi della ex Conti pel periodo dal 1° gennaio al 31 dicembre 1926.

NOTA

Le massime affermate dal supremo Collegio della giurisdizione tributaria amministrativa appaiono ineccepibili; e non v'è nulla da aggiungere alla nitida, ampia e dotta motivazione, che giustifica sotto ogni aspetto la soluzione adottata. La quale sarà certo appresa col più vivo interesse, oltre che dai giuristi e dagli studiosi, anche e sopratutto dagli amministratori di aziende sociali, poichè il giudicato emesso dall'alto Consesso viene a chiarire compiutamente e definitivamente le conseguenze tributarie della *fusione di società mediante incorporazione*.

La questione, com'è noto, ha assunto una particolare importanza in relazione al largo movimento di concentrazione industriale e commerciale che si è verificato e si sta verificando anche per effetto dei ripetuti incitamenti del Governo Nazionale, vòlti all'irrobustimento delle forze produttive del Paese. Concentrazione che, per quanto riguarda le società, si è concretata generalmente nella *fusione* vera e propria oppure nella fusione per *incorporazione*. Mentre in ordine alla *tassa di registro* sono state emanate apposite disposizioni di sgravio (RR. DD. LL. 23 giugno 1927, n. 1206; 8 marzo 1928, n. 406; e 13 febbraio 1930, n. 37), nessun provvedimento è stato emesso in ordine alla applicazione dell'*imposta di ricchezza mobile*. In relazione a ciò, ben si comprende come le numerose fusioni delibe-

rate in questi ultimi tempi abbiano destato il più vivo interesse del Fisco, il cui vigile zelo s'è particolarmente rivolto alle fusioni per incorporazione. Infatti la fusione vera e propria non poteva dar luogo ad alcuna questione relativamente alla tassazione del reddito, dappoichè, sorgendo per virtù di essa una società *nuova*, nessun dubbio che a carico di questa si possa e si debba accertare e tassare il reddito prodotto, immediatamente dalla data della fusione in poi, dalle aziende che appartenevano alle società che si sono fuse.

Invece per effetto della fusione per incorporazione non sorge un ente nuovo, ma continua a sussistere una Società (*la incorporante*), mentre si estingue la *incorporata*.

Ora la Finanza ha creduto in un primo tempo di sostenere questa tesi. I redditi derivanti dall'azienda della società incorporata non possono, per i primi due anni successivi alla fusione, essere tassati a carico della società incorporante, poichè la tassazione a carico di questa per detto biennio deve farsi a norma dell'art. 25 della legge del '77, vale a dire in base al bilancio dei due ultimi anni anteriori alla fusione, nel quale bilancio evidentemente erano compresi i suddetti redditi. Ne consegue che ad evitare che i redditi stessi sfuggano all'imposta è giocoforza continuare a tassarli al nome della società incorporata.

La tesi fu portata dal Fisco sino alla Commissione Centrale, che la rigettò, sul semplice quanto ovvio riflesso che in conseguenza della fusione per incorporazione la società incorporata *cessa di esistere* ad ogni effetto, (art. 193 e seg. Cod. di Comm.), onde non può evidentemente costituire soggetto dell'obbligazione tributaria (decis. a Sez. Un. 17 ottobre 1928 n. 88.970 in *Giur. Imp. Dir.*, 1928, p. 141). Un secondo tentativo ebbe uguale sorte (decis. 15 aprile 1929, n. 94.531, *ivi*, 1929, p. 207).

Allora il Fisco pensò di mutare rotta, lasciando in pace la defunta società incorporata, per avanzare le sue pretese contro la incorporante. Escogitò così la tesi che la definitività delle tassazioni eseguite a carico delle società azionarie a norma del precitato art. 25 non va intesa nel senso di precludere l'accertamento suppletivo dei redditi procedenti da nuovi cespiti acquisiti durante l'anno di tassazione, poichè diversamente tali redditi sfuggirebbero al tributo, onde la violazione del principio consacrato nell'art. 2 della legge organica, per cui l'imposta sorge col sorgere del reddito; e che in ogni modo la definitività di dette tassazioni ed il conseguente divieto di accertamenti suppletivi non sono applicabili nel caso in cui i nuovi cespiti produttivi siano stati acquisiti dalla società per effetto di incorporazione di un'altra società.

Anche questa tesi è arrivata fino alla Commissione Centrale, che l'ha giustamente ripudiata con le imponenti e decisive argomentazioni esposte nella decisione che annotiamo ed alle quali, ripetiamo, non sapremmo aggiungere alcunchè, tanto sono esaurienti e strettamenti aderenti alla legge ed alla logica.

Solo ci si consenta di rilevare come appaiono del tutto infondate la preoccupazione e la diffidenza mostrate da taluni Uffici Distrettuali verso queste fusioni per incorporazione, quasi che ad esse le società si siano accinte e si accingano allo scopo di evadere il tributo mobiliare. Evidentemente codesti Uffici non vedono quale piccola, trascurabile cosa rappresenti l'imposta di ricchezza mobile in rapporto alla entità degli interessi che sono in gioco e vengono regolati con le fusioni di società, e di fronte ai quali è davvero il caso di dire che *le jeu ne vaut pas la chandelle*..... Non vedono che questo movimento di concentrazione di aziende industriali e commerciali è sorto e si effettua, come sopra si è accennato, a seguito dell'aperto, insistente e concreto incitamento del Governo (1) e sotto l'impulso di moventi e di imperiose esigenze, che non hanno nulla a che fare con la relativamente minuscola questione della tassa di ricchezza mobile.

Il Governo e con esso tutti i massimi esponenti della produzione nazionale hanno considerato che nell'attuale travagliato momento dell'economia mondiale bisognava rinvigorire le nostre aziende, allargarne e consolidarne l'attrezzatura, in guisa da conferire loro la possibilità di un minor costo di organizzazione, una maggiore resistenza alla concorrenza estera ed una più potente e pronta forza di penetrazione nei mercati. A raggiungere tale intento il primo mezzo scelto e predicato è stato appunto il raggruppamento delle aziende, che per le società si attua precisamente con la fusione.

E molti industriali hanno ubbidito all'incitamento del Governo e soddisfatto alle suddette esigenze. Hanno studiato ed elaborato i loro piani di fusione e superando grossi problemi e difficoltà, li hanno tradotti in atto. E quanto all'applicazione dei tributi hanno semplicemente chiesto e chiedono ch'essa abbia luogo secondo dispone e vuole la legge. Non chiedono altro. Sanno che la legge, per giurisprudenza ormai ben ferma e costante da un trentennio, non consente tassazioni suppletive nel caso di variazioni in più nella compagine dei fattori di produzione, quale che sia il negozio giuridico in forza del quale codeste variazioni si verificano, e sanno altresì che la legge stessa non ammette rimborsi nel caso di variazioni in meno. Onde ben a ragione dicono che come il Fisco tiene a rispettare la legge in questa seconda ipotesi, così deve rispettarla nella prima.

---

(1) Col precitato R. D. L. 13 Febbraio 1930 n. 37 non solo si è prorogato fino al 30 giugno 1935 l'esonero da tassa di registro, ma si è accordata al Ministro della Giustizia la facoltà di dichiarare, su conforme parere del Ministero delle Finanze, che la fusione è di pubblico interesse; e cioè all'effetto di agevolare e semplificare la relativa procedura stabilità dal codice di commercio.

PRASSI AMMINISTRATIVA

Nella presente rubrica vengono riassunti principii, che hanno carattere generale, ma che vengono affermati dalla giurisprudenza o dalla stessa Pubblica Amministrazione in occasione di specifici provvedimenti amministrativi in materia attinente a derivazioni di acque pubbliche a scopo di produzione di energia elettrica o di provvedimenti relativi a servitù di elettrodotto, concessioni di sussidi a impianti e linee elettriche, laghi e serbatoi artificiali etc. La massima viene desunta dal testo di sentenza o decisione o dal decreto, e dal relativo parere del Consiglio dei LL. PP. La ricerca del provvedimento testuale è resa possibile ai lettori colle indicazioni della decisione o sentenza — che vengono indicati per ciascuna massima — o della data del decreto — e annesso disciplinare che sono pubblicati nel *Bollettino del Ministero dei Lavori Pubblici* — colla data e numero del relativo parere del Consiglio dei LL. PP. In ogni modo la Direzione della Rivista è a disposizione degli interessati per ogni altra ricerca, richiesta di copie e simili.

La Rivista *L'Energia* non ha bisogno di richiamare la importanza di queste massime, che costituiscono precedente giudiziario e amministrativo che vale spesso a risolvere casi pratici controversi, in via di interpretazione giurisprudenziale od autentica attuata in casi analoghi.

Ogni massima ha un numero progressivo che sarà richiamato nell'apposito indice annuale.

116 — *Progetto esecutivo - Estensione dell'utilizzazione ad altri corsi d'acqua del bacino imbrifero e alla costruzione di serbatoi di integrazione - Clausola di obbligatorietà.*

Fra le clausole del disciplinare di una concessione idroelettrica può essere inscritta quella che nello studio del progetto esecutivo dell'impianto oggetto della concessione la Ditta concessionaria dovrà considerare la possibilità di utilizzare coll'impianto stesso anche altre acque del bacino imbrifero (nella specie gli affluenti del corso d'acqua oggetto della concessione) e dovrà indicare nel progetto stesso le risultanze degli studi particolareggiati relativi e prevedere, in apposito allegato tecnico, le opere intese a conseguire la detta utilizzazione integrativa.

Altra clausola analoga può essere inserita per imporre alla Ditta concessionaria che nel progetto esecutivo sia introdotto un esauriente studio particolareggiato sulla possibilità di costruire serbatoi di ritenuta e dovrà presentare tale studio, suffragato da dati tecnici, geognostici, idrologici, entro due anni dalla data della notifica, da parte del Genio civile, della avvenuta emissione e registrazione alla Corte dei Conti, del decreto di concessione. Tutto ciò in occasione di un decreto di modifica di precedente concessione.

D. R. 17 marzo 1930. Concessione Soc. Idroelettrica del Cismon dal torrente Vanoi in Comune di Canal San Bovo (Prov. di Trento). Parere Cons. Sup. LL. PP. n. 3487 del 20 dicembre 1928. (*Boll. Uff. Min. LL. PP.* 1930, p. 2008).

117 – *Particolari disposizioni relative alla esecuzione delle opere di utilizzazione idroelettrica - Trasporto dei materiali di scarico.*

Nel disciplinare di concessione può essere introdotta una clausola proibitiva per lo scarico e deposito del materiale di scavo nel senso che detto materiale debba esser collocato in apposite piazze, opportunamente scelte precisando nel progetto esecutivo, piazze sistemate in guisa da escludere ogni possibilità di franamenti e scoscendimenti per qualsiasi causa.

Come al num. precedente. (*Boll. Uff. Min. LL. PP.* 1930, pag. 202).

118 – *Modifica di concessione idroelettrica - Soppressione del serbatoio prima previsto - Irrilevanza rispetto alla procedura istruttoria.*

In occasione della presentazione del progetto esecutivo di concessione idroelettrica può essere accolta la variante, rispetto al progetto di massima, che sopprime il serbatoio. Tale variante, riconosciuta ammissibile, non altera necessariamente i caratteri essenziali della concessione e, pertanto, può essere consentita senza ulteriore istruttoria. Viene però emanato un nuovo decreto di concessione, autorizzante la variante stessa e le altre tecniche del caso. Tale nuova concessione prevede una durata uguale a quella del primo decreto.

Come al num. precedente. (*Boll. Uff. Min. LL. PP.* 1930, pag. 2009).

119 – *Esonero tributario degli edifici ed officine di produzione e trasformazione idroelettrica inerenti agli impianti - Durata dell'esonero rispetto alla durata della concessione.*

L'esonero tributario della imposta di ricchezza mobile di cui all'art. 4 del D. R. 2 ottobre 1919, n. 1995 e dell'art. 5 del R. D. 30 dicembre 1923, n. 3069 ha una durata prevista dalla legge speciale e non si applica per tutta la durata della concessione idroelettrica.

D. R. 24 giugno 1929. Concessione alla Soc. Idr. B. Toffoli dai torrenti Antelao ed altri. Parere Cons. Sup. LL. PP. non indicato. (*Boll. Uff. Min. LL. PP.* 1930, pag. 1323).

120 – *Condizioni particolari della concessione idroelettrica - Uso limitato di bacini di compenso - Riducibilità della portata della derivazione.*

Fra le clausole particolari del disciplinare possono essere introdotte le seguenti due condizioni: *a*) che, fino a quando non sia costruito un apposito bacino di compenso la Ditta concessionaria può utilizzare normalmente la sola portata naturale del torrente « nel senso che pure essendo l'impianto fornito del bacino di accumulazione giornaliero, questo non possa normalmente essere utilizzato per il servizio di punta ». *b*) che l'Amministrazione « si riserva la facoltà di ridurre la portata utilizzabile da mod. .... a mod. .... o di imporre la costruzione di apposita vasca di compenso qualora la Società concessionaria danneggi col suo esercizio le utenze a valle, sempre rimanendo, in ogni caso, essa responsabile degli eventuali danni ai terzi ».

D. R. 16 gennaio 1930. Concessione Soc. Ind. italiana. Derivazione dal torrente Castellano in Comune di Ascoli. Parere 15 dicembre 1928, n. 3404. (*Boll. Uff. Min. LL. PP.* 1930, pag. 1340).

121 – *Derivazioni d'acqua - Clausola generica del disciplinare nel l'interesse della difesa nazionale.*

In casi specialissimi (nella specie in caso di concessione nelle nuove Provincie) la clausola normale di limitazione e garanzia nell'interesse della difesa nazionale può essere formulata in modo generico e nella forma seguente: « la Ditta concessionaria si obbliga di accettare le condizioni che verranno imposte dall'autorità militare nell'interesse della difesa nazionale ».

D. R. 17 febbraio 1930. Concessione Soc. An. Costruzioni elettriche. Derivazione dal torrente Hubel in Comune di Aidussina (Prov. di Gorizia). Parere Cons. Sup. LL. PP. 29 dicembre 1928, n. 3587. (*Boll. Uff. Min. LL. PP.* 1930 pag. 1372).

122 – *Concessioni idroelettriche precarie - Modalità e limitazioni specifiche.*

Può essere emesso decreto di concessione precaria (nella specie accordata in via di aumento di portata da mod. 40 di una precedente concessione a mod. 94) per utilizzazione idroelettrica colla motivazione seguente: « ritenuto che la concessione d'acqua richiesta può essere assentita in via precaria fino a quando non sarà effettuata una maggiore utilizzazione del corso d'acqua ». La relativa clausola del capitolato speciale è stata in tal caso così formulata: « L'aumento di HP .... è concesso in via precaria e cesserà di diritto senza bisogno di preavviso e senza la corresponsione di alcuna indennità quando la attuazione della maggiore utilizzazione del torrente .... renda impossibile il funzionamento della minore di cui al presente disciplinare ».

R. D. 3 aprile 1930. Concessione Soc. Elettr. Industrie di Fonzaso. Derivazione dal torrente Cismon, località Ponte di Arsiè (Prov. di Belluno). Parere Cons. Sup. LL. PP. 15 aprile 1928, n. 964. (*Boll. Uff. Min. LL. PP.* 1930, pag. 2693).

123 – *Concessione di derivazione d'acqua per uso potabile - Opposizione dei concessionari di derivazioni ad uso industriale, investite dalla nuova utilizzazione - Reiezione.*

Una domanda di concessione d'acqua ad uso potabile, a favore di Comuni che ne difettano, costituisce una necessità igienica e sociale che rende preminente detto uso su qualunque altro impiego dell'acqua e pertanto ogni opposizione del titolare di una concessione interessata, ma ad uso di utilizzazione industriale, non può formare ostacolo alla domandata concessione ad uso potabile. Tale pregiudiziale è poi fondata anche nel merito specifico, ove risulti che le precedenti concessioni sono state assentite in base a portate medie e massime notevolmente inferiori alla portata di morbida.

D. R. 1° maggio 1930. Consorzio Acquedotto Pescara. Parere Cons. Sup. LL. PP. n. 3478 del 29 novembre 1929. (*Boll. Uff. Min. LL. PP.* 1930, pag. 2714).

Atti ufficiali
dell'Unione Nazionale Fascista Industrie Elettriche

Un memoriale dell'UNFIEL al Ministero dei Lavori Pubblici

Milano, 19 Agosto 1930-VIII

Onorevole Ministero dei Lavori Pubblici

ROMA.

La progressiva deflessione manifestatasi da alcuni mesi or sono nell'incremento del consumo di energia elettrica, e la stasi anzi il regresso verificatosi in questi ultimi mesi, specialmente in Alta Italia; combinati con la pletora di energia in via di essere prodotta o già esistente in conseguenza dei nuovi impianti in costruzione o recentemente finiti, hanno indotto i principali raggruppamenti elettrici a revisionare i loro programmi di costruzione di nuovi impianti.

Tali programmi infatti erano stati predisposti quando l'incremento batteva un passo accelerato che sembrava dovesse durare. Il cambiamento intervenuto, mentre ha fatto sì che già gli impianti portati finora a compimento hanno saturato il mercato e determinato una crisi di sovrabbondanza, ha dimostrato d'altra parte le necessità di differire la costruzione di nuovi impianti per non acuire la crisi, cioè per non mettere in condizioni precarie i risultati dell'esercizio col rischio di dover ridurre i dividendi per fronteggiare gli interessi passivi.

Questa riduzione infatti non mancherebbe di scuotere la fiducia del risparmiatore nelle aziende produttrici e distributrici di energia elettrica, le quali rappresentano bensì per il pubblico la forma d'impiego forse più tranquilla, ma hanno d'altro canto bisogno più di ogni altro tipo di industria del denaro del risparmiatore.

È manifesto che se la sfiducia si insinuasse nel pubblico, le Società elettriche troverebbero gravemente ostacolato il già difficile problema di procurarsi denaro fresco per nuovi impianti non appena il presente transitorio stato di depressione sarà passato, come immancabilmente dovrà verificarsi, e si ripresenterà assillante il problema di fronteggiare le richieste del consumo.

I principali Gruppi elettrici pertanto, mentre non hanno arrestato i lavori degli impianti già iniziati, hanno ritenuto opportuno soprassedere per il momento all'imposizione di altri. E poichè essi, per non essere colti alla sprovvista, si erano assicurate nuove concessioni, si vedono nell'impossibilità per molte di esse di osservare i prescritti termini d'inizio e di compimento dei lavori.

Certamente lo Stato, rendendosi esatto conto della situazione attuale, non mancherà, come già in molti casi ha fatto, di accordare larghe proroghe per i termini stessi; ma tale provvedimento non sarebbe sufficiente da solo se non comportasse anche il dilazionamento del pagamento dei canoni.

Il pagamento di notevoli canoni a vuoto verrebbe infatti ad aggravare la situazione dell'industria elettrica proprio in un momento per essa poco felice, e potrebbe, per qualche impianto già al limite della convenienza economica, rappresentare una specie di spada di Brenno che fa definitivamente traboccare la bilancia ora in bilico dal lato della rinuncia.

Orbene, in generale la tendenza degli Uffici è stata fino ad oggi nel senso di mantenere immutata per il pagamento del canone la decorrenza stabilita nel decreto di concessione. Ora, se questo atteggiamento poteva ritenersi giustificato fin qui come pungolo pel concessionario ad accelerare la sua marcia, non lo sarebbe più nel momento attuale nè trova del resto giustificazione nella legge.

L'art. 27 della legge sulle derivazioni di acque pubbliche stabilisce infatti:

« Per le grandi derivazioni il pagamento del canone decorre « improrogabilmente dalla scadenza del termine assegnato per « l'ultimazione dei lavori ».

La lettera di tale dispositivo (e lo spirito non può mancare di suffragarla) stabilisce quindi che la decorrenza del canone si confonde col termine assegnato per l'ultimazione dei lavori e non può partire da un'epoca successiva, sia che i lavori siano stati ultimati nel termine prefisso, sia anche che i lavori siano stati ultimati più tardi per qualsiasi motivo.

Ma quando il termine prima stabilito venisse modificato dallo Stato, per giustificato motivo, il termine, che diremo legale, per distinguerlo dal termine reale, non può essere che quello successivamente stabilito dal Ministero e non quello che era stato fissato in un primo tempo.

Ora l'art. 41 della legge stabilisce:

« Il Ministro dei Lavori Pubblici.... può prorogare i termini « suddetti qualora riconoscesse un giustificato ritardo nella ese- « cuzione delle opere ».

Dunque se il Ministro ha la facoltà di prorogare il termine per l'ultimazione dei lavori, il termine prima stabilito cessa di esistere; il termine legale diventa quello del decreto di proroga e da essi e non dal primo deve decorrere il canone.

Ciò del resto trova la sua conferma nel disposto dell'art. 22 del Regolamento:

« Nel caso di proroga di qualche termine, si intende prorogato « di altrettanto la decorrenza di ciascuno dei termini successivi « in quanto risultano *connessi* con quello prorogato.

« I *nuovi termini* sono stabiliti con decreto del Ministero dei « Lavori Pubblici, sentito il Consiglio Superiore delle Acque ».

Ora la connessione fra la decorrenza del canone e l'ultimazione dei lavori è stabilita in modo esplicito e indubbio dall'articolo 27 della legge, e il termine cui la decorrenza del canone è riferita non può essere manifestamente quello vecchio, che più non esiste, ma il *nuovo* che solo ha valore.

Siamo certi che cotesto Onorevole Ministero, che conosce l'infaticabile attività della nostra industria nello sviluppo delle forze idrauliche del nostro Paese e che non ha mai mancato di sorreggerci nel nostro arduo compito, si renderà conto delle considerazioni da noi svolte e vorrà pertanto impartire le necessarie disposizioni perchè sia accordata la proroga della decorrenza del canone tutte le volte che dovesse riconoscere giustificata la proroga nel terminare i lavori di nuovi impianti.

Confidando nell'accoglimento della nostra istanza ci professiamo con ossequio.

Unione Nazionale Fascista Industrie Elettriche
Il Presidente

GIACINTO MOTTA

NOTE E RIASSUNTI

GLI IMPIANTI DELLA "OBERHASLI KRAFTWERKE" SUL CORSO SUPERIORE DELL'AAR

Generalità.

L'utilizzazione dell'alto bacino dell'Aar (Svizzera), caratterizzata sopratutto dalla creazione del grande serbatoio del Grimsel (avente una capacità di circa 100 milioni di metri cubi) ha già formato l'oggetto di una breve nota dell'ing. Bordini apparsa su *L'Energia Elettrica* del febbraio 1929.

In quella nota — specialmente dedicata alle installazioni di cantiere adottate per la costruzione delle dighe del Grimsel e del lago Gelmer — erano riportati anche i dati caratteristici relativi alle utilizzazioni allora previste sul corso superiore dell'Aar, dalle sorgenti sino ad Innertkirchen. Si trattava di tre derivazioni consecutive svolgentisi in destra della valle: l'impianto di testa, alimentato direttamente dai predetti serbatoi del Grimsel e del Gelmer — disposti in serie — prendeva il nome dalla rapida di Handeck; l'intermedio, con presa a valle del primo doveva utilizzare un salto di $\sim$ 415 m in corrispondenza della località di Boden e l'inferiore doveva fare capo ad una centrale posta ad Innertkirchen.

Il primo impianto è ormai entrato parzialmente in esercizio mentre le dighe del Grimsel stanno per essere ultimate; ma, frattanto, il progetto di utilizzazione della valle è stato notevolmente cambiato, in quanto ai due salti inferiori prima previsti, ne è stato sostituito uno solo, sopra Innertkirchen (v. fig. 1).

Nella tabellina seguente riassumiamo i principali dati caratteristici relativi ai due impianti di Handeck e di Innertkirchen, quali risultano dai progetti definitivi ormai in corso di attuazione ed in parte realizzati.

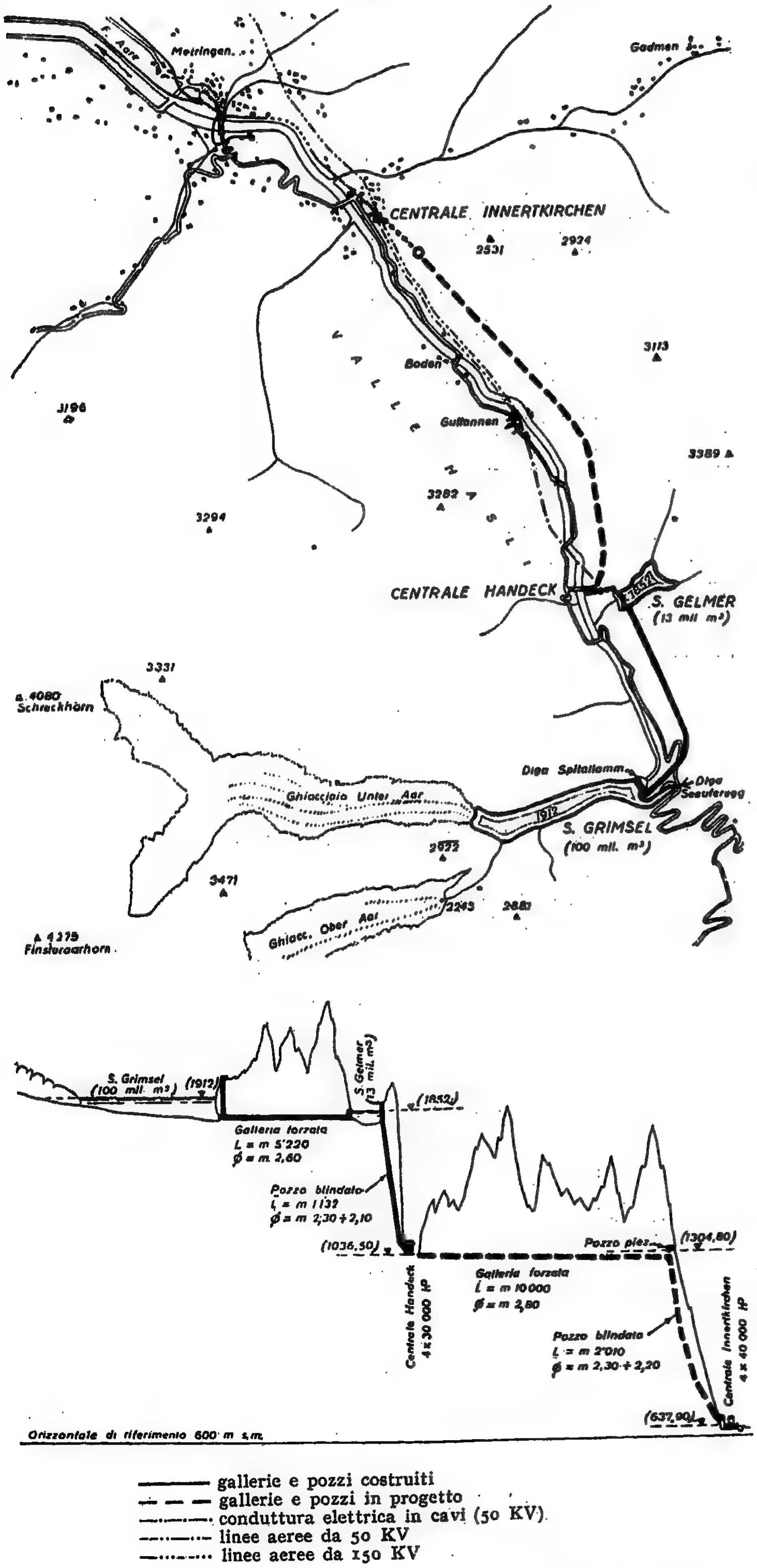


Fig. 1. - Corografia e profilo schematico degli impianti.

Dati		Impianto di Handeck	Impianto di Innertkirchen
Bacino imbrifero dominato . . km²		111,5	151,0
Deflusso annuo utilizzabile (dal 1918 al 1928)	medio m³	226.300.000	305.000.000
	minimo m³	210.000.000	273.900.000
Salto utile	massimo lordo m	545,50	666,90
	medio netto m	540,00	643,50
Energia annualmente producibile	continua kWh	231.000.000	311.000.000
	estiva kWh	—	72.000.000

Impianto di Handeck.

Serbatoi del Grimsel e del Gelmer.

Come si è già accennato, questo impianto utilizza direttamente le acque derivate dai serbatoi del Grimsel e del Gelmer aventi, rispettivamente, una capacità utile di 100 e di 13 milioni di m³. Per la creazione del primo è stata necessaria la costruzione di due dighe: quella maggiore della *Spitallamm* (del tipo misto a gravità e ad arco) e quella minore della *Seeuferegg* (del tipo a gravità) (v. fig. 1 e 2). Il serbatoio del Gelmer è stato ottenuto invece sopraelevando di 30 m il livello del laghetto glaciale omonimo, mediante uno sbarramento a gravità.

Le tre dighe adibite alla creazione dei serbatoi suddetti presentano le seguenti caratteristiche principali (1):

Dati	Diga Spitallamm	Diga Seeuferegg	Diga Gelmer
Massima altezza sulle fondazioni . . . . m	114	42	35
Rapporto fra altezza e base del profilo triangolare	1:0,6	1:0,715	1:0,76
Raggio di curvatura m	90	∞	∞
Lunghezza del coronamento . . . . m	258	352	370
Volume della diga m³	340.000	70.000	81.000

(1) Per maggiori particolari sulle dighe in oggetto rimandiamo alla precitata nota dell'ing. Bordini: "Cenno sulle installazioni per la costruzione delle dighe del Grimsel e del Gelmer" L'E. E, 1929 fasc. II°.

Tutti e tre questi sbarramenti sono stati previsti in muratura di *calcestruzzo plastico* (rapporto *cemento: acqua* $\geqq$ 1,3) con quantità diverse di blocchi annegati.

Per il calcestruzzo sono state adottate le seguenti dosature:

a) nelle masse murarie: 190 kg di cemento Portland ad alta resistenza per metro cubo di impasto;

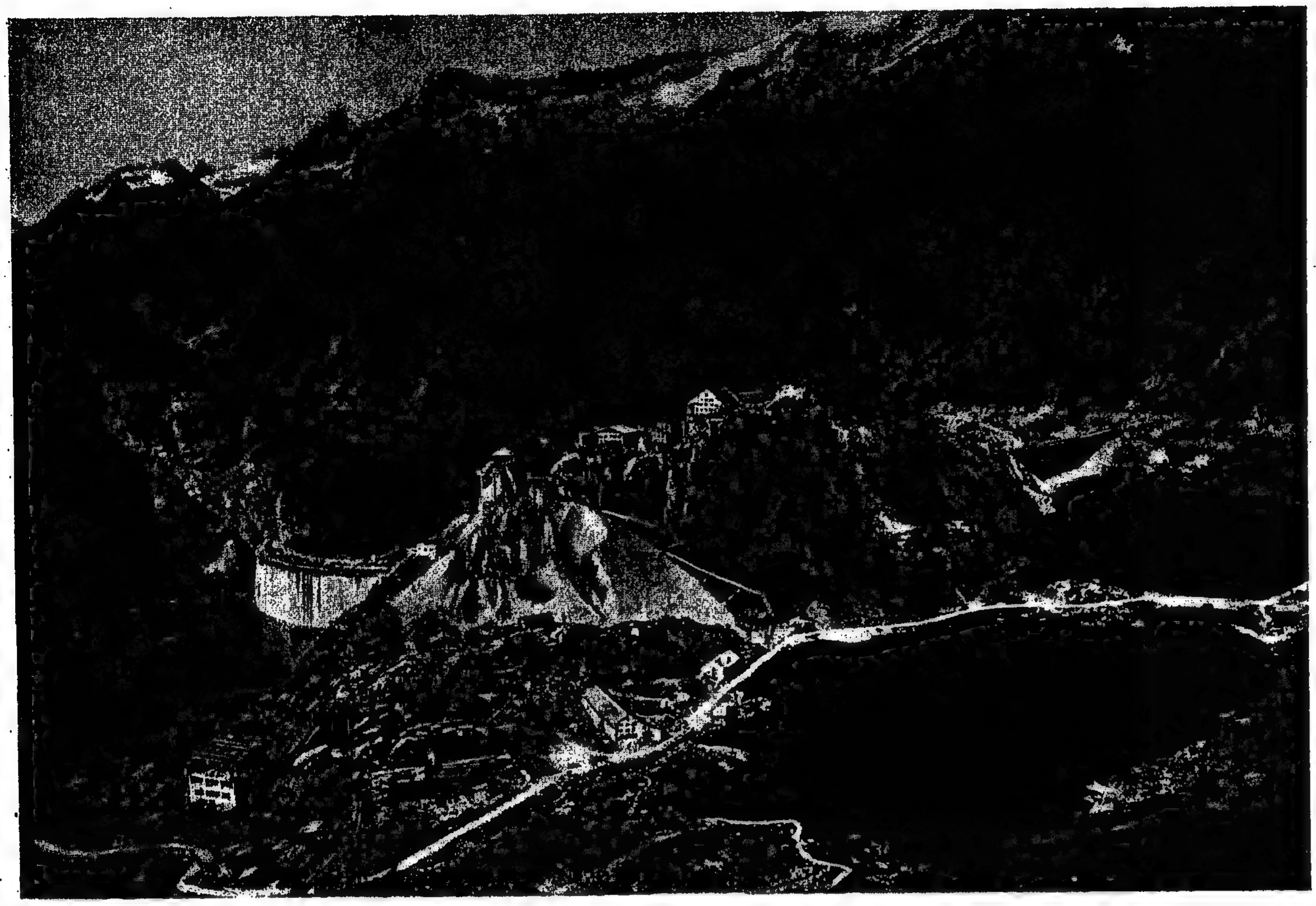


Fig. 2. - Veduta generale dei cantieri dei Grimsel.

(A *sinistra*, la diga Spitallamm sull'Aaar; in fondo a *destra*, la diga Seeuferegg; fra le due dighe, il promontorio del Nollen con le principali installazioni di cantiere e il nuovo Albergo del Grimsel; a *destra*, i due laghetti naturali del Grimsel).

b) nei paramenti a monte (per spessori variabili da 2 a 3.50 m): 300 kg di cemento Portland ad alta resistenza per metro cubo di impasto.

I paramenti a monte non saranno protetti da alcun rivestimento speciale; tutt'al più verranno spalmati con sostanze impermeabilizzanti.

Per i paramenti a valle è stato invece previsto un rivestimento di protezione in conci di granito. Il paramento a valle della diga della Spitallamm è stato inoltre sistemato a gradoni di 1 m di base per 2 m di altezza.

Un particolare costruttivo pure comune a tutti e tre gli sbarramenti citati e specialmente degno di nota è quello dei giunti di contrazione che vengono praticati, durante la costruzione, a distanza variabile da 25 a 30 m circa l'uno dall'altro e con larghezze tali da permetterne in seguito la chiusura mediante colate normali di calcestruzzo. Tale chiusura viene effettuata per stadi successivi, nei periodi di maggior freddo dopo che i blocchi separati dai giunti hanno subito la massima contrazione. Allo scopo di assicurare un buon collegamento fra il calcestruzzo di riempimento del giunto e quello del corpo della diga, vengono previsti dei fori per successive iniezioni di cemento sotto pressione. Il vantaggio principale del sistema adottato è quello di permettere un raffreddamento più rapido dei blocchi di calcestruzzo costituenti il corpo della diga.

Nelle figg. 2, 3, 4 sono riprodotte alcune vedute interessanti delle dighe ora accennate, durante la loro costruzione. Nella fig. 3 sono chiaramente visibili gli intervalli lasciati, durante la gettata del calcestruzzo, fra i successivi blocchi murari della diga della Spitallamm.

Lo scarico di fondo del serbatoio del Grimsel è costituito da una galleria indipendente dalla diga e scavata nel fianco sinistro della stretta « Spitallamm ». I relativi organi di chiusura sono installati in un'apposita camera di manovra pure ricavata nel granito ed accessibile da valle della diga principale, mediante un breve cunicolo inclinato. La galleria — non rivestita — ha una sezione policentrica con diametro massimo di 3.90 m; il dislivello totale fra l'imbocco e lo sbocco è di m 14 circa (su uno sviluppo di 360 m) e il primo tratto, di 40 m, presenta una pendenza del 20%.

Lo scaricatore di superficie dello stesso serbatoio è costituito da una batteria di sifoni autolivellatori disposti nella spalla sinistra della diga minore e capaci di smaltire una portata di 80 m³/sec. Nel serbatoio del Gelmer lo scarico profondo è stato praticato in corrispondenza della parte più depressa della gola sbarrata e attraversa il corpo della diga con un tubo di lamiera d'acciaio del diametro interno di m 1,1.

Lo scaricatore di superficie è costituito da due sfioratori della lunghezza di 25 m ciascuno e disposti sulle due spalle della diga, con il ciglio sfiorante ad una quota inferiore di 0,50 m a quella di massimo invaso eccezionale e superiore di altrettanto a quella del livello normale del serbatoio.

Galleria di derivazione.

Dal serbatoio del Grimsel l'acqua viene derivata mediante una galleria forzata a sezione circolare interamente scavata nel granito ed avente una lunghezza di 5220 m.

Poichè il serbatoio del Gelmer può sopperire da solo alla regolazione diurna delle portate richieste dalla centrale di Handeck la galleria di derivazione è stata commisurata alla più elevata

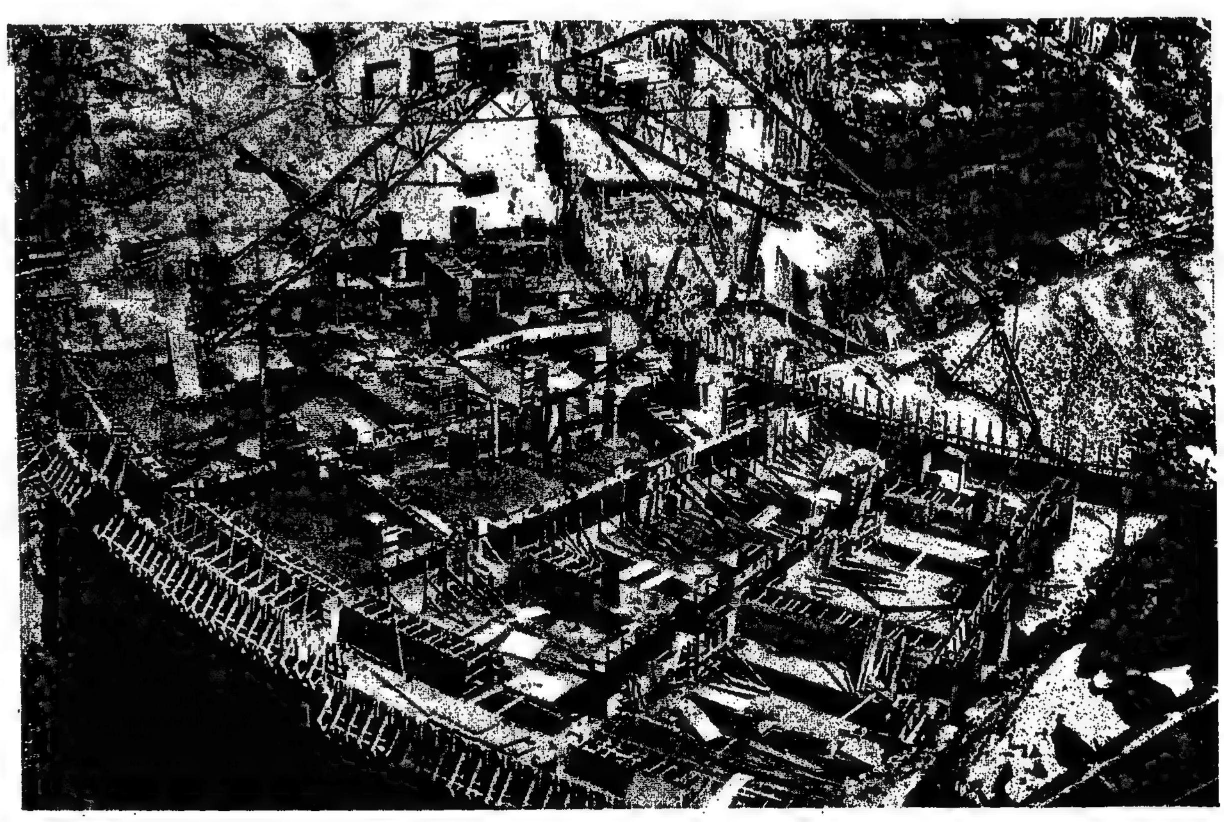


Fig. 3. - La diga Spitallamm in costruzione.

delle portate *medie giornaliere* derivabili dal serbatoio del Grimsel.

Nelle condizioni più frequenti di erogazione, però, il dislivello esistente fra i due serbatoi è esuberante agli effetti della compensazione delle perdite di carico continue lungo la condotta, e perciò il carico residuo viene in buona parte dissipato attraverso le valvole di regolazione della portata e attraverso appositi schermi forati inseriti nelle tubazioni di presa, immediatamente a valle delle valvole stesse; una parte del carico eccedente può essere utilizzata invece in una piccola turbina installata nella camera di manovra dell'opera di presa e destinata a produrre l'energia elettrica occorrente per i servizi ausiliari locali. Allo scopo di assicurare il funzionamento di questa turbina anche nel caso che il serbatoio del Grimsel sia svasato, oppure sia chiusa la galleria di derivazione, la sua alimentazione viene fatta mediante una condotta a parte che fa capo agli attuali laghetti del Grimsel (v. fig. 2) a quota 1867.40 circa. Questi laghetti (che a serbatoio invasato sino a quote maggiori della predetta vengono completamente sommersi) costituiscono una riserva indipendente e assai utile per i servizi ausiliari locali, quando la quota dell'invaso è inferiore a quella del loro livello normale.

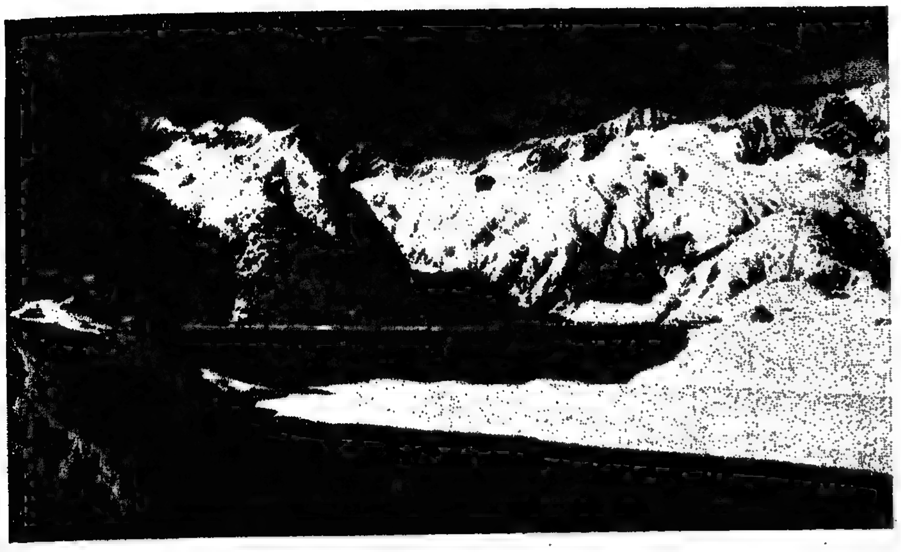


Fig. 4. - La diga del Gelmer quasi ultimata, vista da monte.

Il tratto iniziale della galleria di derivazione compreso fra l'imbocco e la camera di manovra presenta una cadente, nel senso del moto dell'acqua, dell'1,2%. Il tratto successivo, sino al lago Gelmer, ha invece una pendenza in senso contrario, dell'1 ‰, in modo che tutta la galleria può essere svuotata attraverso uno scaricatore allogato nella stessa camera di manovra. Per rendere possibile, in caso di bisogno, questo svuotamento senza pregiudizio alcuno all'utilizzazione del lago Gelmer, la galleria è stata provvista di una paratoia di chiusura anche in corrispondenza del suo sbocco a valle.

La sezione normale adottata presenta un diametro di m 2,60 ed è rivestita di calcestruzzo soltanto sul fondo. In qualche tratto però la galleria è stata completamente rivestita con uno strato di calcestruzzo dello spessore medio di 20 cm ed un intonaco retinato di gunite dello spessore di 8 cm.

L'imbocco della galleria di presa è protetto da una griglia grossa ed è posto a 10 m sopra l'alveo primitivo dell'Aar; circa duecento metri più a valle si trova la camera di manovra, ricavata nel massiccio granitico del Grimsel-Nollen il quale separa la stretta della Spitallamm da quella della Seeuferegg. In questa camera — accessibile mediante un breve cunicolo orizzontale dalla vecchia strada del Grimsel a valle della diga Spitallamm nonchè da un pozzo verticale di ventilazione che fa capo alla casa del guardiano, sulla sommità del Nollen — sono installate le opere di chiusura, di regolazione e di scarico della galleria di derivazione.

La regolazione della portata vien fatta automaticamente in relazione alle variazioni di livello del serbatoio del Gelmer. Le valvole di chiusura e di regolazione sono però manovrabili anche a mano.

Condotta forzata.

La condotta che collega il serbatoio del Gelmer alla Centrale di Handeck è interamente scavata nella roccia e si compone di tre tronchi successivi di galleria aventi sezioni e pendenze diverse.

Il primo tronco è lungo circa 158 m e presenta una pendenza del 4 ‰; dall'imbocco al pozzo di manovra delle saracinesche di chiusura ha una sezione policentrica (rivestita) con diametro massimo di m. 2,70; dal pozzo predetto alla camera delle valvole automatiche di sicurezza è invece a sezione circolare rivestita e armata, con un diametro interno pure di m 2,70.

Questo tratto di galleria è collegato al successivo, attraverso la camera delle valvole, mediante una tubazione metallica del diametro interno di m 2,3. Il secondo tronco di galleria — o pozzo blindato — è pure a sezione circolare; è completamente rivestito con tubi di lamiera d'acciaio del diametro interno di 2,3 m ed ha una pendenza del 72%. La sezione di scavo ha un'ampiezza media di m 2,70 e il rivestimento di calcestruzzo ha uno spessore di circa 0,20 m. Lo spessore minimo della roccia sovrastante alla galleria è di circa 60 m.

Il terzo tronco di condotta ha una pendenza dell'8 % un diametro interno di m 2,10 e un diametro medio di scavo di m 2,50.

Lo spessore dei tubi, per riguardo alle pressioni dall'interno verso l'esterno è stato calcolato tenendo conto anche dello spessore minimo della roccia sovrastante.

Nell'ultimo tratto della galleria, in prossimità dello sbocco, lo spessore dei tubi è stato però scelto in modo che questi possano sopportare da soli la massima pressione idrostatica. La lunghezza dei singoli tubi messi in opera e di 11,2 m. La lunghezza totale del pozzo blindato, dal termine del primo tratto di galleria sino allo sbocco, misura ∼ 1132 m.

La galleria è stata scavata dal basso verso l'alto partendo da quattro punti d'attacco: uno corrispondente allo sbocco e gli altri tre corrispondenti a tre finestre intermedie, la più elevata delle quali serve tuttora da cunicolo di accesso alla camera delle valvole automatiche. Il pozzo intermedio è stato prolungato sino a perforare la roccia sovrastante alla camera anzidetta, in modo da facilitare la messa in opera delle valvole e dei tubi destinati alla parte superiore della condotta.

Caratteristica particolare del pozzo blindato ora descritto è l'assenza di qualsiasi drenaggio.

Centrale di Handeck.

La Centrale di Handeck (vedi fig. 5) sorge in prossimità della cascata omonima, a ridosso di un contrafforte roccioso che si

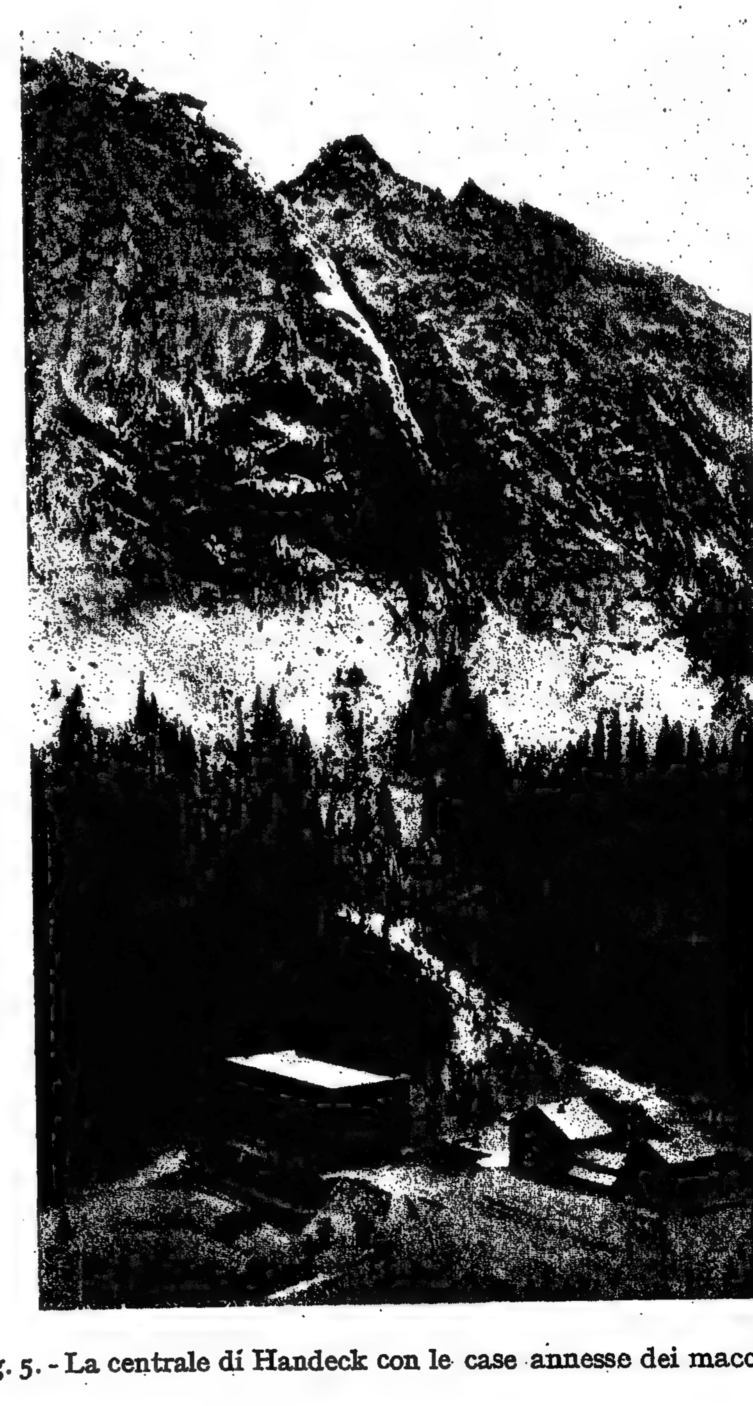


Fig. 5. - La centrale di Handeck con le case annesse dei macchinisti.

stacca dal basso versante dell'Aar e s'insinua nella valle costringendo il torrente a descrivere in quel punto un'ampia curva ad esso circoscritta.

A monte di questo sperone roccioso l'Aar viene deviata in una galleria — della sezione di 22 m² circa — che attraversa lo sperone stesso sottendendo l'ansa sopra accennata e sbocca, a valle della centrale, in un ampio canale in trincea a sezione

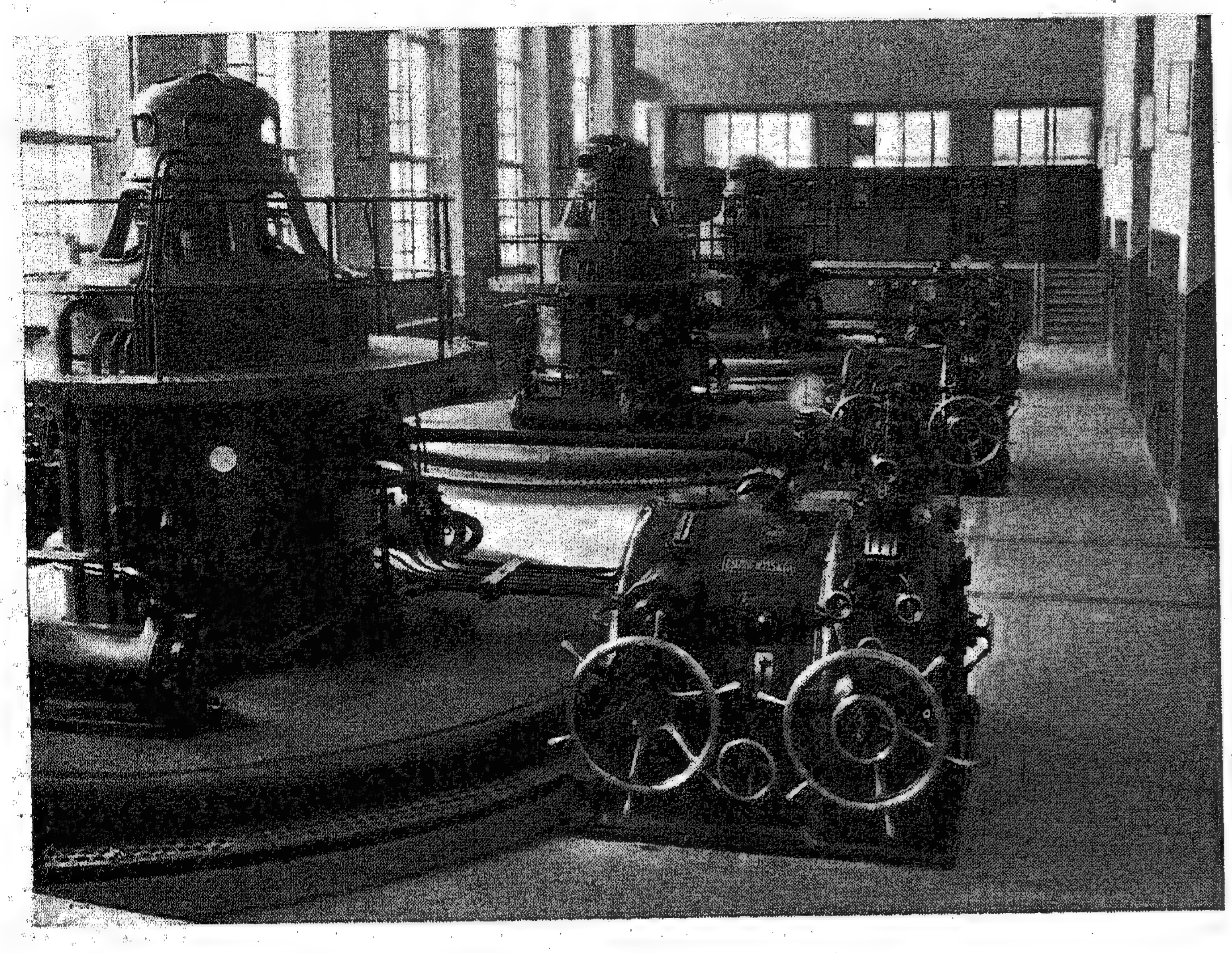


Fig. 6. - La sala macchine della centrale di Handeck.

trapezia il quale raggiunge nuovamente l'alveo primitivo del torrente. In questo canale viene attualmente immessa anche l'acqua di scarico delle turbine. Tale deviazione è stata eseguita oltre che per facilitare la costruzione della centrale e delle opere annesse — ponendo all'asciutto il letto del torrente nel tratto interessato dai lavori — anche, e sopratutto, per realizzare le condizioni più favorevoli alla creazione di un bacino di compensazione previsto a valle della centrale di Handeck. La centrale e l'annessa casa d'abitazione dei macchinisti sono collegate alla strada del Grimsel mediante un breve tronco stradale che attraversa l'alveo abbandonato dell'Aar mediante una specie di diga a secco, alla base della quale è stata lasciata una apertura a volta dell'ampiezza di circa 4 m.

L'edificio della centrale, fondato interamente sulla roccia, occupa un'area di (56,3 × 22,8) m². Le sue fondazioni, come quelle delle macchine, sono costituite da robuste strutture in cemento armato, mentre il corpo esterno dell'edificio è costituito da una forte intelaiatura metallica completata mediante pareti di calcestruzzo rivestite esternamente con conci di granito e intonacate all'interno.

Nel sotterraneo della centrale sono installati il tubo ripartitore, con relative diramazioni ed organi accessori, e le turbine principali ed ausiliarie. Diversi vani sono invece adibiti al deposito dell'olio e a varii servizi interni. Il ripartitore è disposto con l'asse a quota 1304, lungo la parete a monte dell'edificio, e si innesta al pozzo blindato in corrispondenza dell'angolo della centrale che più si addentra nel fianco della montagna.

Dal ripartitore si diramano obliquamente, verso valle, quattro tubazioni principali — munite ciascuna di una saracinesca, di una valvola sferica e di un venturimetro — le quali, biforcandosi a loro volta, fanno capo agli ugelli di altrettante ruote Pelton ad asse verticale, da 30.000 HP ciascuna; oltre a quelle si diparte pure una tubazione secondaria che fa capo invece a due turbine minori, da 450 HP, adibite ai servizi ausiliari.

Il locale occupato da tutte queste installazioni è separato dalla parte rimanente dell'edificio mediante pareti e solette di calcestruzzo fortemente armate.

Le turbine principali presentano le seguenti caratteristiche: potenza: 30.000 HP; massima portata erogabile: 4680 l/sec; giri: 500 al minuto primo; diametro primitivo della girante (munita di 20 palette): 1750 mm; 2 getti del diametro massimo di 175 mm.

Gli assi degli ugelli si trovano a quota 1306,50.

Le turbine sono allogate in fosse separate, sviluppate nel senso trasversale dell'edificio e sboccanti a valle nel canale di scarico. Le pareti di separazione delle diverse fosse fanno da sostegno al piano d'appoggio delle macchine.

Il canale di scarico, svolgentesi a valle dell'edificio della centrale, nel senso della sua maggiore lunghezza, fa capo da un lato, alla galleria di deviazione dell'Aar dianzi descritta; dall'altro lato sarà posto in comunicazione diretta con la galleria di derivazione del II° salto. Al duplice scopo di evitare dannosi rigurgiti e di permettere in qualsiasi momento il controllo della portata globale delle macchine funzionanti — indipendentemente dai precitati venturimetri — è stato costruito, accanto al canale di scarico vero e proprio (che può venire chiuso sui due lati estremi) un secondo canale, cosidetto di alleggerimento, il quale è separato dal primo mediante una sottile parete in cemento armato col ciglio sfiorante a quota 1304,80 e sbocca pure nella condotta di deviazione dell'Aar. Entrambi questi canali sono completamente coperti mediante una soletta di cemento armato, con nervature.

Superiormente alle fosse delle turbine sono allogati i rispettivi alternatori le cui celle sono divise in tre parti mediante due diaframmi orizzontali di cemento armato. Il vano centrale di ciascuna cella, fungendo da canale di scarico dell'aria calda, comunica con una canna verticale ricavata nel muro mediano longitudinale della centrale e sboccante in apposita camera sovrastante al plafone della sala macchine.

Gli altri due vani, fra loro comunicanti, sono invece aperti verso valle dove comunicano con un lungo corridoio coperto, che serve da canale di presa dell'aria fresca.

Le celle degli alternatori sono chiuse superiormente da una robusta soletta che costituisce il pavimento della sala macchine. In questa (vedi fig. 6) sporgono, dalle sottostanti celle, le incastellature degli alternatori, che racchiudono le eccitatrici e i sopporti d'estremità degli assi.

Accanto a queste incastellature trovano posto anche i regolatori delle turbine i quali sono del tipo idrodinamico ad olio in pressione e possono agire contemporaneamente sul deviatore del getto e sugli otturatori a spina delle rispettive turbine, mediante due servomotori indipendenti.

Gli alternatori trifasi installati nella centrale di Handeck presentano le seguenti caratteristiche principali:

Potenza = 28.000 kVA, 22.000 kW.
Tensione = 11.000 V.
Frequenza = 50 ≃.
Intensità di corrente = 1470 A.
Numero poli = 12.
Diametro dello statore = 2750 mm.
Lunghezza dell'armatura dello statore = 1640 mm.
Intraferro = 42 mm.
Peso delle masse rotanti (compresa la ruota Pelton calettata sullo stesso albero dell'alternatore) = 70 T.
Lunghezza dell'albero = 11 m.
GD^2 = 220.000 kgm².

Lungo la parete mediana della centrale, che separa la sala macchine dai locali dei trasformatori, sono disposti, in corrispondenza di ogni gruppo, i pannelli con i dispositivi di controllo e di comando degli organi idraulici; gli apparecchi relativi alla parte elettrica dell'impianto fanno parte del quadro principale di comando posto in fondo alla sala macchine, dal lato minore verso monte (v. fig. 6). Le macchine della centrale sono però comandabili anche a distanza dalla sottostazione di Innertkirchen.

I locali adiacenti alla sala macchine e sovrastanti al sotterraneo in cui è installato il tubo ripartitore sono adibiti ai trasformatori e alle relative apparecchiature a bassa e ad alta tensione, nonchè all'officina di riparazione e ad altri servizi diversi.

Ogni alternatore è accoppiato, attraverso un sistema di sbarre sezionabili a bassa tensione e senza interposizione di interruttori, ad un trasformatore trifase da 28.000 kVA, 11/50 kV. I morsetti ad alta tensione di ciascun trasformatore sono a loro volta collegati ad una terna di cavi monofasi ad alta tensione che, lungo una galleria di 5 km, appositamente costruita, fanno capo alla cabina di smistamento di Guttannen.

L'equipaggiamento elettrico della centrale di Handeck è completato da due gruppi generatori ausiliari (già prima accennati) e da un gruppo convertitore con le relative apparecchiature.

Tale installazione è adibita, oltre che al servizio della centrale e delle case annesse, anche alla alimentazione delle linee di servizio e di distribuzione della zona Grimsel-Gelmer-Guttannen. Il gruppo convertitore serve alla carica degli accumulatori di riserva della centrale e di quelli dei locomotori elettrici che, durante l'inverno, disimpegnano il servizio di trasporto dei viveri, dei materiali e delle persone tra la centrale di Handeck e la località di Guttannen, attraverso la galleria dianzi accennata nella quale sono collocati i cavi di trasporto dell'energia.

Linee di trasporto dell'energia e sottostazione all'aperto di Innertkirchen.

Date le caratteristiche della regione interessata, soggetta per buona parte dell'anno a nevicate abbondantissime, sarebbe stato praticamente impossibile realizzare un collegamento sicuro della centrale di Handeck con la sottostazione di Innertkirchen e con la rete ad essa allacciata, affidando il trasporto dell'energia, per l'intero percorso, ad una o più linee aeree.

L'accesso alla centrale stessa, nella stagione invernale, sarebbe stato pure assai difficile, per non dire impossibile, dato che da un certo punto in poi la strada ordinaria non è generalmente praticabile dal mese di dicembre sino a marzo.

Precisamente per ovviare a tali inconvenienti la « Oberhasli Kraftwerke » è venuta nella determinazione di costruire la predetta galleria di comunicazione, che può essere celermente percorsa mediante appositi treni, trascinati da locomotori elettrici ad accumulatori.

La sezione normale della galleria ha una larghezza alla base di m 2,2 e un'altezza di m 2,15. La pendenza media del fondo è del 5 %; la massima pendenza dell'8,8%.

Sul fondo della galleria, in appositi canali riempiti di sabbia, trovano posto quattro terne di cavi monofasi aventi ciascuno una sezione di rame di 180 mm².

Nella stessa galleria sono allogati, lungo una parete, a m 1,70 dal pavimento, i cavi telefonici ed i cavi piloti di comando che collegano la centrale a Guttannen.

A sud di questa località, la galleria fa capo ad una cabina di smistamento nella quale i cavi provenienti dalla centrale si collegano, attraverso un duplice sistema di sbarre, a due linee aeree, che raggiungono la sottostazione principale di Innertkirchen, dopo un percorso di 7 km circa.

Le due linee hanno tracciati paralleli fra loro e corrono ad una distanza di 30 m circa l'una dall'altra. Ognuna di esse è prevista per due terne di treccie di rame da 172 mm² ciascuna ed è munita di un filo di guardia (in ferro zincato) da 60 mm².

Le campate massime sono di 625 m. I tralicci di sostegno, che raggiungono in qualche caso i 40 m d'altezza, sono generalmente fondati su speroni rocciosi, al sicuro da frane e valanghe.

Ad Innertkirchen, come si è già detto, esse fanno capo alla sottostazione di trasformazione e di smistamento principale.

Questa, che rappresenta uno degli esempi più tipici ed interessanti di sottostazioni all'aperto a grande sviluppo planimetrico con strutture portanti leggere (vedi fig. 7, 8, 9), comprende: tre sistemi di sbarre di smistamento (uno a bassa tensione, uno ad alta tensione ed uno ausiliario); quattro trasformatori trifasi con raffreddamento esterno ad acqua, da 26.000 kVA ciascuno, 50/150 kV; quattro gruppi di trasformatori di misura; quattro interruttori in olio da 150 kV e 1.250.000 kVA di capacità di rottura; una campata ausiliaria con una batteria di trasformatori di misura ed un interruttore in olio da 150 kV.

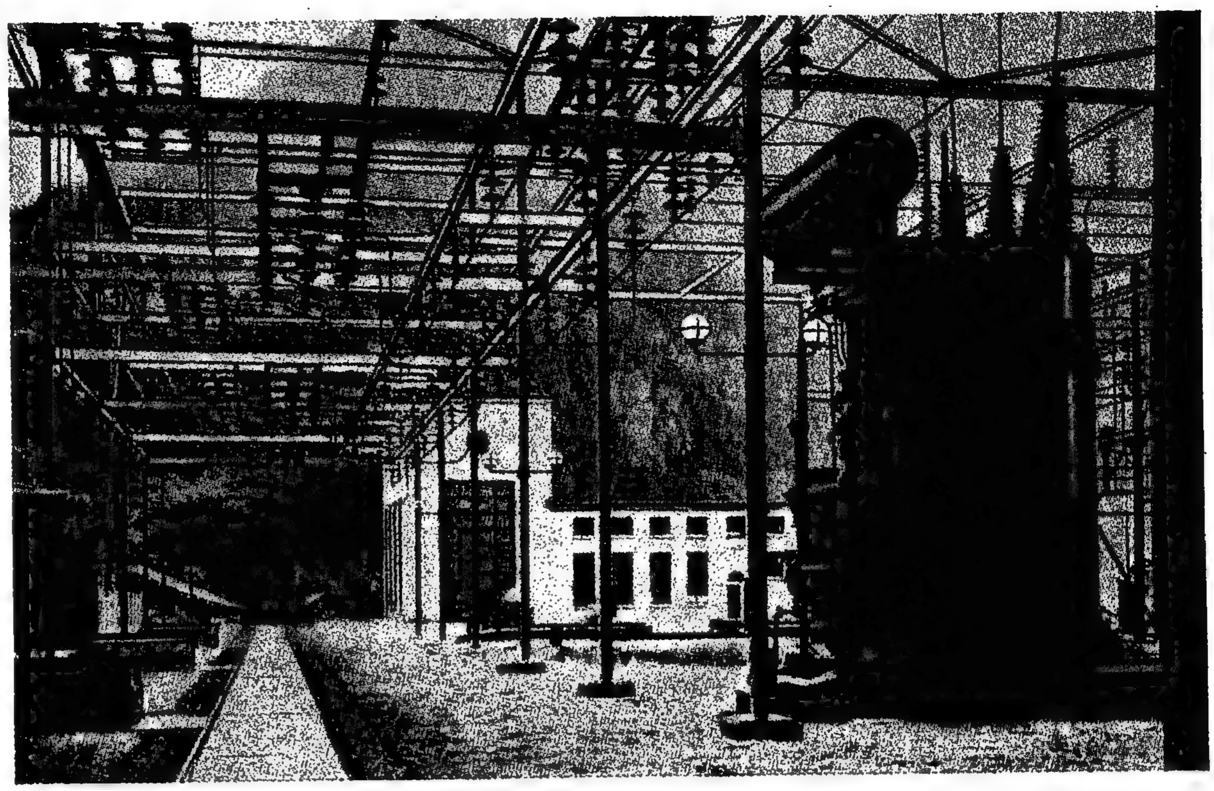


Fig. 8. - Particolare della sottostazione di Innertkirchen.

Le terne partenti a 150 kV sono attualmente due. Alla sottostazione vera e propria è annesso un edificio di servizio comprendente una sala di montaggio con grue da 120 T e un locale di comando nel quale sono riuniti gli strumenti di misura e tutti i dispositivi di controllo e di comando a distanza relativi alle apparecchiature esterne della sottostazione e alle macchine della centrale di Handeck.

La sottostazione di Innertkirchen è stata prevista in modo da poter venire facilmente ampliata.

IMPIANTO DI INNERTKIRCHEN (*Progetto*).

Nel progetto del II salto sono previste le seguenti opere:

1° Un serbatoio di compensazione della capacità di 200.000 m³ immediatamente a valle della centrale di Handeck.

2° Una galleria forzata della lunghezza di circa 10 km, con sezione circolare del diametro di m. 2,80.

Questa galleria avrà inizio in corrispondenza dell'estremità verso monte del canale di scarico della centrale di Handeck e potrà venire alimentata direttamente da questo stesso canale, comunicante a volontà col serbatoio, oppure a mezzo di una galleria di presa indipendente dalla centrale e facente pure capo al bacino di compensazione.

3° Un pozzo blindato della lunghezza totale di circa 2010 m e diviso in tre tronchi con pendenze rispettive del 75, 15 e 10% e sezioni circolari del diametro interno di 2,80, 2,30 e 2,20 m.

4° Una centrale equipaggiata con quattro turbine Pelton ad asse verticale da 40.000 HP; quattro alternatori trifasi da 36.000 kVA ciascuno.

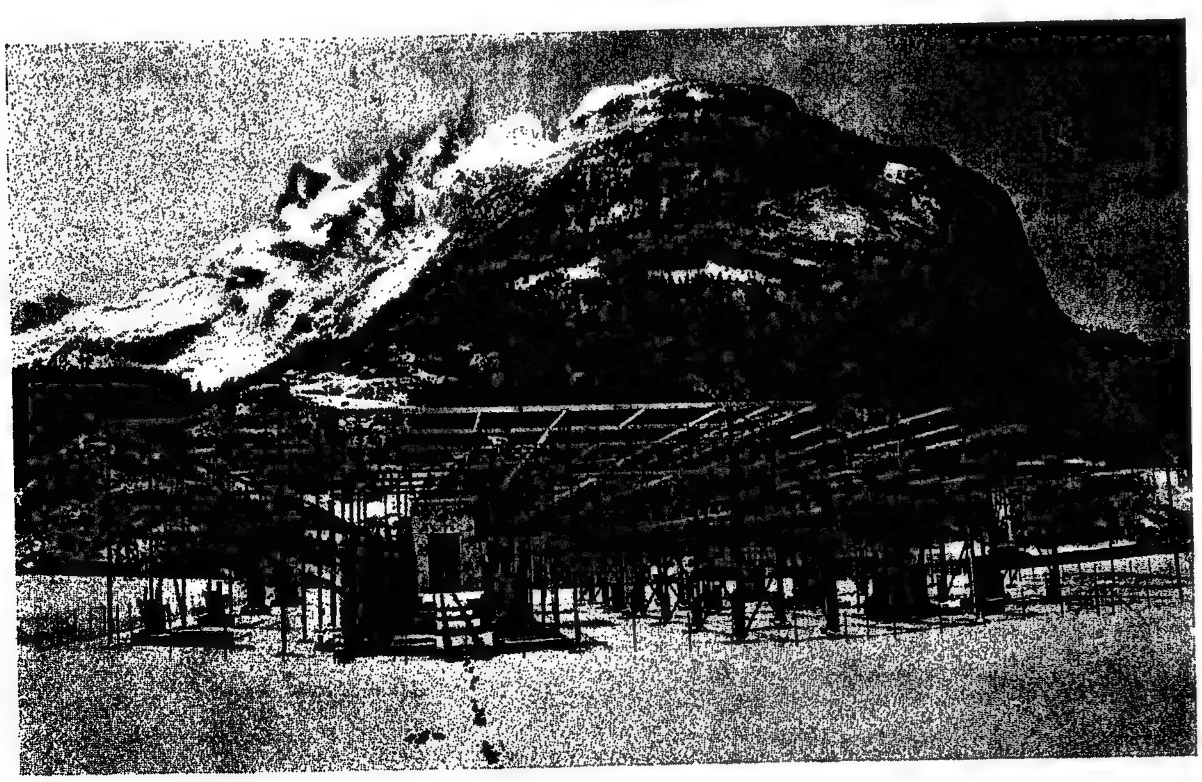


Fig. 7. - Veduta d'insieme della sottostazione all'aperto di Innertkirchen.

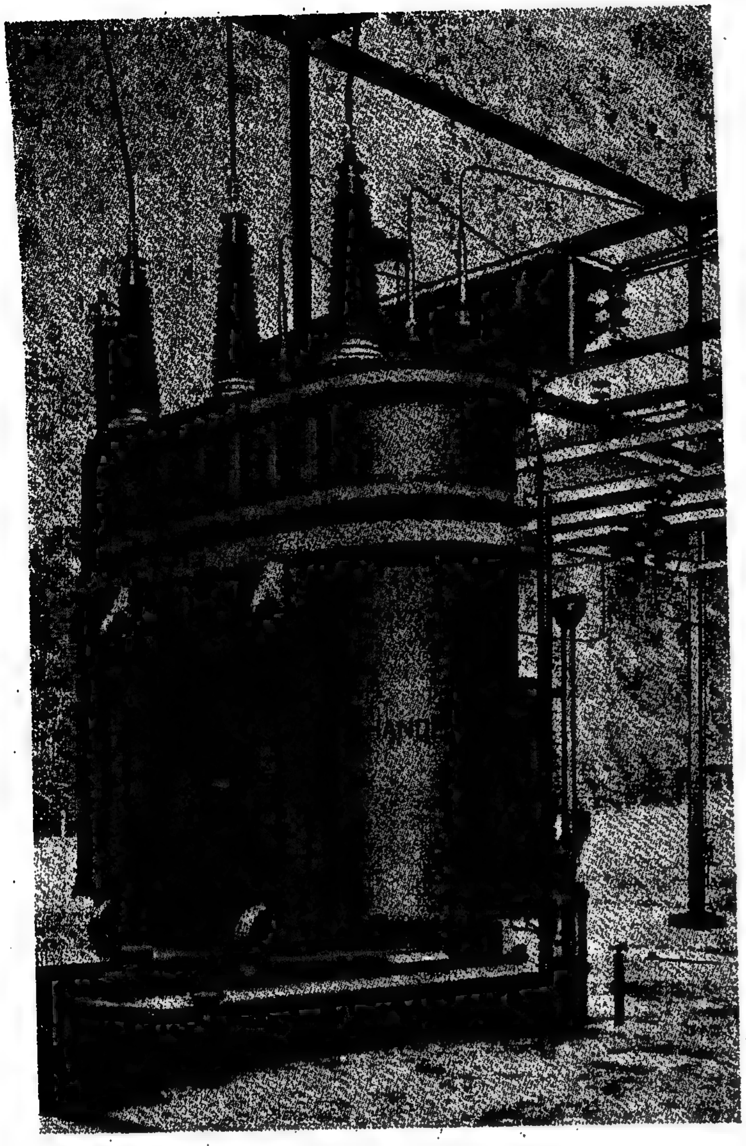


Fig. 9. - Trasformatore da 26.000 kVA 50/150 kV installato nella sottostazione di Innertkirchen.

L'energia prodotta verrà trasformata a 150 kV nella sottostazione all'aperto dianzi descritta.

L'acqua utilizzata nella centrale di Innertkirchen verrà restituita all'Aar mediante un canale di scarico della lunghezza di circa 610 m.

STATO ATTUALE DEI LAVORI.

I lavori dell'impianto di Handeck volgono ormai rapidamente verso la fine.

Alla metà di settembre la centrale omonima aveva già prodotto 61 milioni di kWh; altri 5 ne ha prodotto sino alla metà di ottobre; e nella prossima stagione invernale i serbatoi potranno fornire, con l'acqua in essi già accumulata, oltre 90 milioni di kWh.

Le dighe del Grimsel, alla fine della presente stagione lavorativa, saranno pressochè ultimate e l'invaso del serbatoio sarà spinto sino a quota 1895 circa, ossia a 17 m soltanto dal massimo livello.

Il vecchio albergo del Grimsel, e i due laghetti omonimi sono già stati sommersi sin dal mese di agosto.

Il serbatoio del Gelmer era già completamente invasato nel mese di giugno.

Nella centrale di Handeck sta per essere installato anche il quarto gruppo da 30.000 HP. L'impianto potrà funzionare in piena efficienza a partire dalla prossima estate.

È probabile che i lavori del II impianto abbiano inizio nel 1932.

A. T.

N.B. - I principali dati e le fotografie riportati in questa nota sono stati gentilmente forniti all'A. dall'ingegnere capo A. Kaech, Direttore della « Oberhasli Kraftwerke A. G.» e progettista degli impianti qui descritti.

RASSEGNA TECNICA

a) CONCI ARTIFICIALI PER IL RIVESTIMENTO DEI PARAMENTI DELLE DIGHE IN CALCESTRUZZO

Der Bauingenieur 1930, n. 10. – DOTT. EHNERT.

I conci speciali in cemento armato illustrati dalle figure allegate (1, 2, 3) erano stati ideati e proposti dall'impresa Butzer di Dortmund, in occasione della costruzione del bacino di accumulazione dell'impianto di Herdecke, al duplice scopo di evitare,

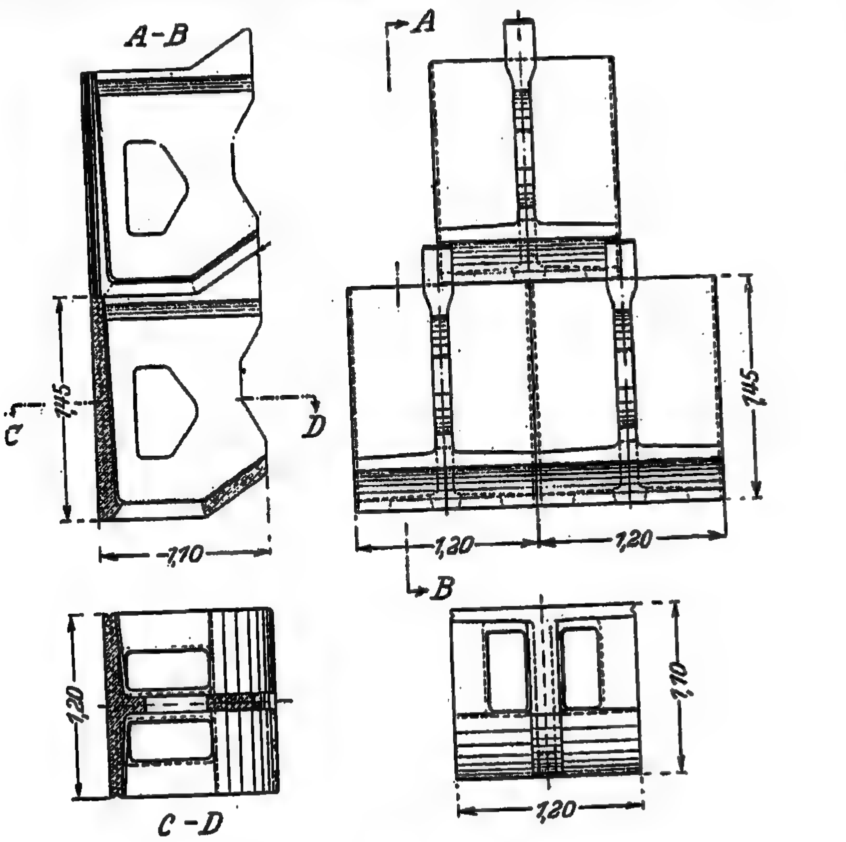


Fig. 1.

per la gettata del muro di ritenuta (v. fig. 3) l'impiego degli ordinari casseri di legname e di realizzare al tempo stesso un efficace rivestimento di protezione dei paramenti.

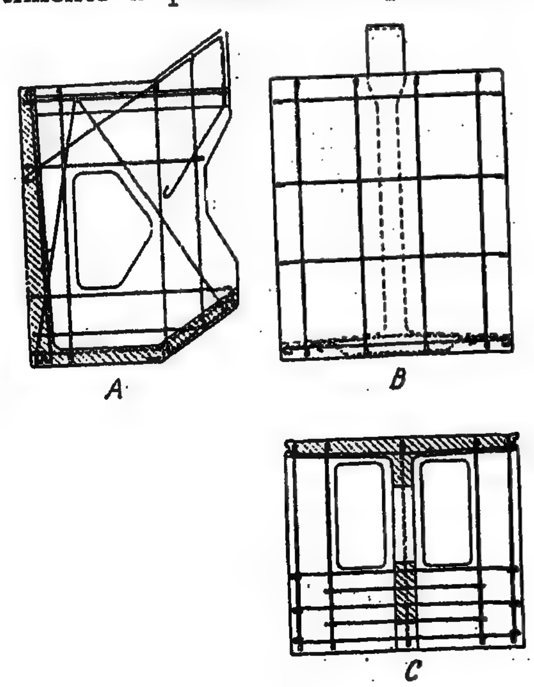


Fig. 2.

L'iniziativa venne però abbandonata a causa di contingenti difficoltà organizzative di cantiere, sebbene la soluzione proposta dall'impresa suddetta non fosse priva di vantaggi.

La forma dei conci era stata determinata in base a criteri pratici tenendo conto specialmente delle seguenti necessità:

1° che i conci, opportunamente sovrapposti gli uni agli altri, potessero formare, entro certi limiti di altezza, delle pareti inclinate sufficientemente stabili per sè stesse, sia prima che durante la colata del calcestruzzo;

2° che le nervature di rinforzo fossero così foggiate da consentire un sicuro immorsamento dei conci nella massa del calcestruzzo, evitando peraltro la formazione di vuoti in prossimità dei paramenti o qualsiasi altro inconveniente nella distribuzione del calcestruzzo stesso. Per soddisfare a tale condizione avrebbero dovuto bastare i vani praticati nelle nervature stesse.

Le solette frontali dei conci erano previste con due scanalature laterali che avrebbero permesso di cementare fra loro i conci appartenenti a una stessa fila; non era previsto invece alcun collegamento fra le file successive.

Le fig. 1 e 2 mostrano chiaramente i particolari costruttivi e le dimensioni dei conci in oggetto. La fig. 3 mostra come essi

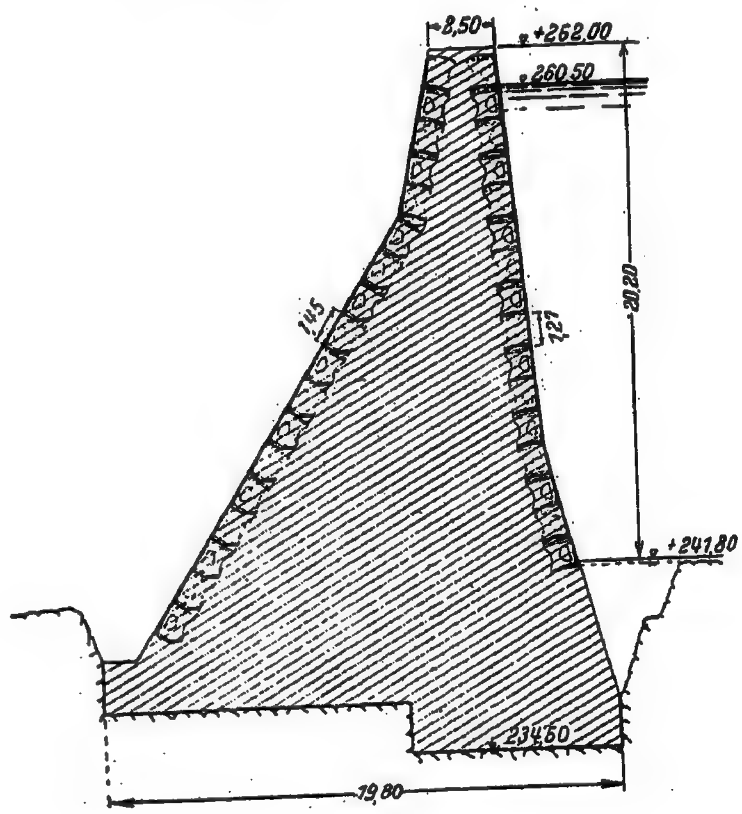


Fig. 3.

potrebbero essere praticamente impiegati nella costruzione di una diga.

Naturalmente, tali conci potrebbro essere fabbricati molto vantaggiosamente sui cantieri stessi mediante piccoli impianti appositi che funzionerebbero indipendentemente da quelli adibiti alla preparazione del calcestruzzo per la diga ed anche con qualsiasi tempo.

A. T.

LA DIGA A SCOGLIERA DEL MOLEKUMNE RIVER (CALIFORNIA) (b

Engineering News Record, 16 gennaio 1930 e *Le Génie Civil*, 27 settembre 1930. – M. STECLE.

Si tratta di una diga in scogliera di pietrame dell'altezza netta di m 91,45 e di m 100 dal piano di fondazione, di larghezza massima alla base di m 275 e di m 396 di lunghezza al coronamento. Il volume complessivo dello sbarramento è di m³ 2.300.000 ed è completamente costituito da blocchi di granito

forniti da una cava aperta in prossimità del manufatto. Esso serve a creare un invaso di 160.000.000 di m³.

Il corpo della diga (ossia il 33% dell'intera opera) è formato da blocchi non squadrati del volume massimo di 8 m³) gettati alla rinfusa e ben lavati dopo la loro sistemazione. Il paramento a valle ha una pendenza media di 1.4 su 1 ed è interrotto da riseghe, invece quello a monte ha una pendenza media di 1,3

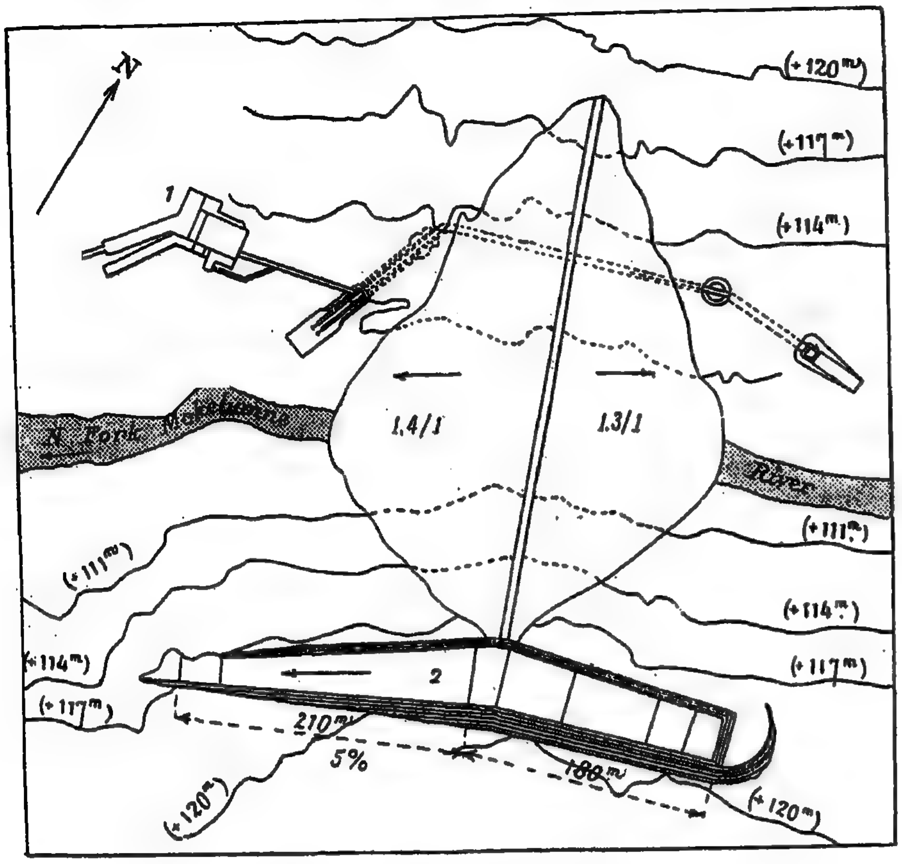


Fig. 1. - Planimetria della Diga.

1. Centrale idroelettrica. 2. Sfioratore.

u 1 ed è rivestito da uno strato dello spessore di m. 4,50 di muratura a secco, costituita da blocchi messi in posto a mezzo di gru e aggiustati. Questo strato serve da supporto al paramento stagno coll'interposizione di una ossatura di cemento armato che costituisce una rete a maglie quadrate di m 18,30 di lato, i cui elementi orizzontali sono a sezione triangolare e hanno una parete verticale di m 0,61 ed una ipotenusa (sul paramento della diga) di m 1,52. Invece gli elementi costituenti

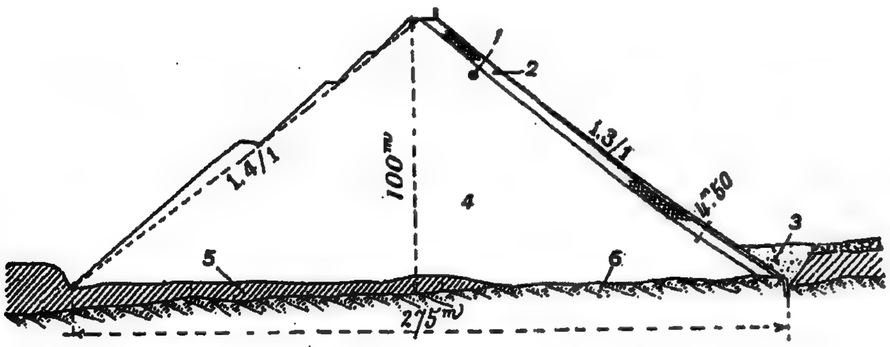


Fig. 2. - Sezione della Diga.

1. Muro a secco.
2. Maglie di cemento armato.
3. Riempimento di pietrame.
4. Scoglera.
5. Coltre alluvionale.
6. Granito in pasto.

le maglie secondo la direzione della maggior pendenza della diga sono a sezione rettangolare della larghezza di m 1,22 e della profondità di m 0,76. Le parti sporgenti della ossatura di cemento armato sono rivestite di asfalto per evitare di aderire al manto protettore.

Quest'ultimo è formato da lastre quadrate di m 18,28 di lato, gettate in posto e poggianti sull'ossatura descritta. Lo spessore di tali lastre varia da m 0,91 alla base della diga, a m 0,30 al coronamento e l'armatura decresce da sbarre di 25 mm di diametro con interasse di 228 mm (due strati orizzontali e due strati secondo la massima pendenza) a sbarre ancora di 25 mm di diametro ma disposte a 330 mm di interasse (e un solo strato orizzontale e uno secondo la massima pendenza). I bordi delle lastre sono ricoperti di asfalto e la tenuta tra gli elementi contigui è formata con lastre di rame annegate nel cemento e protette con cartone catramato. Agli angoli dei lastroni di cemento dove si intersecano le lamiere di rame, queste ultime sono saldate ad un comune coprigiunto pure in rame.

Tutto il paramento stagno si configge nel terreno di fondazione alla base della diga per una profondità di almeno m 4,50 ed è collegato col sottosuolo a mezzo di sondaggi iniettati di cemento, profondi m 15, con interasse di m 1,80 verso la parte mediana della diga e profondi m 7,5 con interasse di m 3 verso le spalle. Per evitare fessurazioni alla base, dove il paramento stagno diventa verticale per raggiungere la fondazione, si è gettata della malta negli interstizi della sottostante muratura a secco onde creare un lento passaggio tra la roccia rigida della fondazione e la muratura sciolta.

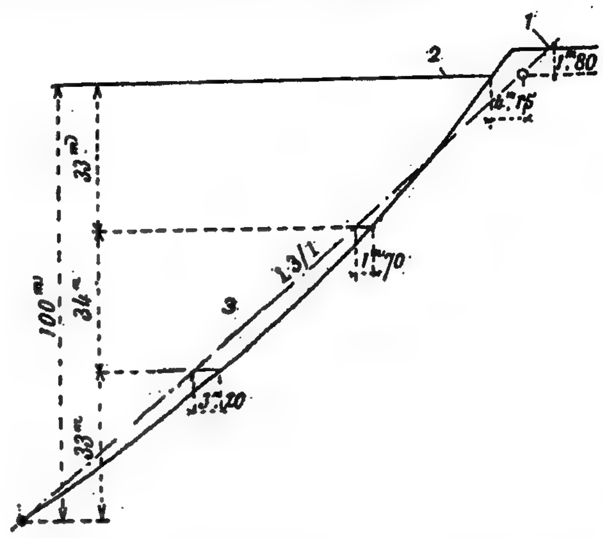


Fig. 3. - Profilo del paramento a monte.

1. Spartiacqua del coronamento. 2. Pelo d'acqua di massimo invaso. 3. Profilo teorico del paramento a monte.

Il paramento a monte è stato particolarmente studiato per impedire la formazione di fessurazioni nei lastroni di cemento, tenuto anche conto del loro graduale assestamento. Pertanto il paramento a monte, che ha un profilo teorico di 1,3 su 1 è effettivamente concavo secondo una sezione verticale. Le linee di livello sono invece convesse a monte, con una freccia a metà diga che è massima al coronamento (2 m) e decresce verso la base (fig. 3).

L'opera è completata con una galleria di presa (fig. 1) che ha pure servito per smaltire le acque durante i lavori e con uno scarico di superficie a semplice sfioratore previsto per una portata di 1350 m³/sec pari al triplo della massima piena.

G.R.M.

SCARICHI SINCRONI

Die Wasserwirtschaft – 15 maggio 1930.

Quando avviene una improvvisa diminuzione di carico su un gruppo turbogeneratore, la regolazione automatica della turbina parzializza la portata in modo brusco. Ne consegue che la forza viva della colonna d'acqua in movimento nella condotta forzata si trasforma in un incremento di pressione. Tale incremento può essere notevole trattandosi di condotte forzate lunghe con forti velocità dell'acqua e gli organi meccanici e le condutture che ne devono sopportare l'effetto devono essere particolarmente robusti. Per ovviare a questo inconveniente si può progettare la condotta di sufficiente dimensione con una velocità ridotta dell'acqua: questa soluzione è però antieconomica e può essere sostituita, nel caso di turbine Pelton, da un dispositivo di regolazione con tegolo per la deviazione del getto e, nel caso di turbine Francis, con gli scarichi sincroni. Entrambi questi organi servono a deviare la portata dell'acqua dalle pale della girante nel caso di brusco distacco di carico; naturalmente a tale rapido distacco fa seguito la chiusura lenta degli organi di ammissione dell'acqua per opera del regolatore, in modo da evitare il colpo di ariete senza per altro richiedere da una parte un troppo ampio scarto di giri della turbina, e dall'altra un eccessivo sciupio di acqua.

Gli scarichi sincroni hanno impiego per salti che superino i m 50 e sono necessari quando il prodotto della lunghezza della condotta forzata (in m.) e della velocità dell'acqua (in m/sec) supera da 6 a 10 volte la caduta (in m).

Se devono fornire un lavoro inferiore a 1250 kgm si costruiscono solitamente a comando meccanico diretto, altrimenti a comando indiretto con olio in pressione e servomotore.

a) Scarichi sincroni a comando meccanico diretto.

Questi scarichi sono rigidamente collegati al regolatore con l'interposizione di un freno ad olio. Nel caso di una brusca di-

minuzione di carico sul gruppo turbo alternatore, alla chiusura del distributore della turbina, fa seguito una altrettanto rapida apertura dello scarico, cui succede poi una chiusura lenta e tale da evitare il colpo d'ariete. Ciò avviene per il fatto che,

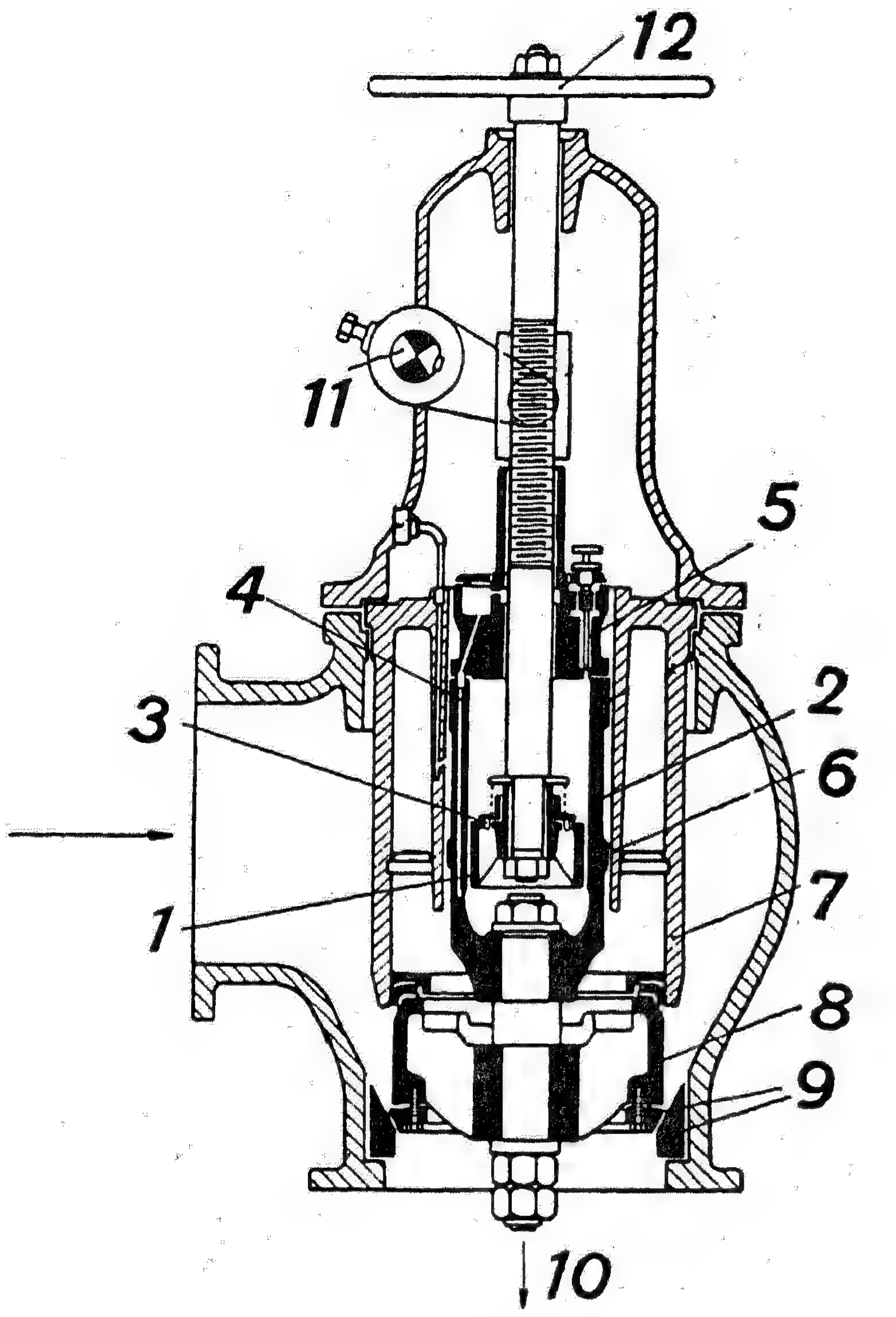


Fig. 1.

1. Stantuffo del freno ad olio.
2. Cilindro del freno.
3. Valvola di ritegno.
4. Condotto di ritorno dell'olio.
5. Valvola per regolare la velocità di deflusso dell'olio in pressione.
6. Cilindro di guida del freno ad olio.
7. Cilindro della valvola di scarico.
8. Maschio della valvola.
9. Sede.
10. Scarico.
11. Albero del regolatore.
12. Volantino per regolare il deflusso.

durante il rapido sollevamento, lo stantuffo del freno non ha tempo di scorrere entro il cilindro pieno di olio e che la spina della valvola di scarico sincrono viene in tal modo sollevata. Successivamente, per mezzo di un piccolo foro praticato nello

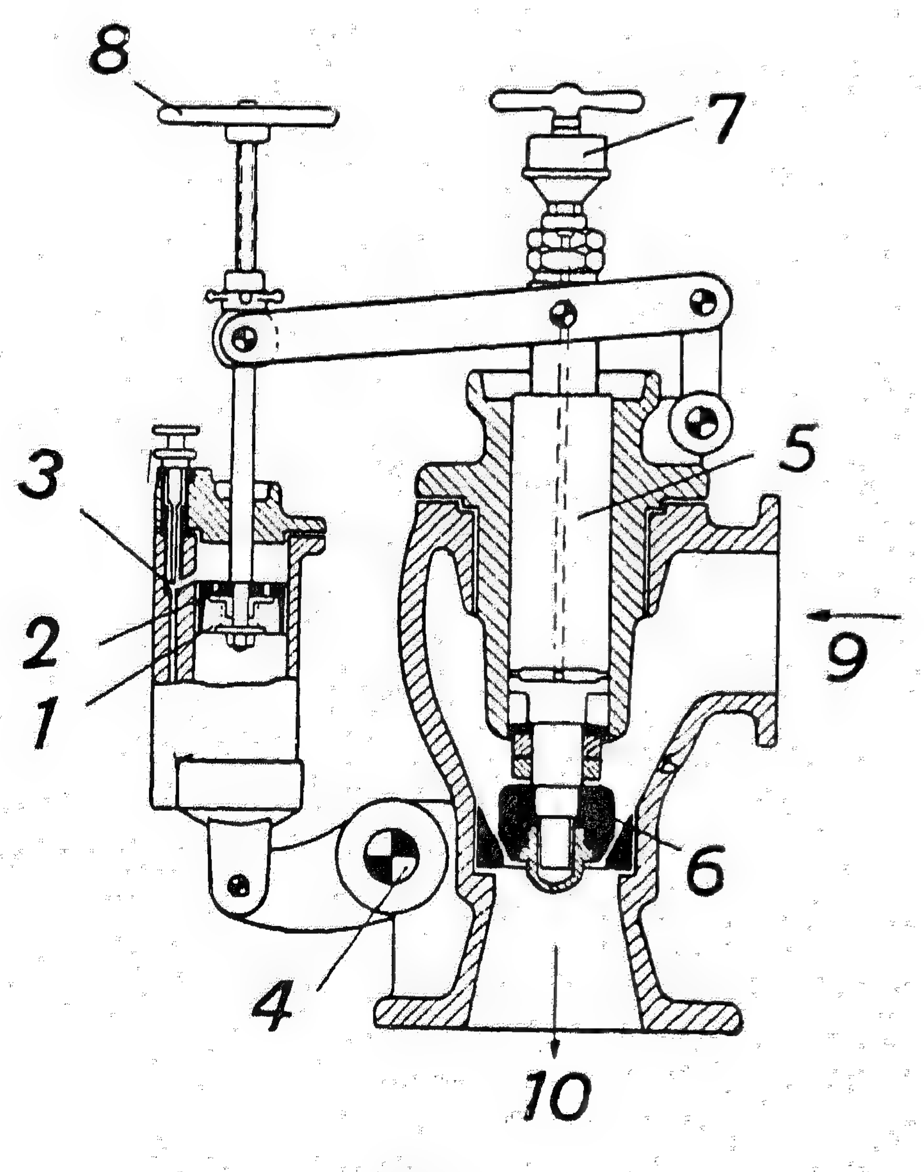


Fig. 2.

1. Stantuffo.
2. Valvola di ritegno.
3. Valvola per regolare il deflusso dell'olio in pressione.
4. Albero del regolatore.
5. Asta dello stantuffo.
6. Valvola di scarico.
7. Ingrassatore.
8. Volantino per mantenere costante il deflusso.
9. Ammissione.
10. Scarico.

stantuffo, l'olio può sfuggire dalla parte ove esso era in pressione e permettere così alla valvola di rinchiudersi lentamente sotto l'azione della spinta dell'acqua.

Nello stesso cilindro esiste peraltro una valvola di ritenuta che, quando lo scarico ha funzionato, permette di riportare rapidamente lo stantuffo nella primitiva posizione lasciando ritornare liberamente l'olio nella camera del cilindro destinata ad andare in pressione. Il freno ad olio è solitamente coassiale colla sede della valvola (fig. 1) e solo nel caso di scarichi sincroni assai ridotti si preferisce talvolta costruirli lateralmente (fig. 2). I volantini visibili nelle figure riportate hanno lo scopo di impedire a volontà che gli scarichi abbiano a chiudersi completamente lasciando così defluire una quantità voluta e costante di acqua che è indipendente dal carico che insiste sul turbo alternatore.

b) Scarichi sincroni con olio in pressione.

Questi ultimi si addicono a quegli impianti dove gli sforzi in gioco sono tali da non poter essere direttamente prodotti dal regolatore. Tale regolatore agisce allora su un'asta che, spostandosi, apre o chiude la comunicazione dell'olio in pressione con il servomotore che agisce sulla valvola.

Per questi scarichi di notevoli dimensioni la spina anzichè otturare lo scarico in modo che la chiusura sia mantenuta dalla pressione dell'acqua, agisce solitamente sul condotto di comunicazione coll'acqua in pressione, in modo che per la chiusura bisogna contrastare l'azione della pressione idrostatica.

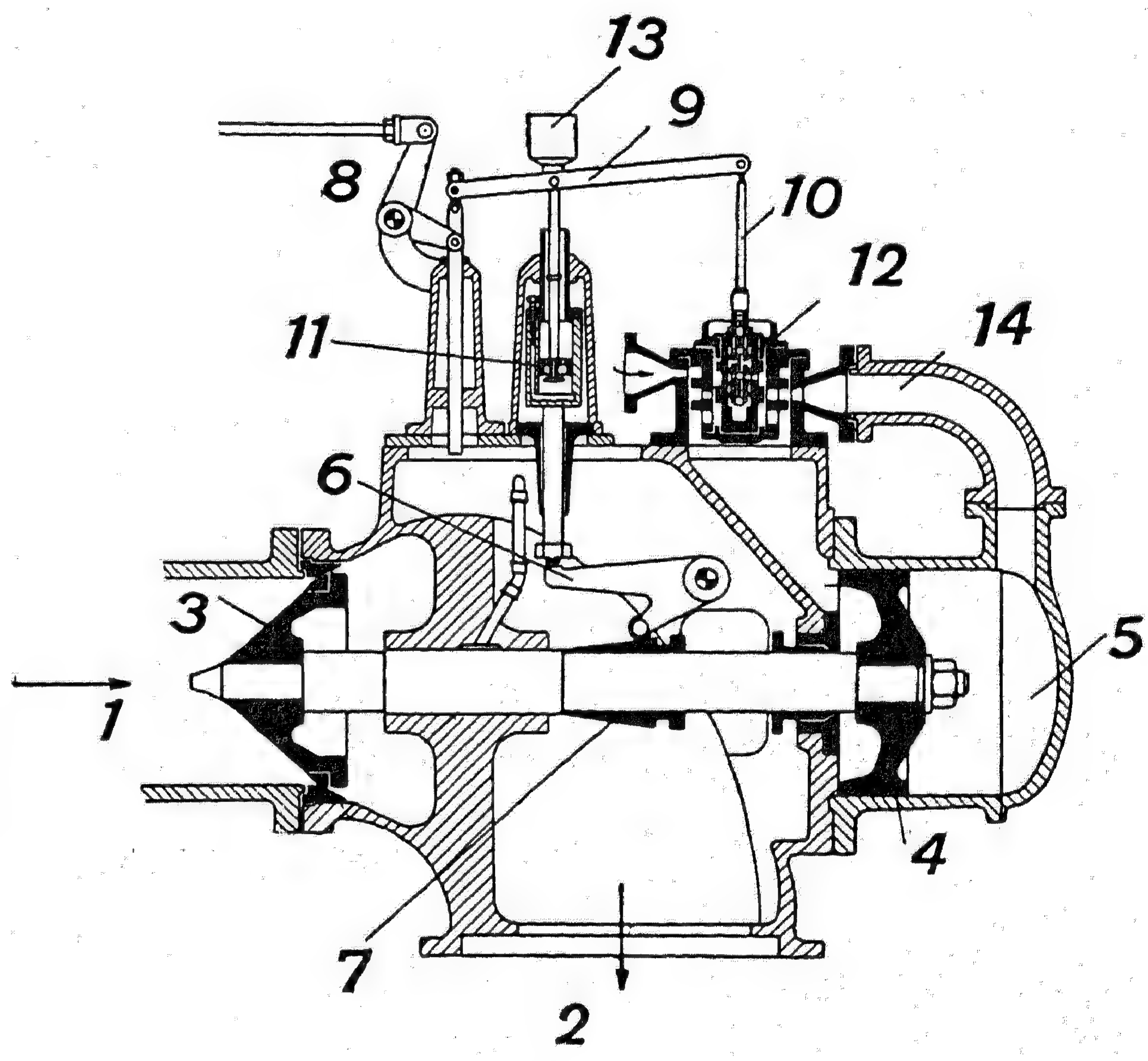


Fig. 3.

1. Ammissione.
2. Scarico.
3. Spina.
4. Stantuffo del servomotore.
5. Cilindro per il servomotore.
6. Dispositivo per la lenta chiusura.
7. Camera per detto dispositivo.
8. Asta di collegamento col regolatore.
9. Leva di comando del distributore.
10. Asta » » »
11. Freno ad olio.
12. Cassetta di distribuzione.
13. Peso addizionale.
14. Condotta dell'olio in pressione.

La fig. 3 riporta un tipo di queste valvole. Anche qui si vede come il successivo movimento di lenta chiusura venga operato per l'azione del freno ad olio.

Infatti, in caso di improvvisa diminuzione di carico sul gruppo turbo-alternatore, l'asta di comando del regolatore si abbassa facendo perno sul freno ad olio e sollevando il tegolo del cassetto di distribuzione. Quest'ultimo aziona in tal modo il servomotore agente sulla spina della valvola e provoca l'apertura.

Avvenuta questa, il freno ad olio non è più sorretto dall'asta poggiante sulla camme solidale colla spina della valvola e si abbassa bruscamente. Dopo di che entra in azione il freno, colla lenta discesa dello stantuffo (per peso proprio e aggiuntivo) e il corrispondente abbassamento dell'asta di comando che agisce sul cassetto di regolazione in modo da provocare una lenta chiusura dello scarico.

G. R. M.

d) PARAFULMINI SU ELETTRODOTTI AD ALTA TENSIONE

Electrical World, 16 agosto 1930. – A. E. SILVER.

Sulla linea Wallenpaupack-Siegfried a 220 kV della Pennsylvania Power and Light Co., essendo le scariche atmosferiche dirette frequenti e tali da interrompere regolarmente l'esercizio, si tentò la costruzione di una vera e propria protezione del tipo parafulmine.

Già nel 1927 detta linea era stata protetta per una estensione di circa una trentina di km in vicinanza alla centrale di Wallenpaupack con un ordinario filo di guardia (non previsto nella costruzione originale). Però il miglioramento che ne conseguì non fu apprezzabile. Le indagini avevano d'altra parte accertata la presenza di un'altra località, dello sviluppo di circa quattro

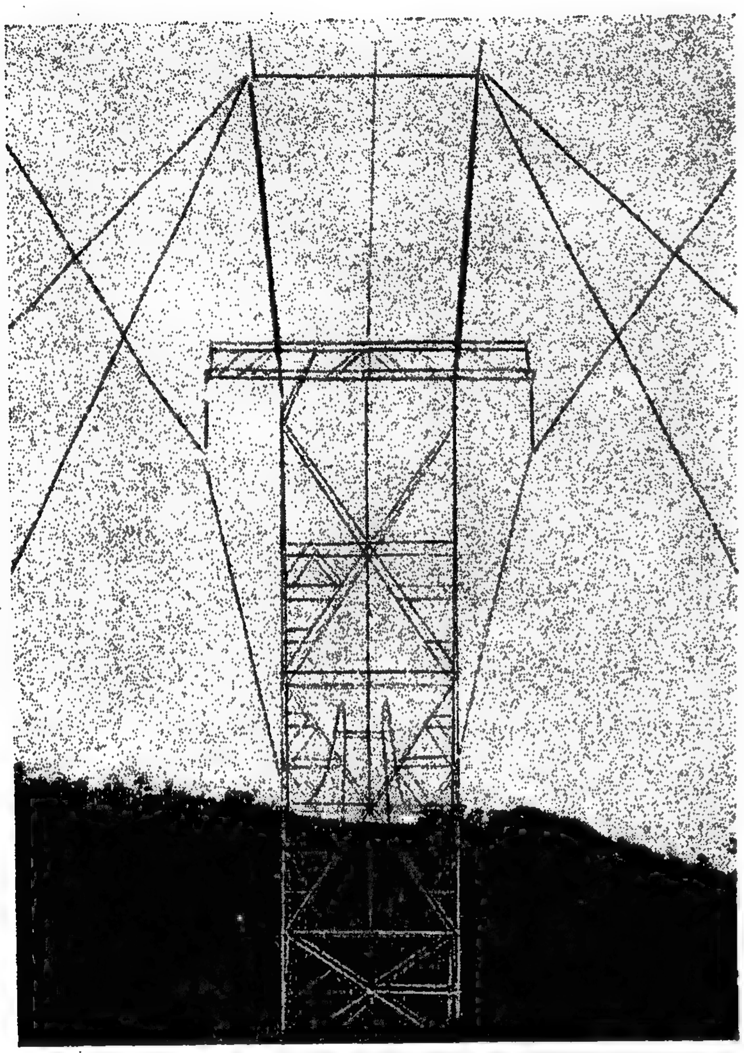


Fig. 1.

kilometri, particolarmente soggetta all'azione delle scariche atmosferiche: inoltre si era potuto stabilire che sovratensioni dovute a fenomeni atmosferici non erano sufficienti ad interrompere l'esercizio eccettuato il caso in cui intervenisse l'azione di una scarica diretta. Per proteggere da quest'ultima i conduttori si pensò di montare nella zona pericolosa una soprastruttura, sulle teste dei pali, atta a portare due conduttori di guardia distanti circa 15 m dai primi. Siccome i pali non erano previsti per questa maggior sollecitazione, i sostegni dei fili parafulmini furono direttamente controventati al suolo e tali controventi furono studiati in modo da dare una impedenza minima al passaggio delle scariche. Per evitare d'altra parte il passaggio di queste ultime attraverso il palo si pensò di costruire il sostegno dei fili parafulmini con pali di legno iniettati di creosoto e alti 12 m. I fili parafulmini sono costituiti da trecci di alluminio-acciaio formata da 18 fili di alluminio da 2,5 mm di Ø e da 12 fili d'acciaio da 3,1 mm di Ø e sono fissati ai sostegni con morsetti di sospensione e smorzatori di vibrazione. Invece i tiranti sono in copperweld di 5/8" e sono ammarrati solidamente al suolo e collegati a mezzo di un filo di rame nudo sotterraneo col piede del palo a traliccio.

Siccome l'intera protezione è in esercizio da un mese soltanto, così è ancora prematuro il dare delle informazioni sul suo comportamento, per quanto i primi risultati siano già stati del tutto soddisfacenti.

G.R.M.

COME SI CERCA DI REALIZZARE LA DISTRIBUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA IN CAMPAGNA

La Science et la Vie, ottobre 1930. – ANDRÉ CRAMOIS.

Subito dopo la guerra apparve, anche in Francia, la necessità dell'elettrificazione rurale per combattere l'esodo dei contadini verso le città e compensare la scarsità della mano d'opera.

Si presentarono subito difficoltà tecniche e finanziarie. Anzitutto non era da pensare che ogni agricoltore potesse prodursi da sè, idraulicamente o termicamente, l'energia necessaria. D'altra parte la richiesta di energia in campagna è *molto esigua* in confronto dei bisogni d'insieme della nazione e tale rimarrà ancora per molto tempo cosicchè si può dire che il problema dell'elettrificazione della campagna non è un problema di produzione ma un problema di distribuzione.

Mentre in città la distribuzione richiede uno a due metri di linea per abitante, occorrono 20 a 35 metri ed anche più per servire un agricoltore. In un centro agglomerato un km di linea serve mille utenti che consumano 100.000 kWh all'anno, mentre 1 km di linea rurale non serve che 30 utenti per 2000 kWh annui.

Ciò spiega perchè le aziende elettriche di distribuzione non si erano interessate dapprima all'estensione rurale delle loro reti, anche perchè le spese di manutenzione erano rilevanti, cosicchè l'esercizio di tali reti rurali alle condizioni normali avrebbe portato a tariffe proibitive per l'agricoltore.

Nel 1914 solo il 15% dei comuni francesi (che per i 9/10 sono rurali) erano elettrificati; nel 1926 si era al 44% ed al principio del 1930 nel 74% di essi vi era la distribuzione elettrica.

L'elettrificazione rurale si è potuta realizzare solo con soluzioni speciali.

I tecnici hanno anzitutto studiato il modo di realizzare impianti che rispondessero ai requisiti di: economia, solidità, sicurezza.

Gli utenti agricoli a loro volta si sono riuniti in enti allo scopo di raccogliere i fondi necessari. Questi enti in generale non conservano l'onere dell'esercizio delle reti, una volta che sono costruite. Si rivolgono a questo scopo a società concessionarie che, essendo sollevate in tutto od in parte dei pesi finanziari dell'impianto, possono esercitare le distribuzioni rurali in condizioni accettabili, con tariffe i cui massimi sono fissati nel capitolato di concessione.

Infine lo Stato ha concesso un concorso largo e prezioso agli enti di elettrificazione agricola.

Il ministero di Agricoltura ha messo « gratuitamente » a disposizione degli agricoltori gli ingegneri del Genio Rurale per provvedere alla parte tecnica.

Tutte le distribuzioni elettro-agricole sono a corrente alternata trifase ed esse si compongono di linee di trasporto ad alta tensione, generalmente a 15 kV, che alimentano i trasformatori dai quali l'energia viene distribuita alle abitazioni, da 115 a 230 V ed anche sino a 400 V. Le tensioni da 230 a 400 V, convenienti per allacciare case sparse, presentano qualche pericolo e richiedono speciali riguardi. Nel caso di popolazione molto sparsa si può usare anche una tensione intermedia di 1000 a 5500 V, e mantenere limitata la tensione di distribuzione agli utenti.

Per i conduttori si adopera il rame e l'alluminio ed anche il ferro, quest'ultimo meno consigliabile. I sostegni in ferro od in cemento armato hanno il vantaggio della durata e spesso le società concessionarie dell'esercizio contribuiscono a pagare parte del loro maggior prezzo.

I trasformatori devono essere studiati in modo da ridurre al minimo le perdite a vuoto. Il rendimento totale di una rete rurale altrimenti può scendere anche al 50% ed allora l'esercente deve calcolare che per vendere un kWh ne deve comperare due.

Come si è detto i distributori di energia non essendo in grado di sopportare da soli le spese d'impianto delle elettrificazioni rurali, hanno dovuto ricorrere all'intervento delle collettività appositamente incaricate di raccogliere le risorse occorrenti.

Fra gli enti che hanno maggiormente contribuito all'elettrificazione rurale occorre citare anzitutto le Province ed i Comuni, ma soprattutto si è ricorso a sindacati di Comuni, che sono delle vere associazioni di Comuni, ed anche a qualche società cooperativa o d'interesse collettivo (consorzio), che sono delle associazioni di individui.

È stato specialmente molto consigliato ai comuni di aggrupparsi in sindacati intercomunali, organismi facili a costituirsi e che si prestano facilmente al controllo tecnico ed amministrativo. Essi sono infatti enti pubblici e, in base alla legge 15 giugno 1906, possono, come un singolo comune, accordare la concessione per una rete elettrica di distribuzione. Sono stati fondati molti di tali sindacati; alcuni comprendono tutti i Comuni di una Provincia, come nelle « Deux Sèvres » e nella

« Vienne »; in altre regioni si sono fatti aggruppamenti minori, di qualche diecina di Comuni ciascuno.

Alcuni sindacati di Comuni hanno anche intrapreso l'esercizio diretto delle reti che avevano stabilito. Quello della « Vienne » esercita una rete, tutta rurale, di 2000 km, che serve tutti i Comuni della Provincia che, nel 1924, quando fu costituito il sindacato, erano sprovvisti di distribuzione elettrica.

In Francia le società cooperative di utenti non si sono sviluppate come in Germania ed in Cecoslovacchia, ma alcune di esse hanno dato buoni risultati specialmente come controllo ad alcuni installatori e distributori che non offrivano le opportune garanzie.

I vantaggi per l'economia nazionale di un programma di elettrificazione delle campagne sono tali da giustificare l'importantissimo concorso che lo Stato concede agli enti di elettrificazione rurale.

Lo Stato dapprima consentì questo concorso su delle basi ristrette, che poi si sono grandemente sviluppate. Esso si è manifestato subito sotto una duplice forma e cioè mediante prestiti rimborsabili a basso tasso d'interesse e mediante sussidi.

Le condizioni per i prestiti sono state fissate dalla legge del 2 agosto 1923, che ha destinato 600 milioni di franchi all'elettrificazione delle campagne; i sussidi sono regolati con i decreti del 5 gennaio 1924, dell'11 gennaio 1928 e del 1º luglio 1929. Sinora sono stati accordati prestiti per circa 300 milioni e concessi sussidi per 700 milioni. È dunque uno sforzo globale di un miliardo di franchi che lo Stato si è sobbarcato, dal 1920 in poi, per l'elettrificazione rurale.

Recentemente il Governo attuale ha dichiarato che non intende rallentare tali sforzi e che avrebbe proposto al parlamento di votare, oltre alla somma di 250 milioni già impostata nel bilancio 1929, un'altra somma di 300 milioni da ripartirsi in 5 anni.

Mercè l'intervento dello Stato e degli enti di elettrificazione rurale, le aziende di distribuzione di energia elettrica non devono far fronte che poco o punto agli oneri finanziari per quanto concerne la rete rurale, il cui esercizio viene ad esse concesso. Sono pertanto in grado di non dovere esigere dagli agricoltori delle tariffe esagerate.

La tariffa a forfait è stata generalmente abbandonata, portando a sprechi.

La tariffa normale a contatore, a kWh, si compone di un prezzo base e di una parte variabile a seconda delle variazioni del costo del combustibile e della mano d'opera (quando si hanno impianti termici di produzione dell'energia).

Più spesso però la tariffa consiste in un canone fisso, in base alla potenza del contatore, oltre il prezzo per ogni kWh consumato.

Un altro sistema consiste nel pagamento di un minimo, qualunque sia l'energia consumata. Tale minimo viene poi dedotto dall'importo del consumo, dato dalla tariffa normale a kWh.

Nonostante i larghi concorsi dello Stato l'elettrificazione delle campagne può dirsi appena iniziata. Anche nei comuni privilegiati, attraversati dalle linee elettriche, vi sono ancora frazioni e case isolate alle quali occorre ancora provvedere.

Bisogna pensare ancora a fare l'educazione elettrica dell'agricoltore, perchè possa imparare le mille possibilità nuove che l'elettricità gli prospetta ed i mille modi con cui essa può alleviarlo dai lavori più faticosi.

f. f.

---

f) LA PRODUZIONE DELLA GHISA AL FORNO ELETTRICO

Foundry Trade Journal, 4 settembre 1930. – W. LISTER.

Gli stampi in ghisa per i lingotti si spaccano prima della normale durata per il fenomeno del rigonfiamento o crescita della ghisa stessa dovuto alla progressiva ossidazione del carbonio e della silice in essa contenuti.

Per ovviare a questo inconveniente, si cerca di ricorrere a ghise con basso tenore di carbonio, e per ottenerle al cubilotto, si ricorre all'aggiunta di rottame di acciaio. Il risultato però spesso non viene conseguito a causa del maggior quantitativo di coke, necessario per la carburazione dei rottami di acciaio e che porta ad un maggiore tenore di zolfo, anch'esso sfavorevole alla durata degli stampi.

Nelle officine delle quali s'interessa l'A. gli stampi per lingotti al disopra di 3 tonn, e sino a 60 tonn, vengono fatti con ghisa ottenuta al forno elettrico basico, essendosi riscontrato che questa ghisa dà risultati molto migliori di quella colata dal cubilotto. L'analisi e le condizioni fisiche possono essere meglio controllate, la temperatura può essere elevata sin che si vuole riducendo così il tenore di zolfo (e possibilmente di ossigeno) entro limiti molto bassi.

L'alta temperatura non solo fa sì che il carbonio vada in soluzione, impedendo la formazione di grossi nuclei di grafite, la quale invece rimane finemente suddivisa nella massa del getto, ma anche rende più uniforme la struttura della ghisa come risulta dalle migliorate sue qualità di lavorazione e di durata.

Con l'esperienza pratica si è trovato che il miglior metodo è quello di usare nella carica il 50% di ghisa in pani ed il 50% di rottami di acciaio. L'A. descrive poi il processo per ottenere la ghisa della composizione voluta, potendo fare facilmente, al forno elettrico, le aggiunte occorrenti per correggere opportunamente l'analisi. Si arriva ad una temperatura finale di 1400°.

Per una carica di 10 tonnellate occorrono circa 2 quintali di antracite ed altrettanti di calce, e la corrente ha un'intensità di circa 3000 A per fase. L'intera operazione, dal principio della carica allo spillamento, dura circa 4 ore ed il consumo di corrente è di circa 450 kWh per tonnellata.

Anche per fusioni in genere la ghisa al forno elettrico preparata come sopra è assai superiore a quella fatta al cubilotto. Valutando il costo finale, tenendo conto della migliore qualità e del minor numero di scarti di fusione, si troverà che il confronto non solo regge con la ghisa al cubilotto ma anzi vi è una decisa economia.

Viene descritto il metodo da tenere per ottenere i migliori e più economici risultati in una usuale fonderia che lavori nelle ore diurne.

Per l'industria dei motori a scoppio, che richiede delle fusioni di classe speciale, si è ultimamente assai sviluppato il metodo cosidetto « duplex » e nel quale cioè si usa il forno elettrico insieme al cubilotto. Tale metodo consiste nel travasare la ghisa fusa dal cubilotto al forno elettrico, per ivi surriscaldarla e raffinarla ed aggiustarne l'analisi a qualsiasi prescrizione voluta.

Viene descritto il sistema di impianto ed il modo di condurre l'operazione nei varii casi, con forno elettrico basico od acido.

Con il metodo « duplex » il consumo di energia elettrica è naturalmente assai minore di quando si debba fondere il materiale da freddo. Con una erogazione oraria di 6 a 7 tonn si ha una media di circa 100 kWh per tonnellata.

La tabella I indica, in tre casi, l'analisi di ghise al cubilotto prima e dopo il successivo trattamento al forno elettrico (metodo « duplex »), mentre la tabella II dà i risultati delle prove meccaniche relative. La tabella III segna i costi comparativi dei due prodotti.

TABELLA I.

Analisi di ghise fuse al cubilotto, prima e dopo il trattamento al forno elettrico.

Campione		*C*	*Si*	*Mn*	*S*	*P*
1	prima	3.48	1.42	0.56	0.09	0.10
1	dopo	2.98	1.65	0.66	0.02	0.08
2	prima	3.50	1.79	0.54	0.09	0.12
2	dopo	2.56	1.88	0.84	0.02	0.09
3	prima	3.45	1.63	0.44	0.10	0.125
3	dopo	2.49	1.83	0.55	0.03	0.11

TABELLA II.

Prove meccaniche comparative fra ghisa elettrica e ghisa al cubilotto.

	Ghisa elettrica	Ghisa al cubilotto
Sforzo trasversale in kg ...	2150	1337
Freccia in mm	3.43	2.5
Trazione in kg/mm²	43.9	31
Allungamento, su 50 mm, in%	1.10	0.75

N.B. - Le cifre dell'allungamento, data la difficoltà della loro misura, hanno un'importanza relativa.

TABELLA III.

Costo comparativo della ghisa al forno elettrico e di quella al cubilotto (partendo dal metallo freddo):

508 kg rottame acciaio a L. 171 per tonn	L.	86,80
254 kg rottame di fonderia a L. 266 per tonn	»	67,60
254 kg rottame di ghisa a L. 266 per tonn	»	67,60
Perdita di fusione 5%	»	12,70
Mano d'opera per il forno elettrico	»	19,70
500 kWh a L. 0,24	»	120,—
4,54 kg di elettrodi a L. 3 al kg	»	13,60
Costo e rinnovamento refrattario	»	12,35
Ferroleghe, carbone e materie scorificanti	»	19,10
Totale per 1016 kg al forno elettrico	L.	419,45

508 kg pani a basso tenore di zolfo e di fosforo a L. 355 per tonn	L.	180,—
254 kg rottame fonderia a L. 266 per tonn	»	67,60
254 kg rottame ghisa a L. 266 per tonn	»	67,60
Perdita di fusione 6%	»	20,60
76 kg coke di fonderia a L. 93 per tonn	»	7,—
Mano d'opera, fondenti, refrattari, ventilatore, ecc.	»	62,90
Totale per 1016 kg al cubilotto	L.	405,70

Da quest'ultima tabella si vede che, benchè il costo iniziale della ghisa elettrica sia, nel caso considerato, lievemente superiore a quello della ghisa al cubilotto, si possono variare le dosi dei varii ingredienti in modo da ottenere la carica per la fusione più economica. Il rottame di acciaio ha il vantaggio di avere comunemente un basso tenore di zolfo e di fosforo. Nel cubilotto i quantitativi maggiori di coke necessarii quando si aumenti la percentuale di rottame di acciaio od anche di rottame di ghisa, portano ad un maggior tenore in zolfo e ciò limita le proporzioni nelle quali tali materie prime più economiche possono venire usate. Inoltre il cubilotto non è adatto a surriscaldare convenientemente la ghisa alla temperatura occorrente per alcune specie di lavoro come anelli per cilindri, valvole ed altre fusioni minute. Il forno elettrico ha invece il vantaggio di produrre della ghisa grigia a basso tenore di fosforo che ha la fluidità necessaria per fusioni minute ed a sezioni intricate, senza cadere nel difetto della fragilità e poca resistenza delle ghise fosforose.

La compattezza e solidità di grana, la maggior resistenza, uniformità e mancanza di noduli duri, soffiature ed inclusione di scorie, la migliore lavorabilità e il migliore comportamento della ghisa al forno elettrico sono tali da imporsi all'attenzione del fonditore moderno che voglia essere cioè all'altezza dei requisiti a cui oggi devono corrispondere le fusioni in ghisa.

Le cifre della tabella III devono essere considerate come riferentisi a forni della capacità di 10 tonn; naturalmente per unità minori aumenteranno i consumi della corrente, della mano d'opera, dei refrattari e degli elettrodi. Ma, d'altra parte, il costo di un materiale di 44 kg/mm² può essere paragonato con quello di uno di 23 a 27 kg/mm² ?

f. f.

Pubblicazioni

DI TUTTE LE PUBBLICAZIONI INVIATE ALLA RIVISTA IN DOPPIO ESEMPLARE VERRÀ FATTO UN CENNO BIBLIOGRAFICO.

DOTT. ING. GOLDSTEIN-BOLOCAN: *Fondazioni di macchine. Calcolo di stabilità e dettagli costruttivi dei tipi usuali in cemento armato.*

L'opera è divisa in quattro parti che trattano rispettivamente dell'effetto delle vibrazioni sui terreni alluvionali, dell'influenza delle forze centrifughe e delle azioni di inerzia sulla stabilità dei basamenti, dei vari tipi di fondazione e di alcuni dettagli relativi a queste in terreni singolari. Alla suddivisione dell'opera, dalla quale si indovinano a priori inevitabili lacune, corrisponde nel testo una esposizione di non facile orientamento, in cui sono citate a caso alcune fondazioni di motori a vapore e a scoppio e di pompe idrovore. Viene inoltre consigliato di adottare talvolta il calcolo rigoroso, e tal'altra quello semplificato di verifica, ma il calcolo in sè stesso non viene citato.

G.R.M.

Die Wasserwirtschaft Deutschlands. – Pubblicazione speciale del «Deutscher Wasserwirtschafts-und Wasserkraftverband» di Berlino.

Questa lussuosa pubblicazione — nella quale sono riassunti ed illustrati i principali dati caratteristici inerenti alle utilizzazioni idroelettriche della Germania — è venuta a colmare una lacuna che era particolarmente sentita in quel Paese, ove tutte le grandi manifestazioni industriali formano abitualmente l'oggetto di accurate ed estese pubblicazioni illustrative e statistiche che servono ottimamente fra l'altro ad esaltare e a valorizzare l'iniziativa e l'attività dell'industria nazionale, sia nel Paese stesso che all'Estero. A questo fine, in particolare, il «Deutscher Wasserw. und Wasserkraft Verband» non poteva certo scegliere, per la pubblicazione del volume in esame, epoca più opportuna di quella della riunione a Berlino del II° Congresso della W. P. C.

La prima parte del volume comprende quattro capitoli i primi due dei quali hanno forma di monografie e si occupano dei caratteri, rispettivamente geologici e idrologici dei bacini idrografici tedeschi. Il terzo capitolo tratta brevemente della distribuzione degli impianti idroelettrici del Paese, e riassume i principali dati statistici ad essi inerenti. Il quarto capitolo, infine, si occupa specialmente dello sviluppo, dei caratteri e degli aspetti dell'industria idroelettrica germanica.

La seconda parte della pubblicazione è dedicata alle statistiche particolareggiate delle utilizzazioni idroelettriche dei singoli Stati della Confederazione e alla descrizione succinta dei più caratteristici ed importanti impianti di ciascuna regione.

Il pregio più notevole dell'opera è indubbiamente quello di aggiungere ai consueti dati statistici, sistematicamente coordinati, una ampia e suggestiva illustrazione di quegli impianti che meglio possono attestare i progressi realizzati anche in questo campo dall'ingegneria e dall'industria tedesche.

Ed è appunto di fronte a questa ricca e bella documentazione, che al lettore italiano, consapevole e fiero della posizione di primissimo ordine conquistata nel campo delle utilizzazioni idrauliche dai nostri tecnici ed industriali, vien fatto di pensare all'opportunità che anche il nostro Paese faccia conoscere con una pubblicazione altrettanto interessante e assai più ricca di arditi esempi, l'opera intelligente e fattiva dei suoi ingegneri e costruttori.

Libri ricevuti

STARKSTROMTECHNIK. — *Manuale per elettrotecnici.* – Edito per cura di E. v. RZIHA e J. SEIDENER dall'editore Wilhelm Ernst & Sohn. Berlino, 1930, 7ª edizione rinnovata e ampliata. – Prezzo RM 34 (rilegato in tela) e RM 37 (rilegato in cuoio).

(Questa pubblicazione è stata già recensita nel numero VII (mese di luglio) di quest'anno della Rivista).

Necrologio

Dopo dolorosa malattia si è spento in Milano ARTURO PEREGO, nome ben noto a tutti i nostri elettrotecnici.

Figlio delle proprie azioni e della propria indomabile attività, si dedicò sopratutto al perfezionamento della telegrafia e della telefonia. Tutti conoscono i suoi apparecchi per telefonia su linee parallele a quelle ad alta tensione che Egli per primo ideò e perfezionò con tenace studio ed assiduo lavoro. Numerosi brevetti furono da lui ottenuti anche per telegrafia e telefonia simultanee: negli ultimi anni si era dedicato con giovanile ardore alla telefonia ad onde convogliate.

Lascia rimpianto sincero in quanti lo conobbero e ne apprezzarono le doti di «self made man» intelligente ed onesto.

SEN. PROF. O. M. CORBINO, *Direttore* — ARTI GRAFICHE E. CALAMANDREI & C. - MILANO — ING. ETTORE CESARI, *Redattore Capo-Responsabile*
Fotoincisioni della «ZINCOGRAFICA» - MILANO

MILANO
Novembre 1930 - Anno IX

Fascicolo XI
Volume VII

L'Energia Elettrica

UFFICIALE PER GLI ATTI DELL'UNIONE NAZIONALE FASCISTA INDUSTRIE ELETTRICHE (UNFIEL)
E DELLA FEDERAZIONE NAZIONALE FASCISTA DEI GRUPPI REGIONALI IMPRESE ELETTRICHE (FENAGRIEL)
Direttore: SENATORE PROF. O. M. CORBINO

SOMMARIO del N. 11 del 1930

(da pag. 921 a pag. 1014)

L'Energia Elettrica per il 1931

Il **1931** sarà l'VIII° anno di vita della Rivista: **L'ENERGIA ELETTRICA.** Sette anni di esistenza tengono il posto di un programma e valgono meglio di qualsiasi promessa. I miglioramenti continuamente cercati, sia nella veste esteriore che nella materia trattata, le nuove rubriche attuate dimostrano un desiderio sempre vigile, inteso a rendere la Rivista pratica ed utile.

La circolare quindi che, per consuetudine, inviamo agli abbonati, si riduce ad una formalità quella cioè di ricordar loro che col dicembre scade il loro abbonamento e d'indicare le modalità per facilitarne la rinnovazione.

Il prezzo d'abbonamento - comprensivo della **Rivista** e del **Supplemento mensile economico-statistico** - rimane quindi invariato: L. 105 per il Regno, L. 210 per l'estero. Abbiamo però pensato, - allo scopo di rendere la nostra pubblicazione maggiormente accessibile alla classe degli elettrotecnici raggruppati nell'**Associazione Elettrotecnica Italiana,** e degli ingegneri iscritti al **Sindacato Nazionale Fascista degli Ingegneri,** - di ridurre **per gli abbonati vecchi e nuovi,** appartenenti alle due grandi Associazioni, il prezzo di abbonamento a L. 80 (ottanta) per il Regno, e a L. 150 (centocinquanta) per l'estero. Sarà però necessario che questi abbonati, per usufruire di tale beneficio, indichino l'Associazione cui appartengono, la Sezione cui sono iscritti e il numero d'iscrizione. Tali abbonamenti dovranno essere fatti **esclusivamente** presso la nostra Amministrazione e cioè non attraverso librerie, agenzie, ecc.

Anche quest'anno, per rendere più spedita ed economica la rinnovazione, abbiamo stabilito che l'abbonamento possa farsi, per quelli del Regno, a mezzo del conto corrente postale. Chi intende abbonarsi, potrà, versando L. 105, oppure L. 80, ad un ufficio postale, risparmiarsi la noia dell'assegno, la spesa della raccomandata o quella della cartolina vaglia. L'abbonamento direttamente inviato è la forma migliore: essa evita le cause di possibili disguidi o errori e allevia le spese tanto per chi spedisce che per chi riceve. La sollecitudine poi impedisce le sospensioni ed evita di correre il pericolo della mancanza di qualche numero perchè esaurito.

Per coloro che desiderano le annate arretrate, ripetiamo, nel prospetto che segue, i prezzi di vendita per ciascuna di esse. Le sette annate de **L'ENERGIA ELETTRICA** coi loro 73 fascicoli e i tre numeri speciali, costituiscono una vera Enciclopedia dei più recenti studi in materia di elettricità.

Milano, dicembre 1930.

L'Amministrazione de **L'ENERGIA ELETTRICA.**

Le annate arretrate de L'ENERGIA ELETTRICA

1924	(3 fasc.)	L. 50.—	nel Regno;	L. 80.—	all'Estero
1925	(10 fasc. e gli estratti degli articoli pubblicati nei primi due numeri esauriti)	L. 200.—	nel Regno;	L. 300.—	all'Estero
1926	(12 fasc.)	» 130.—	» »	» 200.—	»
1927	(12 »)	» 150.—	» »	» 200.—	»
1928	(12 »)	» 150.—	» »	» 200.—	»
1929	(12 »)	» 130.—	» »	» 200.—	»
1930	(12 »)	» 120.—	» »	» 200.—	»

Ai 12 numeri dell'annata 1927 è aggiunto il numero speciale dedicato ad Alessandro Volta, al quale hanno collaborato i più eminenti scienziati italiani.

Ai 12 numeri dell'annata 1929 sono aggiunti il numero speciale: **Sugli interruttori in olio** e quello: **Sull'impiego dell'energia elettrica nelle bonificazioni meccaniche** compilato dal Prof. ing. Francesco Marzolo, con 4 tavole e 100 illustrazioni.

Le 7 annate, vale a dire la raccolta completa della Rivista, compresa cioè l'annata 1925, che è valutata da sola L. 200 per il Regno e L. 300 per l'Estero, essendo esaurita (73 fascicoli, gli estratti degli articoli dei numeri esauriti, il numero voltiano e i due numeri supplemento), L. 700 nel Regno e L. 1000 all'Estero.

L'abbonamento al solo **Bollettino Economico-Statistico** costa L. 15 all'anno per il Regno - L. 20 per l'Estero.

Per abbonamenti, ordinazioni indirizzare all'Amministrazione de **L'Energia Elettrica,** Foro Bonaparte, 31 - Milano (109).

(Conto corrente postale N. 3-14839 - Milano).

MILANO
Novembre 1930 - Anno IX

Fascicolo XI
Volume VII

L'Energia Elettrica

UFFICIALE PER GLI ATTI DELL'UNIONE NAZIONALE FASCISTA INDUSTRIE ELETTRICHE (UNFIEL)
E DELLA FEDERAZIONE NAZIONALE FASCISTA GRUPPI REGIONALI IMPRESE ELETTRICHE (FENAGRIEL)
Direttore: SENATORE PROF. O. M. CORBINO

F. RASETTI

ISTITUTO DI FISICA DELLA R. UNIVERSITÀ DI ROMA

Il nucleo atomico

La caratteristica che distingue la fisica degli ultimi trenta anni da quella del secolo precedente è il passaggio dallo studio delle proprietà della materia nel suo aspetto macroscopico all'indagine dei fenomeni del mondo atomico.

Nel cammino grandioso percorso dalla scienza in questo campo è fondamentale un lavoro di Rutherford apparso nel 1905. Rutherford per primo assegnava all'atomo quella struttura che, nelle sue linee generali, gli attribuiamo ancor oggi; cioè esser costituito da un *nucleo* centrale di dimensioni molto piccole e carico positivamente, intorno al quale la forza attrattiva di Coulomb mantiene una nuvola di *elettroni*.

I moti degli elettroni intorno al nucleo dànno luogo all'emissione da parte dell'atomo di *radiazioni* di svariatissime frequenze, che vanno dall'infrarosso alla luce visibile e ultravioletta e ai raggi di Roentgen. Seguendo l'impulso dato da Bohr nel 1913, per quindici anni i fisici furono occupati a decifrare le misteriose leggi che governano questi moti sul gran libro degli spettri degli elementi. Queste leggi venivano infine enunciate in forma che si può dire definitiva con la nuova *meccanica quantistica*, sviluppata principalmente da De Broglie, Heisenberg, Schroedinger e Dirac, la quale introduce nella trattazione dei problemi dell'atomo metodi e concetti profondamente estranei alla meccanica classica.

Questo progresso nella fisica atomica si è potuto svolgere senza che occorresse approfondire la conoscenza del nucleo. Per quello che riguarda la spettroscopia, sia della regione ottica che dei raggi X, tutto quello che occorre sapere è che il nucleo ha massa molto grande in confronto a quella degli elettroni, ed ha una carica elettrica positiva che produce nello spazio circostante un campo di Coulomb. D'altra parte i fenomeni radioattivi mostrano che, almeno in certi casi, anche il nucleo non è qualche cosa di primordiale e di immutabile, che dobbiamo ammettere qual'è senza cercare di renderci conto della sua costituzione. Anche nel nucleo avvengono trasformazioni che hanno qualche somiglianza con quelle che vediamo accadere negli atomi, e non c'è ragione perchè non dobbiamo ricercare le leggi che le regolano. Questa indagine è quanto mai ardua, e i risultati raggiunti sono ancora scarsi e frammentari. Tuttavia vale la pena di conoscere lo stato odierno di questo problema, perchè esso costituirà il campo di ricerche più importante della fisica di domani, ed anzi il solo, secondo il Prof. Corbino, nel quale possiamo ritenere prevedibile la scoperta di fenomeni nuovi.

***

Le proprietà del nucleo più facilmente determinabili e perciò meglio note sono la sua carica elettrica e la sua massa.

La *carica* nucleare è positiva e in valore assoluto è un multiplo intero della carica elementare o elettronica $e = 4{,}77 \times 10^{-10}$ U. E. S. Essa determina il numero di elettroni Z di cui il nucleo dovrà circondarsi per formare un atomo neutro. Z è detto *numero atomico*; esso coincide col numero d'ordine dell'elemento nel sistema periodico e determina tutte le proprietà chimiche dell'atomo.

Il nucleo di carica uno o nucleo di idrogeno ha importanza particolare in quanto che lo si ritiene il costituente ultimo dell'elettricità positiva, ed ha ricevuto il nome di *protone*.

Le *masse* nucleari sono oggi conosciute con notevole precisione, almeno in valore relativo. Esse coincidono press'a poco con le masse o pesi atomici, essendo la massa degli elettroni esterni trascurabile, e si sogliono misurare attribuendo convenzionalmente il valore 16 alla massa dell'atomo di ossigeno.

I pesi atomici determinati chimicamente hanno valori interi o frazionari. Ma allorchè metodi moderni di indagine, quali gli spettrografi a massa di J. J. Thomson e di Aston, hanno permesso di misurare la massa dei singoli atomi, anzichè quella media di un gran numero di atomi, si è trovato che tutti gli elementi dei quali il peso atomico si scostava sensibilmente da un valore intero, erano miscele di atomi di peso diverso, sebbene di identica carica nucleare, i quali vennero detti *isotopi*. La massa di ciascun isotopo ha, almeno con grande approssimazione, un valore *intero* prendendo la massa dell'ossigeno uguale a 16.

Questo fatto suggerì immediatamente l'idea che tutti i nuclei fossero costituiti da nuclei di idrogeno o protoni, con un certo numero di elettroni per portare la carica al giusto valore. In questa ipotesi, un nucleo di numero atomico Z e peso atomico A conterrà A protoni e A-Z elettroni. Per esempio, il nucleo di sodio ($Z = 11$, $A = 23$) sarebbe costituito da 23 protoni e 12 elettroni.

È certamente soddisfacente in linea di principio ridurre tutta la materia, e cioè i più che duecento nuclei diversi che si conoscono, a due costituenti elementari, il protone e l'elettrone. Ma si potrebbe obbiettare che le masse atomiche non sono multiple secondo numeri interi della massa dell'atomo di idrogeno. Il peso atomico dell'idrogeno è 1,0078; quindi, per esempio,

la massa dell'atomo di sodio dovrebbe essere $23 \times 1{,}0078 = 23{,}18$ anzichè, come risulta dalle misure, 23,00. E di più: misure di grande precisione hanno mostrato che le masse nucleari non hanno rigorosamente neppure valori interi se riferite all'ossigeno = 16.

Tutto questo non solo non esclude l'ipotesi in questione, ma anzi dà informazioni importanti sulla struttura dei nuclei. Basta considerare con Einstein che, quando un corpo acquista una certa quantità di energia W, la sua massa si accresce di

$$\Delta m = W / c^2$$

dove c è la velocità della luce. Le differenze tra le masse atomiche e i multipli della massa dell'idrogeno, sempre *negative*, si interpretano allora come corrispondenti all'energia *liberata* nel processo di formazione dei nuclei da protoni ed elettroni.

Vediamo l'ordine di grandezza di queste energie. Per esempio per il sodio si ha

$$W = 0{,}18 \times 1{,}65 \times 10^{-24} \times 9 \times 10^{20} = 2{,}67 \times 10^{-4} \quad \text{erg}$$

per atomo, essendo $1{,}65 \times 10^{-24}$ la massa del protone in grammi. Per fare dei confronti sarà opportuno misurare questa energia in altre forme. Nella fisica atomica si suol misurare l'energia in volt moltiplicati per la carica elettronica, secondo l'equazione

$$W = \frac{e\,V}{300}$$

Nel nostro caso si trova:

$$V = \frac{300\,W}{e} = \frac{300 \times 2{,}67 \times 10^{-4}}{4{,}77 \times 10^{-10}} = 1{,}68 \times 10^{8} \quad \text{volt}$$

cioè l'energia equivale a quella che acquisterebbe un elettrone in una caduta di potenziale di 168 milioni di volt!

In chimica si suole esprimere l'energia di una reazione in calorie per grammo-molecola. Nella formazione di un grammo-molecola di sodio ($6{,}06 \times 10^{23}$ atomi) si svolgerebbero

$$\frac{2{,}67 \times 10^{-4} \times 6{,}06 \times 10^{23}}{4{,}18 \times 10^{7}} = 3{,}87 \times 10^{12}$$

piccole calorie. Ciò fa apparire assai modeste le 68000 piccole calorie prodotte dalla combustione di un grammo-molecola di idrogeno.

Se l'ipotesi della formazione dei nuclei da protoni ed elettroni è vera — e oggi ciò si ritiene probabile — le energie in giuoco nel processo sono dunque gigantesche. Che ciò debba essere si capisce anche dal fatto che particelle cariche racchiuse nel piccolo spazio del nucleo (del raggio di circa 10^{-12} cm) debbono esercitare tra loro forze grandissime. E una prova sperimentale se ne ha nelle grandi energie che si liberano nei fenomeni radioattivi.

Da tutto questo emerge l'importanza della misura esatta delle masse nucleari. La figura 1 mostra una curva della cosiddetta «packing fraction», cioè della percentuale della massa protonica che viene perduta nella formazione dei nuclei.

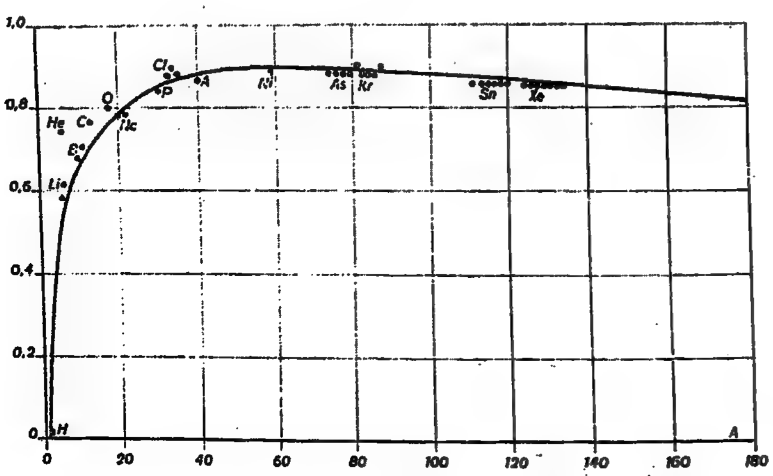


Fig. 1. - Curva della «packing fraction» in funzione del peso atomico.

Come si vede, la curva ha un andamento assai regolare, e presenta un massimo per pesi atomici intorno a 60.

Varie ragioni, e in prima linea i fenomeni della radioattività, inducono però a credere che il processo della formazione dei nuclei avvenga in due stadi. Anzitutto da quattro protoni e due elettroni si formerebbe il nucleo di elio o *particella* α ($A = 4$, $Z = 2$). Poi con particelle α, elettroni, ed eventualmente alcuni protoni «liberi», si formerebbero i nuclei più pesanti. Sta il fatto che la particella α se anche, come si suppone, è costituita da protoni ed elettroni, ha una struttura particolarmente stabile e compatta, poichè non si è riusciti ancora a decomporla in alcun modo.

***

Passiamo a considerare le trasformazioni che subiscono i nuclei. Esse sono di due tipi, *disintegrazioni naturali* o *radioattive* e disintegrazioni *artificiali*.

La radioattività ha costituito fino a ieri un capitolo della fisica completamente a sè, e rappresenta nell'infinitamente piccolo un qualche cosa di analogo ai fenomeni astronomici: nel senso che il fisico può stare a guardarli, ma non può esercitarvi sopra azione alcuna.

Le trasformazioni radioattive consistono nel fatto che una sostanza iniziale (per esempio l'uranio) dà luogo a successivi elementi, per emissione dal nucleo di particelle α oppure di particelle β, ossia elettroni. Naturalmente, si ha nel primo caso una diminuzione di due, nel secondo un aumento di una unità nella carica nucleare, cioè nel numero atomico (legge dello spostamento radioattivo).

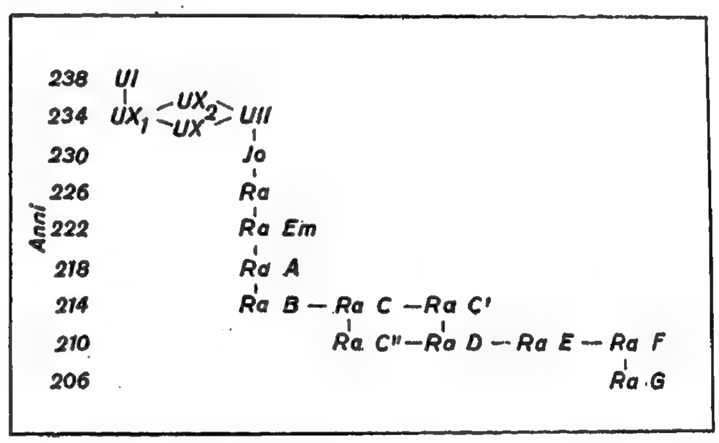


Fig. 2. - Famiglia radioattiva del radio. A sinistra è indicato il peso atomico degli elementi che si trovano sulla riga corrispondente. Atomi che si ottengono l'uno dall'altro per trasformazioni β si trovano perciò sulla stessa riga.

La serie di trasformazioni della famiglia del radio è rappresentata nella figura 2. Le altre due famiglie radioattive, del torio e dell'attinio, presentano serie del tutto analoghe.

La sola legge che regola una di queste trasformazioni è che il numero di atomi che si disintegrano nel tempuscolo dt è proporzionale al numero di atomi esistenti N, cioè:

$$d\,N = -\lambda N dt$$

dove λ è la *costante di disintegrazione*. Ne segue

$$N = N_0\, e^{-\lambda t}$$

da cui si deduce che $1/\lambda$ misura il tempo che deve trascorrere perchè la sostanza si riduca a $1/e = 0{,}36$ volte la quantità iniziale. Si introduce spesso la *vita media* T, definita come il tempo nel quale la sostanza si riduce a metà, e che si trova facilmente essere

$$T = 0{,}693 / \lambda$$

La vita media delle sostanze radioattive varia tra 10^{-11} secondi (torio C') e alcuni miliardi di anni (torio, uranio). Non

si è riusciti ad accelerare o a ritardare la disintegrazione radioattiva con alcun agente fisico.

La legge delle trasformazioni radioattive ha occupato per molti anni nella fisica una posizione singolare. Si consideri che, preso un atomo di radio, non è possibile determinare se si decomporrà emettendo una particella α entro un minuto, oppure se durerà per diecimila anni. Possiamo dire soltanto che, prendendone un gran numero, fra 2000 anni press'a poco la metà si saranno trasformati. Ci si è trovati così per la prima volta davanti a un caso che ci ha indotti a sospettare l'esistenza di fenomeni fisici i quali non seguono leggi rigorosamente deterministiche, ma *probabilistiche*, cioè dotate soltanto di una validità statistica quando vengano applicate a un grande numero di casi. Questa concezione era così estranea allo spirito della fisica classica, che per molto tempo si è rinunziato a ogni tentativo di spiegazione dei fenomeni radioattivi.

La meccanica quantistica ha avuto per conseguenza che, in luogo di ricondurre la radioattività a obbedire a leggi causali come quelle della fisica classica, si sono assegnate leggi probabilistiche a *tutti* i fenomeni elementari del mondo atomico. Questo ha fatto intravedere la possibilità di costruire una teoria del nucleo e delle trasformazioni radioattive. Ci manca ancora la conoscenza delle forze che si esercitano tra corpuscoli a distanze così piccole tra di loro quali si trovano le particelle α e gli elettroni nei nuclei. Si sa già da esperienze di Rutherford e della sua scuola sull'urto tra particelle α che per piccole distanze la legge di Coulomb non vale più, e anzi è probabile che a distanze brevissime prevalgano forze *attrattive* malgrado le cariche elettriche dello stesso segno.

Un tentativo notevolissimo di teoria del nucleo è stato fatto

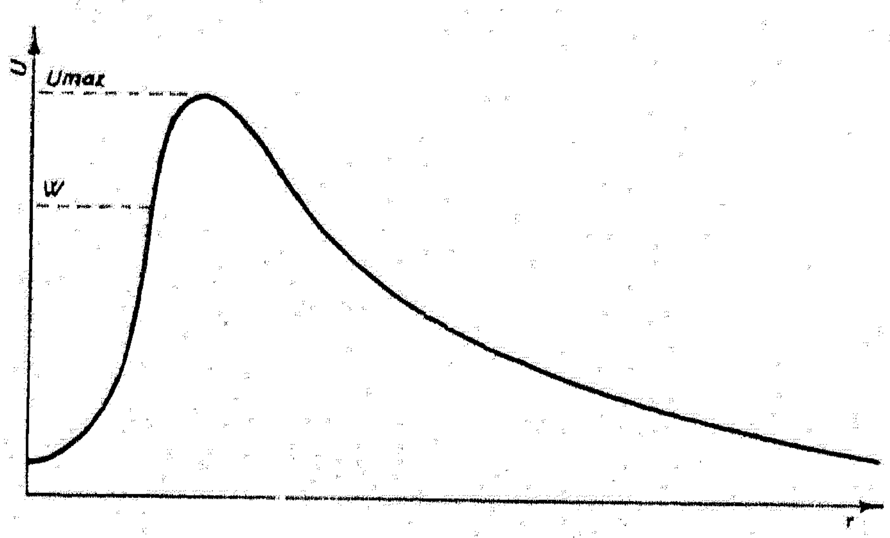


Fig. 3. - Energia potenziale della particella α nel nucleo, in funzione della distanza dal centro.

da Gamow, per spiegare l'emissione di particelle α. Queste vengono supposte racchiuse nel nucleo e la loro energia potenziale $U(r)$ in funzione della distanza r dal centro avrebbe l'andamento che è rappresentato nella figura 3.

La particella α si troverebbe quindi in una buca di potenziale molto profonda e se, come dobbiamo supporre, ha un'energia W minore di quella $U_{\max}$ che corrisponde all'energia potenziale nel punto più alto della curva, secondo la teoria classica essa rimarrebbe per sempre a oscillare nell'interno del nucleo. Ma, secondo la meccanica quantistica, una particella materiale ha anche delle proprietà ondulatorie e le onde di De Broglie possono fare quello che a una particella classica non sarebbe mai possibile: possono, diciamo così, filtrare attraverso a un'alta parete di potenziale, anche se l'energia del corpuscolo che rappresentano è minore dell'energia potenziale che si ha alla sommità della parete stessa. Queste onde usciranno dal nucleo tanto più facilmente, quanto maggiore è l'energia W, perchè avranno una parete sempre più sottile e più bassa da superare. Facendo il calcolo, si trova così una relazione tra l'energia delle particelle emesse e la costante di disintegrazione λ, della forma

$$\log \lambda = A + B \log W$$

Questa relazione, in cui A e B sono due costanti, vale entro a ciascuna famiglia radioattiva con singolare precisione, malgrado l'estrema diversità dei valori di λ tra una sostanza e l'altra, ed è nota da tempo empiricamente come la *legge di Geiger e Nuttall.* La figura 4 la illustra per la famiglia del radio. Questa coincidenza tra la legge sperimentale e il risultato dei calcoli è una prova assai convincente che la teoria di Gamow contiene il germe della spiegazione dei fenomeni radioattivi.

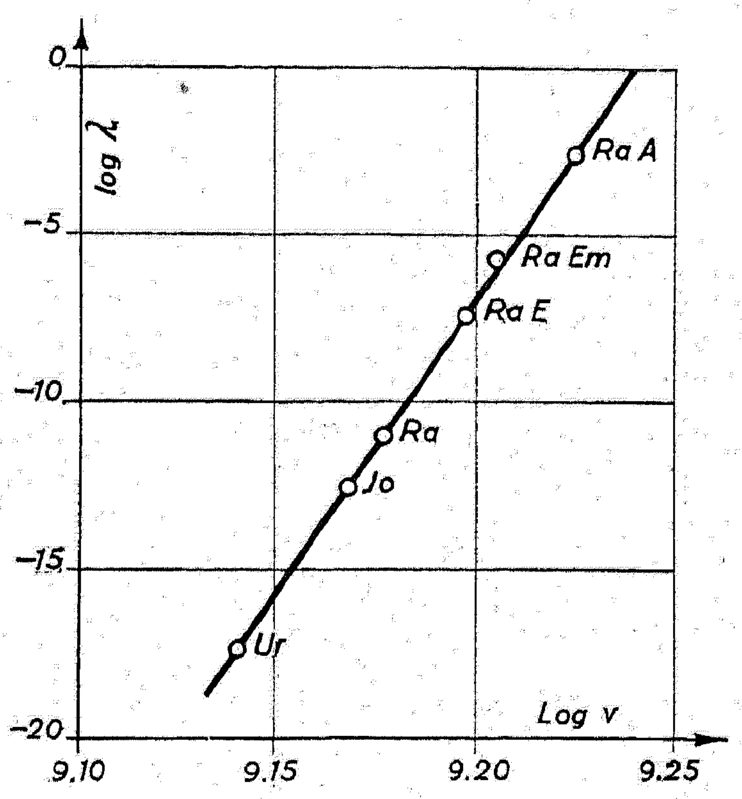


Fig. 4. - La legge di Geiger e Nuttall.

Le particelle α emesse da ciascuna sostanza hanno un'energia ben determinata, come si è stabilito sia misurandone il percorso o « range » nell'aria, sia valutandone direttamente la velocità dalla deviazione che subiscono in un campo magnetico. Per esempio, le particelle α del torio C', le più veloci che si conoscano, hanno un'energia di 8,9 milioni di volt-elettrone.

Segue da questo fatto che le particelle α nel nucleo devono trovarsi in *stati quantici* di energia ben definita, come gli elettroni nell'atomo. Ciò è confermato anche dal fatto che le trasformazioni radioattive sono accompagnate da emissione di radiazioni di altissima frequenza o *raggi* γ, le quali presentano frequenze caratteristiche per ciascun nucleo. Queste righe spettrali si suppongono emesse da particelle α nucleari le quali, dopo una trasformazione radioattiva, vengono a trovarsi in uno stato quantico *eccitato* e cadono in uno stato di minore energia, essendo la frequenza della radiazione determinata dalla notissima relazione di Bohr

$$h\nu = W_1 - W_2$$

Per i raggi γ, il quanto $h\nu$ può raggiungere il valore di alcuni milioni di volt-elettrone. Si pensi, per fare un confronto delle energie in giuoco, che il quanto della luce visibile è dell'ordine di grandezza di due o tre volt-elettrone.

Gli spettri dei raggi γ sono stati assai ben studiati, sia direttamente come quelli dei raggi X mediante la diffrazione sopra un reticolo cristallino, sia utilizzando un *effetto fotoelettrico* da essi prodotto. Un quanto di radiazione γ può anche prima di uscire dall'atomo stesso nel cui nucleo ha avuto origine, cedere tutta la propria energia a un elettrone esterno, il quale acquista così una velocità che, in certi casi, raggiunge il 99 % della velocità della luce. Questa velocità si può misurare direttamente mediante la deviazione in un campo magnetico, e se ne deduce il valore del quanto $h\nu$.

I raggi β così prodotti, o *secondari*, non vanno confusi con quelli emessi direttamente dal nucleo nelle trasformazioni β, o *primari*. Su questi ultimi i dati sono più incerti, si sa tuttavia che la loro energia è pure dell'ordine di grandezza del milione di volt-elettrone.

È interessante notare che nella serie completa di trasformazioni dall'atomo di uranio a quello del radio G, l'energia totale liberata è equivalente a circa 60 milioni di volt-elettrone. Tale energia è dunque dell'ordine di grandezza di quella che abbiamo calcolato corrispondere alla perdita di massa nella formazione dei nuclei, e rende plausibili le ipotesi che abbiamo enunciate a questo proposito.

***

Veniamo ora a parlare delle disintegrazioni artificiali, campo anche questo nel quale le ricerche fondamentali sono dovute a Rutherford. Egli trovò che nell'urto di particelle α contro nuclei di azoto si sprigionavano dei corpuscoli dotati di grande energia, che furono riconosciuti come nuclei di idrogeno. Era questa la prima volta che si riusciva a disintegrare un nucleo non radioattivo.

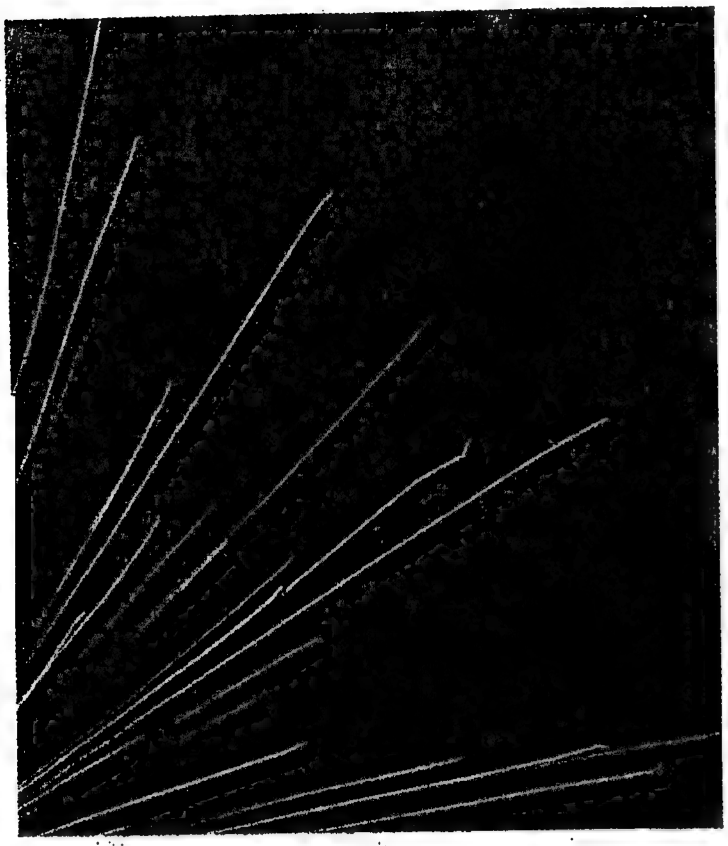


Fig. 5. - Tracce di particelle α.

Ulteriori esperienze mostrarono che altri nuclei leggeri, per esempio, in misura notevole, il boro e l'alluminio, emettono protoni nell'urto con particelle α sufficientemente veloci. Questi protoni hanno talvolta energie superiori a quella della particella urtante, cioè nel processo di disintegrazione artificiale si libera dell'energia dal nucleo. In altri casi si ha invece immagazzinamento di energia.

Il cammino seguito da una particella veloce nell'aria si può rendere visibile col metodo di Wilson della nebbia. Se l'aria contiene vapore d'acqua soprasaturo, ciascuno degli ioni prodotti dalla particella (in numero di alcune diecine di migliaia per centimetro) diviene centro di condensazione di una gocciolina d'acqua, e la traiettoria del corpuscolo si manifesta come un sottile filo di nebbia. Questo metodo è particolarmente adatto allo studio dei fenomeni nucleari, perchè permette di seguire quello che accade di ogni singola particella. Esso è stato applicato con successo anche alle disintegrazioni artificiali e ha mostrato che quando una particella α libera un protone da un nucleo essa è catturata dal nucleo stesso.

Segue da questo, per esempio, che nella disintegrazione del nucleo di azoto ($Z = 7$, $A = 14$) deve risultare un nucleo avente $Z = 8$, $A = 17$ perchè si ha perdita di un protone e acquisto di una particella α. Quest'ultimo nucleo è un isotopo dell'ossigeno, e recentemente è stato infatti trovato, per altra via, come costituente dell'ossigeno atmosferico. Ciò costituisce una notevole conferma dell'interpretazione delle esperienze di Rutherford e Chadwick.

I nuclei si comportano molto diversamente l'uno dall'altro per quanto riguarda la possibilità di disintegrarli. Per esempio, a quanto pare, non è possibile estrarre protoni da nuclei di peso multiplo di quattro, per es. C_{12}, O_{16}. Questo si interpreta ammettendo che in questi nuclei tutti i protoni siano riuniti a formare particelle α, le quali, come si è detto, sono estremamente stabili, e forse si decomporrebbero soltanto con un'energia ancora maggiore di quella che abbiamo a disposizione.

In generale gli elementi più disintegrabili sono quelli di numero atomico dispari. Che i nuclei di numero atomico pari siano più stabili risulta anche dal fatto che essi posseggono maggior numero di isotopi e che entrano in percentuale di gran lunga maggiore nella composizione della crosta terrestre.

Riportiamo una tabella degli isotopi conosciuti degli elementi leggeri, perchè presenta regolarità notevoli, che appaiono a una semplice ispezione senza che sia necessario illustrarle ulteriormente.

Isotopi degli elementi leggeri.

Z			
1	H_1		
2	He_4		
3	Li_6	Li_7	
4	Be_8	Be_9	
5	B_{10}	B_{11}	
6	C_{12}	C_{13}	
7	N_{14}	N_{15}	
8	O_{16}	O_{17}	O_{18}
9	F_{19}		
10	Ne_{20}	Ne_{21}	Ne_{22}
11	Na_{23}		
12	Mg_{24}	Mg_{25}	Mg_{26}
13	Al_{27}		
14	Si_{28}	Si_{29}	Si_{30}
15	P_{31}		
16	S_{32}	S_{33}	S_{34}

***

Vogliamo per ultimo accennare ad alcune notevoli proprietà nucleari sulle quali soltanto molto recentemente si sono ottenute informazioni. Intendiamo parlare dei dati sopra i momenti meccanici e magnetici e sopra la statistica dei nuclei che si deducono dallo studio degli spettri ottici degli atomi e delle molecole.

Abbiamo detto da principio che la struttura del nucleo non influisce sugli spettri ordinari. Ciò è vero finchè non si considerino certe particolarità che fino a qualche anno fa erano passate quasi inosservate e su cui ora invece si è concentrata l'attenzione dei fisici.

Si sa da tempo che l'elettrone si comporta come un corpo carico di elettricità rotante sopra se stesso, e quindi possiede un *momento meccanico intrinseco*, che è dato da

$$p = h/4\pi$$

e un corrispondente *momento magnetico*

$$\mu_0 = eh/4\pi mc \quad U. E. M.$$

La presenza di questi momenti ha importanza essenziale per la struttura degli spettri e per la costituzione del sistema periodico degli elementi.

Viene allora naturale domandarsi se un momento analogo non debba essere attribuito anche ai nuclei, tanto più nell'ipotesi che essi contengano degli elettroni.

L'esperienza mostra che, se vi è un momento magnetico del nucleo, esso deve essere molto piccolo, perchè non dà luogo a modificazioni appariscenti delle righe spettrali. Tuttavia, recentemente è stato messo in chiaro che le cosiddette *strutture fini* delle righe sono proprio dovute a un'azione del nucleo. In alcuni casi, per esempio, per il bismuto, è stato possibile misurare con esattezza il momento meccanico, che è *sempre* un multiplo intero di $h/4\pi$ (per il Bi si ha $p = 9h/4\pi$) e cono-

scere l'ordine di grandezza del momento magnetico, che è di circa un millesimo di quello elettronico.

Altri dati importanti sul nucleo si ricavano dagli *spettri di bande* emessi da *molecole* con due nuclei uguali, come N_2, O_2, H_2 ecc. La meccanica quantistica fa prevedere curiose proprietà degli spettri di queste molecole, e cioè righe alternativamente

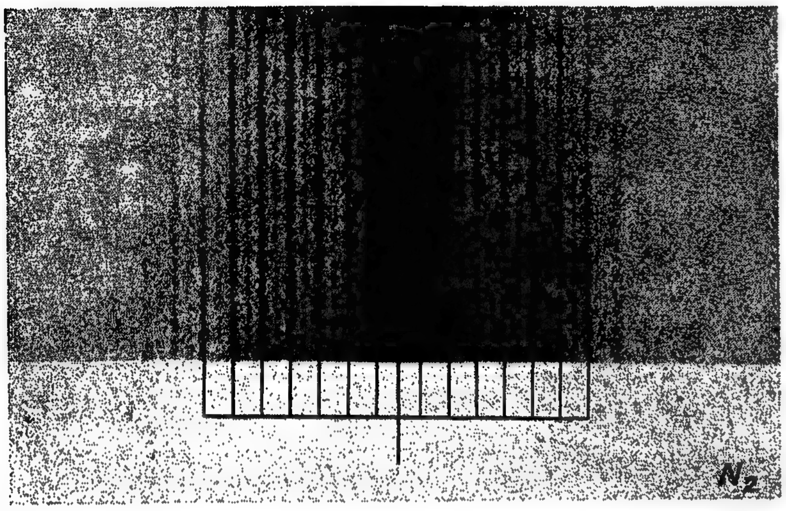


Fig. 6. - Intensità alternate nello spettro dell'azoto, dovute al momento del nucleo.

deboli e *intense* o alternativamente *mancanti* secondo che esiste o meno un momento nucleare. Questi fenomeni si osservano effettivamente; per esempio la figura 6 riproduce uno spettro dell'azoto mostrante le intensità alternate, ottenuto dallo scrivente.

Da questi fatti si può dedurre il valore del momento meccanico nucleare. Si è trovato, fra l'altro, il risultato che il protone ha un momento meccanico uguale a quello dell'elettrone.

Dai fenomeni delle intensità alternate si può determinare anche se i nuclei soddisfano al *principio di esclusione di Pauli* e cioè alla *statistica di Fermi* come gli elettroni (1), oppure se stanno volentieri nello stesso stato quantico, ossia obbediscono alla *statistica di Bose-Einstein*. Nella tabella seguente abbiamo raccolto i dati relativi al momento meccanico e alla statistica di alcuni nuclei leggeri. Si noti che il protone ha statistica di Fermi.

Nucleo	H	He	C_{12}	N_{14}	O_{16}
Momento meccanico	$h/4\pi$	0	0	$h/2\pi$	O
Statistica	F	B	?	B	B

Infine gli spettri delle molecole biatomiche permettono di determinare la presenza di isotopi. I due nuclei della molecola sono legati alla loro distanza di equilibrio da forze elastiche, e possono oscillare nella direzione della retta che li congiunge. La *frequenza di oscillazione* dipende dalle masse dei nuclei e, siccome essa può misurarsi con gran precisione dagli spettri, si può stabilire se un elemento è una miscela di atomi di masse differenti. Con questo metodo sono stati scoperti numerosi isotopi e in particolare recentemente gli isotopi C_{13}, N_{15}, O_{17}, O_{18}, i quali costituiscono una piccola percentuale (da un millesimo a un decimillesimo) dei rispettivi elementi, e non potevano essere rivelati per altra via.

***

I fatti che abbiamo esposto costituiscono, nelle grandi linee, quello che conosciamo del nucleo atomico. Si tratta ancora di un insieme di cognizioni frammentarie, legate qua e là da qualche tentativo di teoria grossolanamente qualitativa. Qualche risultato generale si può ammettere come estremamente plausibile. Per esempio, le disintegrazioni radioattive dei nuclei pesanti e quelle artificiali dei nuclei leggeri ci mostrano che nel nucleo sono contenuti elettroni, protoni e particelle α. Se a questi fatti si aggiunge la regola dei numeri interi per le masse atomiche, è difficile sottrarsi alla conclusione che tutta la materia sia costituita, in ultima analisi, da protoni ed elettroni. Certamente queste particelle, costrette nell'angusto spazio del nucleo, — si pensi che nel nucleo di uranio si trovano 238 protoni e 146 elettroni — devono obbedire a leggi profondamente diverse da quelle a cui sono soggette quando si trovano a distanze relativamente grandi fra loro, come nell'esterno degli atomi e delle molecole. Non sappiamo ancora pressochè nulla di queste leggi e, d'altra parte, è dubbio se la meccanica quantistica nella sua forma attuale sia adeguata a trattare problemi di questo genere, nei quali l'ordine di grandezza delle distanze e delle energie è cosi diverso da quello dei casi per i quali la teoria è stata costruita.

Molte volte si è fantasticato sopra possibili applicazioni pratiche di queste enormi energie dei fenomeni nucleari. Dalle considerazioni che abbiamo svolto risulta che una immensa quantità di energia si libererebbe sintetizzando gli elementi dall'idrogeno. Ma sulla possibilità concreta di questo processo sarebbe prematura qualsiasi affermazione.

Il quadro che abbiamo presentato forma un singolare contrasto con quelle teorie fisiche logiche e complete di cui la relatività e la teoria dei quanti ci hanno dato esempi recenti. Ma appunto per essere in questo stadio di sviluppo la ricerca del nucleo è oggi affascinante; e, se pensiamo ai progressi vertiginosi della fisica nei venti anni trascorsi, siamo indotti a bene sperare anche per l'indagine di questo ultimo e più recondito dominio della Natura.

F. RASETTI.

(1) V. un articolo dell'A. nel numero di febbraio 1930 di questa Rivista.

ING. ELVIO SOLERI - DOTT. MICHELE FOÀ

I raggi ultravioletti

Applicazione ai materiali isolanti della elettricità

I – I RAGGI U. V.

I raggi ultravioletti corrispondono alle radiazioni che si trovano verso il limite superiore della gamma delle frequenze delle oscillazioni che danno luogo ai raggi visibili, si che essi sono compresi in parte nella zona di questi raggi ed in parte nella zona superiore, corrispondente alle vibrazioni di lunghezza d'onda compresa tra 1 e 80 milionesimi di millimetro, che non danno più effetti sensibili all'occhio umano.

Mentre lo spettro della visibilità giunge ad onde luminose della lunghezza compresa tra 3800 A_s (1) e 4000 A_s (2), la minima lunghezza d'onda dei raggi ultravioletti già ritenuta di 2200 A_s, quale fu misurata da Mascart nel 1867, venne recentemente riconosciuta coll'affinarsi dei metodi sperimentali di 144 A_s, come ha dimostrato recentemente Millikan.

Al di là di questo limite dovrebbero apparire i raggi X, ma effettivamente non esiste una netta separazione tra questi raggi e quelli U. V. Come ha dimostrato ultimamente Holweck si ha tutta una banda di raggi che godono ad un tempo delle proprietà dei raggi U. V. e di quelli X, cioè, come i raggi X, sono assorbiti dalla materia senza tenere conto dei legami molecolari, mentre godono delle proprietà di riflessione e di diffrazione dei raggi luminosi.

Data una così grande ampiezza della zona spettrale di questi raggi, estensione maggiore di quella competente a tutti i raggi visibili, essi hanno proprietà molto diverse. Anzi l'intiero spettro di questi raggi non è ancora del tutto conosciuto e le principali applicazioni realizzate fino ad oggi riguardano solo le oscillazioni di maggiore lunghezza d'onda, cioè quelle più prossime ai raggi visivi.

Lo spettro dell'ultravioletto può essere diviso in tre sezioni.

La prima da 4000 A_s a 2800 A_s comprendente sovratutto i raggi ultravioletti solari. I raggi di questa sezione hanno particolari applicazioni biologiche e terapeutiche.

La seconda sezione corrispondente alle lunghezze d'onda da 2800 A_s a 1200 A_s ha dato luogo particolarmente alle applicazioni fisico-chimiche, tra le quali quelle che formano oggetto del presente studio.

La terza sezione è quella che è situata al di là di 1200 A_s è, si può dire ancora inesplorata.

II – PRODUZIONE DEI RAGGI U. V.

I raggi U. V. esistono naturalmente nella luce solare che comprenderebbe una grande quantità di coteste radiazioni ove l'atmosfera non costituisse un potente mezzo assorbente delle oscillazioni di alta frequenza, si che di tutta la gamma delle lunghezze d'onda competente ai raggi U. V. si può ritenere che vengano lasciate passare solo quelle maggiori di 3100 A_s.

Le radiazioni ultraviolette si possono anche realizzare artificialmente, sia colla incandescenza dei corpi solidi, liquidi e gazosi, cogli archi, colle scintille, come anche mediante le scariche elettriche nei gas rarefatti.

Le radiazioni ottenute dalla incandescenza dei corpi solidi, come i filamenti delle lampade ad incandescenza, reticelle Auer, carboni di lampade ad arco, ecc. come anche quelle provenienti da metalli in fusione, non contengono nel loro spettro che raggi ultravioletti di grande lunghezza d'onda, meno attivi nelle loro proprietà.

Per le ricerche scientifiche e particolarmente per lo studio delle radiazioni a piccola lunghezza d'onda servono meglio le scariche nei gas rarefatti e le emissioni elettroniche nei tubi a vuoto.

Gli archi elettrici sono invece gli apparecchi generalmente usati per le applicazioni terapeutiche e chimiche, perchè possono irradiare una grande quantità di energia con molta ricchezza di raggi ultravioletti.

La regolazione della lunghezza d'onda di questi raggi può essere fatta entro limiti abbastanza sicuri e con appositi schermi filtranti si possono isolare le irradiazioni più opportune con rendimenti relativamente alti.

Gli archi impiegati per la produzione dei raggi U. V. possono essere del tipo a carbone, ovvero del tipo a vapori di mercurio. Negli apparecchi a carbone l'arco può avere gli elettrodi di carbone puro, ovvero metallici od anche di carbone mineralizzato.

Con questi due ultimi sistemi si possono facilmente ottenere mediante metalli appropriati, radiazioni diverse di determinata lunghezza d'onda, molto ricche in raggi U. V.

Gli archi a carboni hanno però un funzionamento non del tutto tranquillo e regolare, sono soggetti a variazioni di intensità luminosa e sono spesso intermittenti. Si hanno anche produzioni di gas che disturbano le esperienze.

Di uso generale per le applicazioni di cui ci occupiamo nel presente studio sono invece gli archi entro vapori di mercurio.

Le lampade a vapori di mercurio, nelle quali l'arco è ottenuto in una atmosfera di mercurio tra due elettrodi, il catodo in mercurio e l'anodo di un metallo non attaccato dal mercurio: ferro, nikel, platino, tungsteno, sono ben note per le larghe applicazioni che hanno nel campo di illuminazioni speciali e della fotografia. Per gli usi di laboratorio chimico quale sorgente di raggi U. V. la lampada a vapori di mercurio è costituita da una ampolla in quarzo fuso, le cui estremità sono attraversate da spine di metallo *Invar*, avente un coefficiente di dilatazione sensibilmente eguale a quello del quarzo.

Tali spine fanno contatto con gli elettrodi delle lampade, e queste estremità sono raffreddate con circolazione di acqua ovvero mediante alette metalliche.

La lampada a vapori di mercurio funziona tanto a corrente continua che alternata. Colla corrente continua si realizzerebbe,

(1) L'unità Angstrom A_s (dal nome del celebre fisico svedese che ha fatto una prima serie di misure precise di lunghezza d'onda) vale un decimillesimo di micron (millesimo di millimetro).

(2) Effettivamente la retina sarebbe impressionata dai raggi ultravioletti compresi tra 4000 e 3500 A_s mentre la cornea assorbirebbe e radiazioni di circa 2900 A_s ed il cristallino di circa 3500 A_s.

come è noto, un maggiore rendimento, ma l'uso ne è limitato non essendo frequente la disponibilità di questa corrente.

Per la corrente alternata, la lampada è costruita a due rami, con un auto-trasformatore di tensione per utilizzare le due semi-onde di ogni periodo, in conseguenza della nota proprietà dell'arco a vapori di mercurio di lasciarsi attraversare in una sola direzione dalla corrente elettrica.

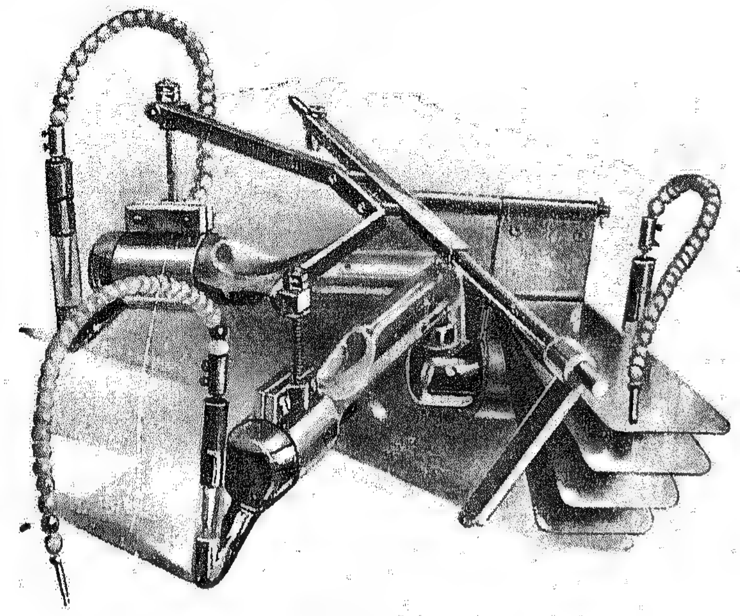


Fig. 1. - Corpo illuminante della lampada.

La fig. 1 rappresenta il corpo illuminante della lampada Gallois a c. a. da noi adoperata e la fig. 2 l'insieme della lampada.

III – Azioni dei raggi U. V.

Le azioni fisico chimiche dei raggi U. V. sono dovute alla serie di trasformazioni, e di assorbimento che subisce la energia di un fascio di raggi luminosi quando attraversa un complesso molecolare non trasparente.

Una certa parte della energia irradiata si consuma producendo calore e dà luogo a *fenomeni termici;* questi fenomeni sono propri sovratutto dei raggi infrarossi ed in generale di quelli luminosi.

La energia radiante può invece dare luogo a pressioni sulla struttura atomica dei corpi che incontra, modificandola e quindi, disgregando la materia, dare luogo a fenomeni di trasformazione.

In primo luogo può modificare i rapporti rispettiv idegli atomi provocando la apparizione o la scomparsa brusca di alcune molecole, sconvolgendo e riassettando i loro atomi; ne nascono i *fenomeni foto-chimici.*

L'energia assorbita può pure modificare lo stato cinetico di ciascun atomo provocando il passaggio di elettroni da una orbita ad un altra ed abbiamo i *fenomeni di fluorescenza e di luminescenza.*

Se poi l'energia radiante giunge a modificare l'equilibrio elettronico dell'atomo, si ha la espulsione di elettroni, si hanno cioè i *fenomeni foto-elettrici* e *radioattivi.*

Per gli scopi pratici delle applicazioni dei raggi U. V., allo stato attuale interessano solo le manifestazioni foto-chimiche e quelle di fluorescenza.

I fenomeni foto-chimici.

Questi fenomeni erano già noti prima che fossero riconosciuti come dovuti ai raggi U. V. e costituiscono la ragione di molte reazioni naturali largamente diffuse e di gran parte dei fenomeni biologici.

Le reazioni prodotte dai raggi U. V. sono essenzialmente reazioni di ossidazione e di decomposizione.

Queste reazioni di facile realizzazione sono quelle che vengono impiegate nel nostro laboratorio per determinare ed accelerare azioni di invecchiamento e di usura per la prova delle sostanze isolanti.

L'azione ossidante può dare luogo a fenomeni di combustione ed a nitrificazione di composti ammoniacali ed azotati.

Gli oli isolanti, le gomme, gli smalti subiscono in breve tempo alterazioni di colore e di struttura analoghe a quelle che naturalmente si verificano in più lungo periodo.

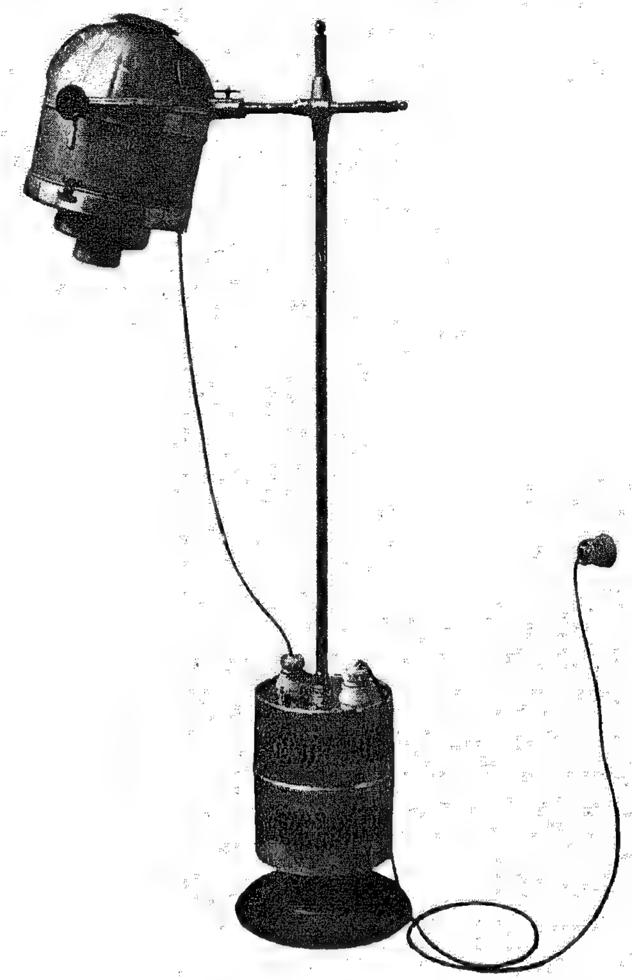


Fig. 2. - Lampada per raggi U. V.

Le reazioni di decomposizione sono particolarmente evidenti nelle sostanze organiche della serie grassa. Numerosi chimici hanno scoperto delle proprietà importanti dei raggi U. V. che agiscono sul ciclo di trasformazione del saccarosio in glucosio e levulosio, fino allo stadio terminale della aldeide formica e dell'ossido di carbonio, come su quello delle sostanze amidacee.

I raggi U. V. hanno una attiva azione sterilizzatrice in causa delle azioni biochimiche che provocano come risulta determinato dalle più recenti osservazioni, ad esempio i processi sterilizzatori delle acque, mediante l'arco elettrico, sono essenzialmente dovuti alle irradiazioni ultraviolette, che si producono largamente colle scintille elettriche.

Non è da tacere che si studiano da qualche tempo le reazioni endotermiche di questi raggi, cioè le reazioni legate ad un aumento della energia libera mentre le precedenti, di carattere esotermico, corrispondono a consumo di energia. Daniele Berthelot nelle sue classiche ricerche sulle sintesi prodotte dai raggi U.V. è giunto, partendo da una miscela di acido carbonico e di gas ammoniaco, a produrre per la azione di questi raggi l'acido formico, la più semplice delle materie quaternarie.

I fenomeni di fluorescenza.

La fluorescenza, cioè la emissione di irradiazioni è attribuita alla irradiazione che l'elettrone emana quando spostato dalla sua orbita ad un'altra, ritorna alla orbita primitiva.

Il fenomeno è quindi particolarmente facile a prodursi nei gas che a temperatura ed a pressione sufficientemente bassa sono suscettibili di divenire fluorescenti.

Le ricerche nella fluorescenza provocata dai raggi U. V. sono dovute particolarmente al Wood, che ha determinato le notevoli proprietà di questi raggi e particolarmente quelle delle radiazioni

di lunghezza d'onda corrispondente alla regione vicina a 3650 A_s, di eccitare la fluorescenza.

La maggior parte dei corpi ha la proprietà di assorbire queste onde invisibili e di trasformarle in onde visibili per l'occhio umano. Essi emettono in queste condizioni una luce il cui colore, assolutamente diverso da quello che hanno abitualmente alla luce del giorno, varia secondo la natura ed il grado di purezza dei corpi.

Ad esempio quattro corpi usati nella industria della gomma presentanti alla luce del giorno lo stesso colore bianco, il litopone, il bianco di zinco e quelli di titanio e di piombo, sotto i raggi U. V. diventano: il primo bruno, il secondo giallo canarino, il terzo violetto, il quarto biancastro.

I fenomeni della fluorescenza sono largamente utilizzati nel nostro Laboratorio Chimico per ricerche ed analisi su sostanze diverse, disponendo così di un sicuro e rapido mezzo di controllo delle sostanze impiegate nella fabbricazione.

Oltre che i fenomeni di fluorescenza si hanno effetti di fosforescenza (o luminescenza), che si differenziano dai primi in quanto che l'effetto luminoso invece di cessare subito colla eccitazione, permane ancora sia pure per un tempo brevissimo.

Per la osservazione e lo studio della fluorescenza occorre disporre di uno schermo presentante una trasparenza molto grande ai raggi U. V. dell'ordine di 3650 A_s ed opaco invece alla luce ordinaria ed a tutte le altre lunghezze d'onda.

Questo schermo, che è stato studiato dal Wood, può essere formato da un vetro contenente una forte proporzione di ossido di nikel e può trasmettere fino al 90 per cento della radiazione 3650 A_s (1).

Altro filtro che dà buoni risultati pratici è il Panscope Bernheim.

Quale sorgente di raggi, risponde molto bene la lampada a vapori di mercurio, il cui spettro contiene un gruppo di linee particolarmente intense verso la parte utile dello spettro.

Misure sui raggi U. V.

I fenomeni di fluorescenza per quanto molto evidenti e capaci di fare riconoscere ad un occhio particolarmente esercitato le luminescenze in tutte le loro sfumature, danno luogo ad un esame del tutto soggettivo e difficilmente rappresentabile con cifre, particolarmente quando si tratta di materiali presentanti la stessa colorazione con grado e sfumatura diversa.

Le misure che interessano sono ad un tempo quelle sui raggi U. V. per misurarne la lunghezza d'onda e la intensità, e quelle sulla luminiscenza proveniente dai corpi colpiti dai raggi U. V. Per la misura della lunghezza d'onda si fa riferimento ad una lunghezza d'onda campione col metodo della interferenza ovvero della interpolazione.

Quale campione di lunghezza d'onda possono servire la riga rossa dello spettro del Cadmio che è stata determinata in valore assoluto della lunghezza circa di 6438 a 4696 A_s ovvero come campione secondario le righe dell'arco tra elettrodi di ferro (2300-6700 A_s).

Per la misura di intensità si suole trasformare tutta la energia di radiazione in energia termica rivelabile e misurabile coi noti metodi. Anche in questa misura occorre fare riferimento ad un campione di radiazione col quale si paragonano gli effetti termici della radiazione da studiare.

Per quanto riflette l'esame delle fluorescenze è da usare un comparatore fotometrico studiato dai Sigg. J. Ripert e G. Bernheim.

Le due materie da paragonare sono disposte nelle stesse condizioni all'azione dei raggi U. V., e le luci emesse dalle due sostanze mediante un gioco di lenti e di prismi, sono proiettate parallelamente su due parallelepipedi a riflessione totale, dove sono esaminate mediante un oculare. L'occhio può così apprezzare e paragonare la intensità e la qualità della radiazione delle due immagini.

Con un metodo differenziale che dia modo di eguagliare la intensità luminosa delle immagini si possono avere dei dati numerici di misura di questa intensità.

IV – Applicazione ai materiali isolanti.

Queste applicazioni riguardano l'esame della fluorescenza e la azione di invecchiamento.

A) *Esame della fluorescenza.* – L'esame della fluorescenza è stato da qualche anno applicato, oltrechè a varie branche della chimica, sia organica che analitica (farmaceutica, tossicologica, ricerche giudiziarie, ecc.), specialmente quando si debba, come accade sovente, operare su quantità minime di sostanze, quale mezzo fisico molto utile nell'identificazione delle sostanze e nella verifica della purezza delle medesime.

Il metodo, oltre ad avere una grande sensibilità, presenta il vantaggio di non distruggere il campione esaminato, cosa che invece avviene per le reazioni chimiche in generale. Questo breve studio è dedicato all'esame dei materiali che vengono direttamente od indirettamente usati nella fabbricazione dei cavi e dei conduttori elettrici isolati.

Si è cercato di applicare praticamente questo metodo in modo rapido, con l'osservazione diretta dei campioni sottoposti all'azione dei raggi U. V., per la ricerca qualitativa delle singole merci; e possibilmente, in certi casi, per determinare quantitativamente e con relativa approssimazione il loro grado di purezza.

Anche se il metodo che si viene esponendo, non è rigorosamente scientifico, non si è creduto per i fini industriali, per i quali la celerità è sempre una buona e necessaria norma, di eseguire il metodo spettrometrico o spettrofotometrico consistente nell'esame dello spettro di fluorescenza e dell'intensità delle singole radiazioni che lo compongono; oppure fare arrivare sul campione un fascio di luce di determinata lunghezza di onda, tale da produrre la fluorescenza, e di esaminare la posizione di diverse bande di luce di fluorescenza, sotto uno spettrometro od uno spettroscopio tarato in lunghezza di onda.

Qui si espone il metodo seguito per il riconoscimento delle varie sostanze e vengono riprodotti il più fedelmente possibile, nelle unite tavole, i colori di fluorescenza che ne risultano, facendo notare ancora che, il metodo descritto ha sopratutto carattere comparativo (Vedi Tavv. I ÷ IV).

Per i liquidi le osservazioni furono eseguite lasciandone cadere una goccia su di un vetro a fondo nero opaco.

I solidi non polverizzabili (come grassi, paraffine, ecc.) furono esaminati su carta nera mantenendo costante lo spessore del campione a circa 2 mm.

Le polveri furono osservate su carta nera patinata con uno spessore di 0,5 ÷ 1 mm.

Colori di fluorescenza.

Gli olii minerali sono caratterizzati in genere da simpatiche colorazioni che vanno dal viola chiaro tendente al bleu *per l'olio da trasformatori*, ad un viola più scuro per *gli olii lubrificanti semifluidi.*

Alcuni olii densi usati per impregnazione, chiamati comunemente *olii per cavi*, presentano una fluorescenza che va da un verde chiaro tendente all'azzurro ad un giallo verdastro più o meno cupo.

Il petrolio dà fluorescenza viola-scuro.

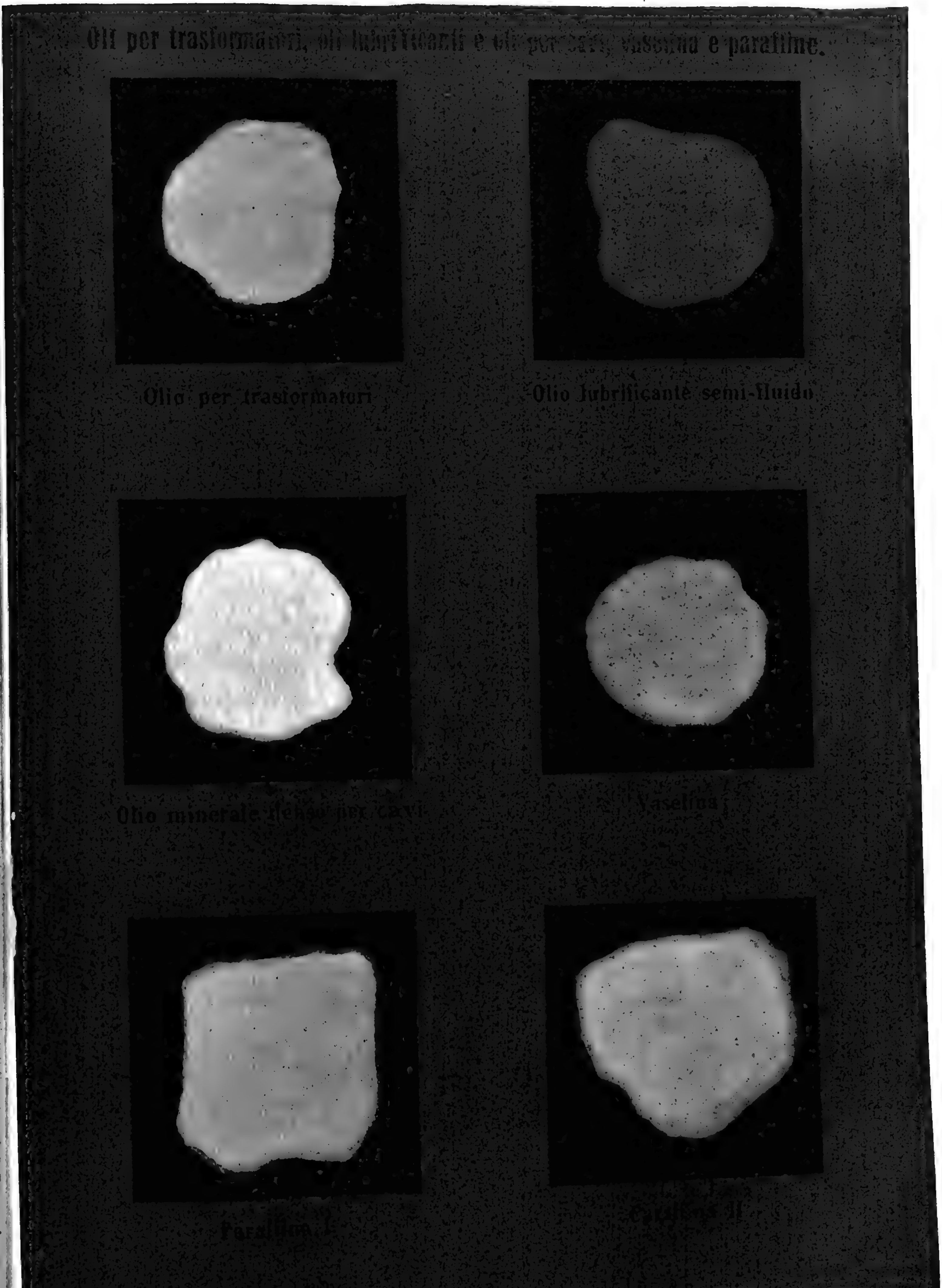
La benzina leggera non presenta alcuna colorazione notevole.

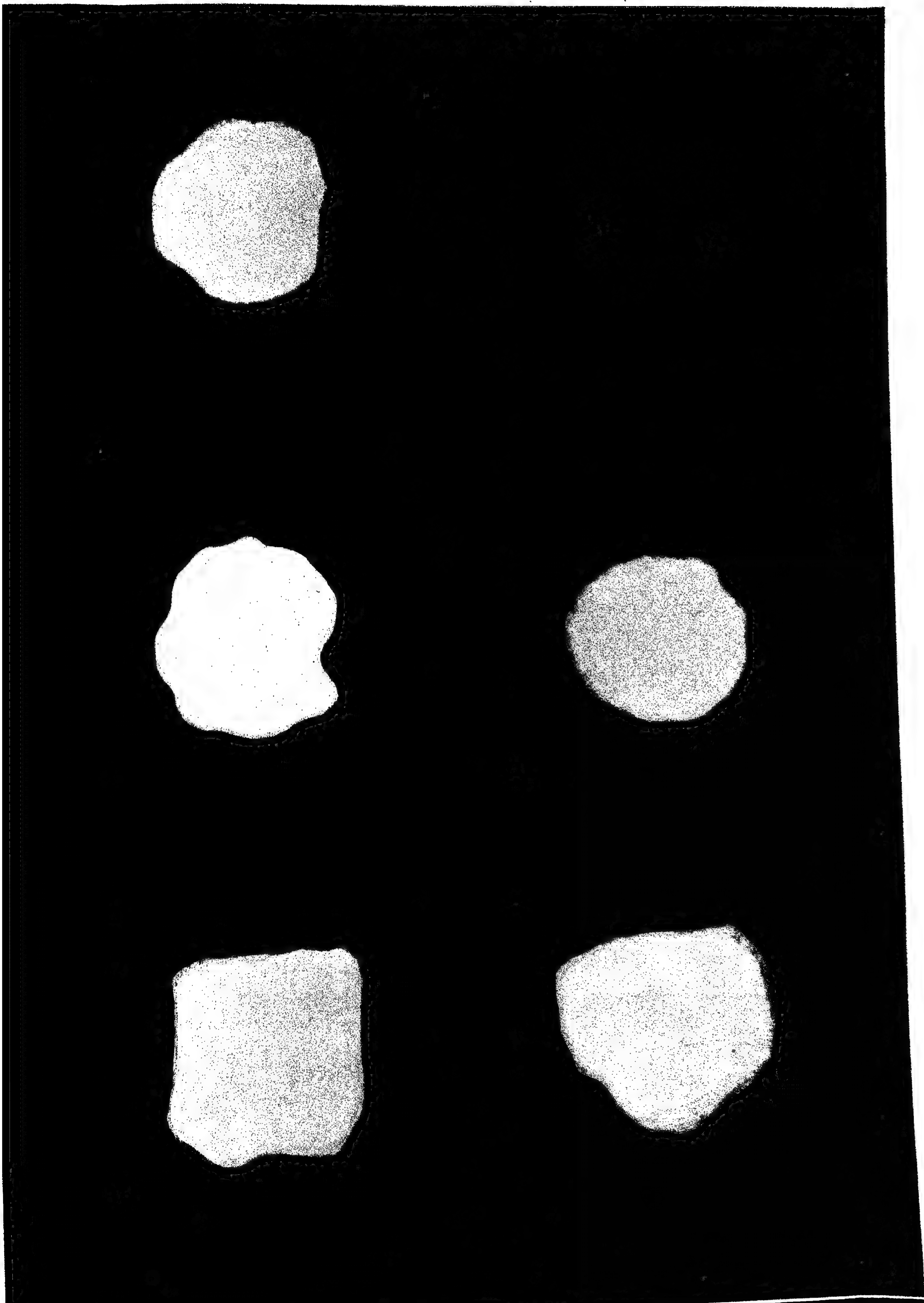
La vaselina bianca dà una colorazione azzurro-sporco.

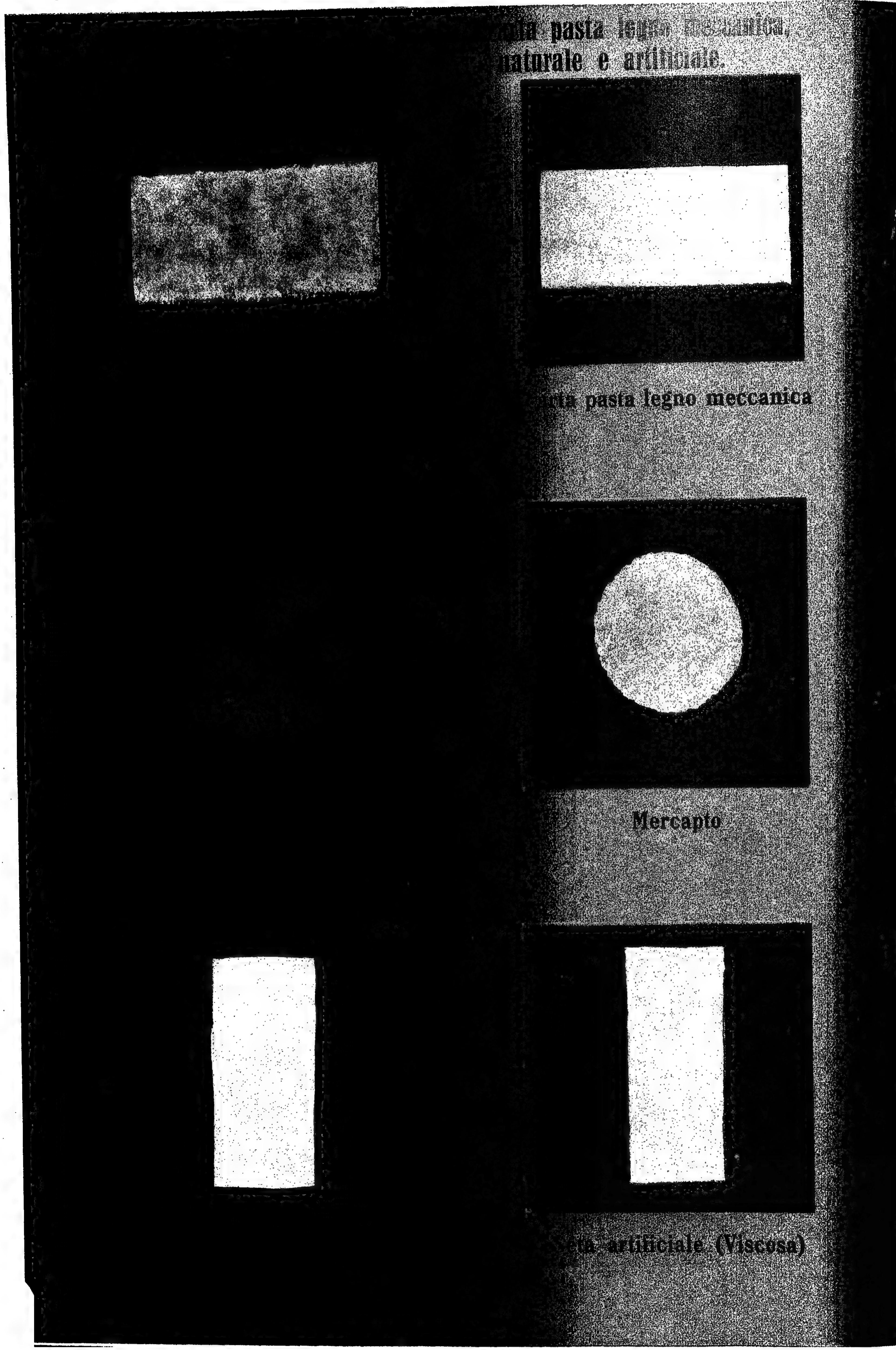
---

(1) Uno di questi vetri ha la seguente composizione:

SiO_2	50	per 100
K_2O	16	» »
BaO	25	» »
NiO	9	» »


Oli per trasformatori, oli lubrificanti e oli per cavi, vaselina e paraffine.
Olio per trasformatori
Olio lubrificante semi-fluido
Olio minerale denso per cavi
Vaselina
Paraffina I
Paraffina II




pasta
naturale e artificiale.
pasta legno meccanica
Mercapto
artificiale (Viscosa)

Il petrolatum dà una fluorescenza gialla con leggera tendenza al verdastro.

Le diverse qualità di *paraffina* si distinguono nettamente da un verdino chiaro per quelle di seconda qualità, ad un azzurro-viola per quelle di prima qualità, le migliori.

I prodotti della distillazione *del catrame di carbone fossile*, presentano colorazioni particolari che vanno dal bruno scuro per il *catrame* (depurato degli olii leggeri ed acque ammoniacali), al verde-giallo scuro per l'*olio di antracene*.

Del *catrame vegetale* (di Norvegia), a seconda dei tipi e della provenienza, si ha una fluorescenza bruno-verdastra più o meno intensa.

La *nafta densa* ha colore ocra sporco.

L'olio di lino cotto ha colore grigio feltro; quello *crudo* colore oliva.

L'olio di resina ha una fluorescenza color terra di Siena.

Il cauciù di per sè stesso non prende parte essenziale alle azioni cromatiche dei R. U. V. filtrati, ma le mescolanze di cauciù allo stato non vulcanizzato, danno diversi colori di fluorescenza, dovuti alle sostanze aggiunte.

Sono così facilmente controllabili i varii ingredienti delle miscele che compongono la gomma.

Il bianco di zinco apparisce con diversi colori di fluorescenza a seconda della qualità e del metodo di preparazione (più scuro, sempre nelle qualità pure), che si distinguono nettamente con colorazioni che vanno dal nocciola (noisette) al giallo verzino.

Il lipotono si caratterizza con una colorazione bianco-sporco.

Il solfuro di zinco con una colorazione nero-grigiastra.

seguire le trasformazioni che vengono determinate da ossidazione naturale od artificiale, e da invecchiamento del cauciù, di cui si parlerà in seguito.

Nell'esame dei filati si può distinguere facilmente *il cotone*, che non presenta fluorescenza, dalla *lana* e dalla *seta* che diventano luminose. Così dalla maggiore fluorescenza si possono distinguere le sete *naturali* da quelle *artificiali* (*neofil*).

Anche *le carte per cavi* possono essere controllate utilmente, impiegando questo sistema, e distinguere qualitativamente le carte di *cellulosa* (pasta di legno chimica), da quelle di *pasta di legno meccanica*.

Le prime danno un colore di fluorescenza bianco-gialliccio.

Le seconde una fluorescenza viola-scuro.

Si possono esaminare *le carte di canapa manilla*, le cui fibre si presentano con delle nebulosità più cariche, e quantitativamente determinare con sufficiente approssimazione la percentuale di canapa manilla, nella carta d'impasto con cellulosa di abete, pioppo, ecc.

B) *Applicazione all'invecchiamento delle gomme e delle vernici.* — È nota da tempo l'influenza che esercitano i raggi U. V. su molte sostanze.

L'invecchiamento artificiale della gomma e sue miscele per mezzo della lampada a vapori di mercurio libera (cioè senza filtro) ha fornito risultati notevoli. Ventiquattro, quarantotto, settantadue ore di esposizione di gomma per cavi alla distanza di 20 cm dalla sorgente dei raggi, ha dato conseguenze equivalenti a circa uno, due e tre anni d'invecchiamento, come risulta dalla tabella I.

TABELLA I.

RISULTATO MEDIO DI 12 VALORI OTTENUTI PER CIASCUN TIPO DI ESPERIENZA

Gomma vulcanizzata % cauciù	Stato normale appena preparata			Stato normale dopo un anno di fabbricazione			Dopo invecchiamento ai raggi ultra violetti per 24 ore			Stato normale dopo 2 anni di fabbricazione			Dopo invecchiamento ai raggi ultra violetti dopo 48 ore			Stato normale dopo 3 anni di fabbricazione			Dopo invecchiamento ai raggi ultra violetti per 72 ore		
	Allungam. %		Estratto acetonico %	Allungam. %		Estratto acetonico %	Allungam. %		Estratto acetonico %	Allungam. %		Estratto acetonico %	Allungam. %		Estratto acetonico %	Allungam. %		Estratto acetonico %	Allungam. %		Estratto acetonico %
	totale	perm.		totale	perm.		totale	perm.		totale	perm.		totale	perm.		totale	perm.		totale	perm.	
10	95	9	5	30	4	7,13	40	1	7,48	36	1	8,46	30	2	8,16	24	2	8,95	30	2	9,39
20	196	21	7,60	181	26	8,05	193	16	8,30	201	19	8,37	180	15	9,25	179	12	9,55	187	22	10,15
30	332	33	1,60	289	26	1,73	300	34	1,88	260	31	2,45	256	29	2,18	200	26	3,75	206	12	3,60
40	481	38	2,72	370	20	3,01	390	29	2,89	306	24	3,38	303	20	3,46	220	12	3,74	233	11	3,96
50	502	41	2,08	448	44	2,55	450	38	2,30	320	32	3,70	325	23	4,00	258	18	5,68	253	12	6,70
60	526	63	2,76	479	31	2,82	473	37	3,00	390	33	3,65	365	21	3,80	300	4	4,05	300	32	4,50
70	702	16	3,84	536	14	3,92	525	12	3,90	540	11	4,19	556	13	4,48	317	4	5,55	312	3	6,10
80	811	19	5,94	651	12	7,45	675	15	8,60	675	13	10,25	663	12	10,10	340	3	11,90	320	4	13,55

Il solfato di bario con una colorazione nero-scuro.

Il litargirio nelle varie sue qualità, ha colorazioni sempre nerastre di diversa intensità.

Il minio si presenta di un bel colore rosso-cupo.

Il solfo dà colorazione bruno-cupa.

Il carbonato di calce dà colorazione rosa-carne.

Il carbonato di magnesio si presenta viola.

La magnesia calcinata si presenta viola-roseo.

Il caolino viola-roseo chiaro.

La stearina bianco-azzurro.

I fatturati risaltano facilmente con fluorescenza bruna.

Per la lavorazione della gomma sono pure importanti i colori di fluorescenza degli *acceleranti*.

La vulcacite D. dà colorazione violetto-roseo-sporco.

La vulcacite P. dà colorzione bruno-chiaro.

Il mercapto dà colorazione aranciata.

In merito all'applicazione dei R.U.V. nell'industria della gomma, è opportuno accennare qui che, oltre alla possibilità di riconoscere ancora, in modo rapido dai caratteristici colori delle fluorescenze risultanti, grossolani errori nella miscela, si possono

È evidente quindi l'utilità dell'applicazione dei raggi U. V. per stabilire rapidamente, con una buona approssimazione, lo stato di invecchiamento che assumerà una gomma dopo un dato tempo.

Applicando analoghi sistemi, si volle studiare quale azione producessero i raggi U. V. sulle vernici adoperate per la smaltatura dei fili, e l'invecchiamento risultante sui fili stessi.

I R. U. V. esercitano una rapida azione di invecchiamento sullo smalto che viene impiegato per verniciare i fili e quindi forniscono un mezzo efficace per giudicare della durata di questi fili e della influenza su questa durata dei vari elementi di lavorazione.

Come controllo della qualità del filo venne usato il valore dell'allungamento al quale il filo smaltato resiste senza che lo smalto si screpoli.

Il diagramma della fig. 3 fa vedere quanto la azione della luce U. V. sia più rapida di quella della luce ordinaria e dello stesso riscaldamento.

In circa quattro ore si ottiene l'invecchiamento che naturalmente si ha in quattrocento ore nelle condizioni ordinarie.

Si avevano ragioni sufficienti per dubitare per esempio che la fragilità di qualche vernice a smalto fosse notevolmente influenzata dall'incompleta nettezza del filo, particolarmente per il grasso usato quale lubrificante durante la trafilatura. Allo scopo si esaminarono, come termini di paragone, campioni di filo normale e campioni di filo appositamente ingrassato in minore o maggiore misura.

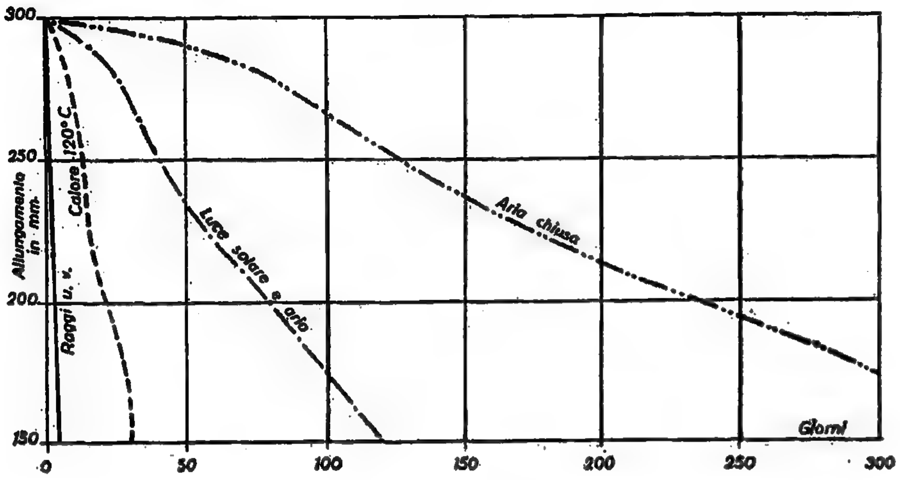


Fig. 3.

I campioni di filo smaltato da sottoporre all'azione dei R.U.V. emessi da una lampada di quarzo a vapore di mercurio libera (cioè senza filtro) erano in un primo tempo i seguenti:

1° Filo normale apparentemente pulito prima di essere smaltato con vernice.

2° Filo ingrassato a quattro riprese prima di essere smaltato.

I due campioni non presentavano nessuna differenza di colore, nè differenza nella consistenza dello smalto.

Durante la prova i fili erano avvolti sotto forma di leggera matassina in modo che, tra le varie spirali componenti la medesima vi fosse un contatto minimo e circolasse liberamente l'aria.

I campioni furono posti su di una lastra di vetro alla distanza di circa 15 cm dalla lampada a vapore di mercurio, in modo da subire il più completamente possibile l'azione dei R. U.V. emessi dalla medesima.

La temperatura riscontrata nell'ambiente in cui stavano i campioni non superava i 50° C.

Dopo un periodo di esposizione di 6 ore si notò nel filo ingrassato prima della smaltatura una sensibilissima attenuazione del colore dello smalto a confronto del campione N. 1 il cui colore restò pressochè invariato. Questo fenomeno si accentuò poi continuando l'azione dei R. U. V. sui campioni.

Esso non poteva considerarsi causato dall'inalzamento di temperatura, poichè due campioni identici posti in stufa ad aria, alla temperatura di 1200-125°, superiore del doppio di quella dei raggi, per 100 ore, tempo più che decuplo di quello dei raggi, non differivano per colore che leggerissimamente.

Inoltre i due campioni esposti all'aria aperta per 30 giorni dopo tale tempo presentavano diversità di colore sensibilissima, ma non così forte come i campioni sottoposti all'azione dei R. U. V.

Dalla tabella II risultano le caratteristiche dello smalto nei varii stadii dell'esposizione e dopo aver subito preventivamente un allungamento del 25 %.

I R. U. V. rivelano prontamente la presenza delle sostanze grasse sul filo che è stato smaltato.

Le stesse alterazioni che si ebbero in 6 - 12 - 18 - 24 ore di esposizione dei raggi U. V. si verificano rispettivamente in 100 - 200 - 500 - 1000 ore sotto l'azione del calore a 120° - 125°. È quindi evidente la rapida azione disintegrativa dei R. U.V.

Le prove furono eseguite per confronto con filo smaltato apparentemente pulito. I campioni erano i seguenti:

1° Filo normale smaltato apparentemente pulito.
2° Filo ingrassato una volta prima della smaltatura.
3° Filo ingrassato due volte prima della smaltatura.
4° Filo ingrassato tre volte prima della smaltatura.

Oltre alla prova dell'allungamento del 25 % su questi 4 campioni fu eseguita la prova dello strappo violento con i risultati specificati nelle tabella III.

TABELLA II.

Campione provato	Colore e consistenza dello smalto dopo esposizione ai Raggi Ultra Violetti di ore: 6		12		18		24	
	colore	*smalto*	*colore*	*smalto*	*colore*	*smalto*	*colore*	*smalto*
1° Filo normale apparentemente pulito	invariato	sano	invariato	sano	leggerm. più chiaro	sano	ancora legg. schiarito	sano
2° Filo ingrassato prima della smaltatura quattro volte	più chiaro	leggerissimamente screpolato	più chiaro	si screpola	chiaro	si screpola	chiaro	si screpola

TABELLA III.

Campione provato	ai raggi U. V. per ore 6	in stufa a 125° per 100 ore	in ambiente esterno per 30 giorni
1° Filo normale	sano	piccole screpolature	piccole screpolature
2° Filo ingrassato una volta	numerose screpolature	numerose screpolature	numerose screpolature
3° Filo ingrassato due volte	numerose screpolature accentuate	numerose screpolature accentuate	numerose screpolature accentuate
4° Filo ingrassato tre volte	numerose screpolature accentuate maggiormente	numerose screpolature accentuate maggiormente	numerose screpolature accentuate maggiormente

Alla prova dello strappo, lo smalto si stacca dal conduttore sotto forma anulare ben netta, con anelli che scorrono con facilità sul rame.

Da queste prove risulta evidentemente che la fragilità dello smalto è in ragione diretta con la quantità di sostanze grasse, che rendono non sufficientemente pulito il filo prima di essere smaltato. Però sia in stufa a 125°, che ai R. U. V. per ciascuna serie di prove si ottiene uno schiarimento del colore praticamente uguale per tutti i campioni ingrassati, siano essi stati ingrassati una o più volte prima di essere smaltati.

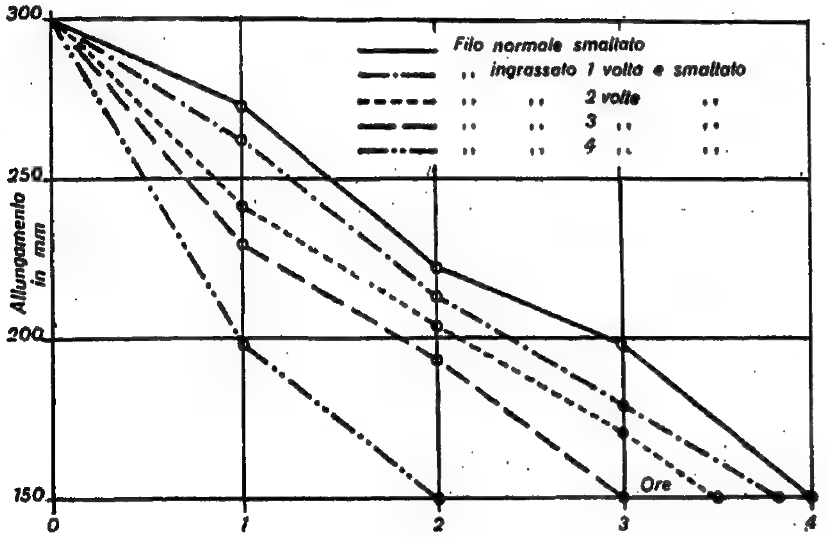


Fig. 4.

L'alterazione cromatica sullo smalto dei fili ingrassati è maggiormente accentuata ai R. U. V. che non alle altre prove.

Dopo sei ore di esposizione, la differenza di colore è infatti già manifesta quanto dopo 100 ore di riscaldamento in stufa a 125°.

Una seconda serie di esperienze, scientificamente più rigorose, è stata effettuata misurando comparativamente il grado di allungamento dello smalto, che, i diversi campioni di filo ingrassato in varia misura dimostravano, dopo un numero vario di ore di esposizione ai raggi U. V.

Queste prove sono riassunte nei diagrammi della fig. 4.

Da tutto ciò risulta evidente che i R. U. V. possono servire ottimamente per avere un rapido controllo delle vernici per smalto e dei fili smaltati e per stabilire se un certo filo di rame da smaltare sia o no atto a questa operazione.

Conclusione.

L'uso dei raggi U. V. filtrati può essere applicato con soddisfazione e rapidità all'esame delle sostanze adoperate nell'industria dei cavi e conduttori elettrici isolati, e specialmente per quanto riguarda gli ingredienti delle miscele di gomma.

L'uso dei R. U. V. liberi può con utilità servire per le prove di rapido invecchiamento artificiale delle gomme, come pure può essere applicato nelle prove dell'invecchiamento artificiale delle vernici in generale ed in particolare di quelle adoperate per la smaltatura dei fili e degli stessi fili smaltati, ottenendo sia per le gomme, come per le vernici, con una rapidità notevolissima, i risultati per i quali normalmente occorrerebbe un tempo molto più lungo.

I R. U. V. possono avere molte altre analoghe applicazioni sui materiali isolanti particolarmente per riconoscere la loro degradazione sotto la azione degli agenti esterni, sia come esame preventivo mediante l'invecchiamento, sia come controllo dello stato del materiale mediante i fenomeni della fluorescenza.

Nel Laboratorio Chimico della Soc. An. Ing. V. Tedeschi dove questo studio è stato compiuto, tale metodo è largamente applicato con soddisfacenti risultati.

Ing. Elvio Soleri - Dott. Michele Foà.

ING. ETTORE CESÀRI
DIRETTORE DELL' « UNIONE NAZIONALE FASCISTA INDUSTRIE ELETTRICHE »

L'industria elettrica all'estero

Belgio

Caratteri dell'industria. L'industria elettrica belga si è formata prima della guerra sul tipo frazionato a carattere locale: nel 1914 le Imprese erano già numerose, ma di non grande importanza e la maggior parte di esse era controllata dai due gruppi « Empain » e « Société générale Belge d'Entreprises électriques ». Le centrali erano tutte termiche e di modeste dimensioni.

Nell'immediato dopoguerra si ripresero gli studi, che erano stati iniziati fin dal 1911, per la riorganizzazione dell'industria elettrica belga sulla base della concentrazione delle Imprese, delle interconnessioni e del perfezionamento degli impianti produttori.

Primo passo su questa via fu la creazione dell'« Union des centrales électriques » di Liegi, che raccoglieva in un solo organismo numerose centrali e reti dei prossimi bacini minerari e metallurgici: la potenza delle centrali riunite non raggiungeva tuttavia che una cinquantina di migliaia di kW.

I buoni risultati così ottenuti persuasero il Governo e i finanzieri belgi che questa era la buona via da seguire. Per iniziativa personale del Re dei Belgi veniva costituita nel 1927 una speciale « Commission nationale des grands travaux » avente per compito di far proposte per la sistemazione industriale del paese. Tale Commissione riconobbe pienamente la convenienza di favorire la creazione di organismi analoghi a quello di Liegi, consigliando agli industriali di riunirsi possibilmente in un unico organismo nazionale, che raccogliesse in sè i gruppi operanti nelle varie Provincie: raccomandò inoltre di persistere nella creazione di collegamenti e nella modernizzazione delle Centrali.

Il Governo fece proprie tali conclusioni e cercò di facilitare la concentrazione delle Imprese e la costruzione delle linee e delle nuove centrali. Alla stessa Commissione fu pure affidato lo studio della possibilità di creare serbatoi nelle Ardenne.

Dal 1925 ad oggi il processo di concentrazione si è accentuato, ed ha portato anche ad intese fra Imprese elettriche ed industriali metallurgici. Oggi i principali organismi sono in numero di nove, comprendenti ciascuno diverse Imprese. A questi vanno aggiunte le Unioni di metallurgici e di Società carbonifere (autoproducteurs) che producono energia in proprio pei loro bisogni e che in molti casi effettuano forniture a terzi o scambiano energia con le Imprese elettriche: infine vi sono alcuni Enti pubblici (Provincia di Limburgo, Provincia di Anversa, città di Bruxelles, Liegi e Gand, « Intercommunale » delle Fiandre occidentali, d° del Sud Hainaut, d° di Jodoigne) che eserciscono direttamente centrali e reti.

Si può prevedere facilmente che la concentrazione andrà completandosi nel volger di pochi anni.

La situazione dell'industria elettrica belga nei rapporti coi pubblici poteri e colla clientela è assai simile a quella dell'industria francese, ed in qualche dettaglio a quella italiana. In seguito ai rapporti sempre più stretti fra le Imprese elettriche, le Società minerarie e le metallurgiche, che condurranno alla produzione in comune di tutta l'energia, l'industria elettrica potrà presto considerarsi totalitaria come in Italia e in Svizzera. È questa la ragione dell'altissima quota della produzione per abitante offerta dalle statistiche del Belgio (più di 500 kWh per testa).

Le imprese elettriche. Come si è detto, il processo di concentrazione è andato creando in Belgio una situazione che, come orditura, offre molte somiglianze con quella italiana: la costituzione cioè di grandi aggruppamenti ciascuno dei quali comprende un certo numero di Società controllate, le quali sono in stretto collegamento fra loro. I principali sono i seguenti:

A – *Imprese private.*

1. – Gruppo della « Compagnie générale belge d'Entreprises électriques et industrielles (Electrobel):

Société intercommunale.
Société d'Electricité du Nord de la Belgique.
Société d'Electricité de l'Est de la Belgique.
Société d'Electricité de l'Ouest de la Belgique.
Société d'Electricité du Borinage.
Société d'Electricité du Bassin de Charleroi.
Société d'Electricité de Louvain.
Société d'Electricité de la Basse Meuse.

2. – Gruppo « Empain ».

Société d'Electricité du Pays de Liège.
Gaz et Electricité du Hainaut.
Compagnie d'Electricité de Seraing et Extensions Interbrabant.
Société Bruxelloise d'Electricité.
Société d'Electricité du Littoral.

3. – Gruppo « Société Générale ».

Société d'Electricité de l'Escaut.
Compagnie électrique anversoise.
Société d'Electricité de la Campine.

4. – Gruppo « Interescaut ».

Centrales électriques des Flandres et du Brabant.

5. – Gruppo « Sofina ».

Centrale électrique de l'Entre-Sambre-et-Meuse.
Sodelux (Société d'Electricité de Luxembourg).
Société Luxembourgoise d'Electricité.

6. – Gruppo « Société générale belge de Distribution électrique ». (Distributrice - Possiede ed esercita anche impianti a gas).

7. – Gruppo « Compagnie auxiliaire d'Electricité ».

8. – Compagnie d'Electricité de la Dendre.

9. – « Electrogas » et « Provinciale gas et Electricité ».

B – *Produttori in proprio.*

1. – Industrie minerarie e metallurgiche.

2. – « Linalux » (produttori in proprio dei territori di Liegi, Namur e Lussemburgo e Société financière (Sofina)).

3. – « Serma » (Société financière).

Gli impianti appartenenti ad Enti pubblici sono già stati enumerati al capitolo precedente.

Per ciò che riguarda i capitali investiti nelle Imprese elettriche essi non sono di grande importanza. Ciò proviene dal fatto che parecchi impianti produttori appartengono alle Società minerarie e metallurgiche, oltre che dall'essere la produzione interamente termica e tanto le linee di trasporto che le reti di modesta estensione. Basti dire che fra gli organismi più importanti l'Union générale belge ha un capitale azionario di 100 milioni di franchi belgi (circa 53 milioni di lire), la Linalux di 207 milioni di f. b. (110 mil. di lire) e l'Union des Centrales électriques du Hainaut di 125 milioni di f. b. (66 milioni di lire). Il complesso delle Imprese, che dipendono dal Gruppo dell'Union générale belge ha un capitale azionario che supera di poco il mezzo miliardo di franchi (270 milioni di lire).

Nel Belgio esistono tuttavia importanti organizzazioni finanziarie che controllano numerose Imprese elettriche d'altri paesi.

Risorse naturali.

Il Belgio possiede un considerevole patrimonio di combustibili fossili, causa principale del suo grande sviluppo industriale. È invece assai povero di forze idrauliche, sebbene non ne sia del tutto sprovvisto.

Una sorgente importante d'energia, non ancora completamente utilizzata, risiede nella larga disponibilità di gas degli alti forni e di quello proveniente dai forni a coke.

La Commissione nazionale di cui fu fatto cenno sopra ha nominato una sottocommissione speciale per lo studio della possibilità di creare serbatoi in alcune vallate delle Ardenne. La Sottocommissione ha presentato una diligente Relazione nella quale sono esaminate, oltre a quelle idrauliche, anche le altre risorse del Belgio.

Stando a tale Relazione, non è nota con precisione l'entità dei giacimenti carboniferi belgi ancora disponibili. Tuttavia è opinione dei competenti che essa vada sensibilmente riducendosi, sì da consigliare pel loro sfruttamento una politica di grande economia.

Quanto al gas dei forni a coke, si tende ad impiegarlo preferibilmente per l'illuminazione e gli usi domestici e pel riscaldamento dei forni Martin. Tuttavia ne potrà rimanere disponibile ancora una quantità considerevole specialmente nella provincia di Hainaut.

Il gas degli alti forni utilizzabile nel Belgio, nel Granducato del Lussemburgo e nelle Regioni francesi di confine, quelli cioè che potrebbero servire alla produzione d'energia da distribuire sulla rete belga, rappresentano una disponibilità di 150.000 kW dei quali 125.000 kW sono già utilizzati direttamente dalle industrie metallurgiche. Ma il loro sfruttamento è ancora incompleto, cosicchè si calcola che per la bassa utilizzazione oraria di questa risorsa si disperda annualmente l'equivalente di 600.000 tonnellate di carbone.

Qualora poi l'utilizzazione dei gas fosse fatta dai metallurgici con tutti i perfezionamenti oggi raggiunti nella produzione termica dell'energia, la disponibilità salirebbe a 215.000 kW. L'utilizzazione completa corrisponderebbe così ad un risparmio annuo di 1.200.000 tonnellate di carbone.

Per le forze idrauliche la Sottocommissione ha ritenuto utilizzabili oltre a quelle della Warche in via di realizzazione le altre già proposte nelle Ardenne e sulla Mosa. Le prime potrebbero fornire annualmente 280 milioni di kWh con una utilizzazione di 3000 ore; le seconde 130 milioni di kWh con utilizzazione di 4300 ore.

Oltre a queste risorse la Sottocommissione ha segnalato la possibilità di utilizzare il vapore di scappamento ed i prodotti della combustione che oggi gli impianti metallurgici abbandonano nell'atmosfera, nonchè i residui dell'estrazione del carbone oggi ancora inutilizzati.

Vengono seguiti nel Belgio col più grande interesse gli studi che si fanno in Inghilterra per l'utilizzazione razionale dei combustibili. È sopratutto sulla più completa utilizzazione delle calorie disponibili che l'industria elettrica belga può sperare di far fronte economicamente alle nuove richieste d'energia, che vanno aumentando con un forte gradiente.

Impianti idroelettrici esistenti e in progetto.

Il principale corso d'acqua del Belgio è la Mosa, che pur disponendo d'una considerevole portata non offre situazioni molto favorevoli alla creazione di impianti idroelettrici. Essa è intensamente navigata, ed il suo corso è tagliato da una numerosa serie di traverse mobili che coll'ausilio di conche ne rendono possibile l'utilizzazione come ottima via d'acqua. Allo stato attuale l'utilizzazione dei modesti salti (uno dei quali nella città di Liegi) è addirittura trascurabile. Quanto alla Sambre, alla Schelda ed agli altri fiumicelli belgi di gloriosa memoria, trattasi di corsi d'acqua d'importanza minima sia per le portate che pei salti utili. Quasi tutti poi sono più o meno utilizzati per la navigazione.

Le portate sono in generale appena sufficienti ai bisogni delle centrali termiche.

Gli impianti idroelettrici finora studiati si riducono a pochissime centrali che sorgerebbero sulla Mosa, sulla Warche, sull'Amblève e sull'Ourthe.

Lo sbarramento più importante proposto sorgerebbe sull'Ourthe, nelle Ardenne. La proposta, appoggiata da un importante gruppo finanziario di Bruxelles, ha scatenato le ire degli amanti delle bellezze naturali. Trattasi infatti d'una valletta singolarmente pittoresca e cara ai turisti belgi. D'altra parte alcuni circoli agricoli presero le difese del progetto in quanto la sua realizzazione regolarizzerebbe i deflussi di un corso d'acqua che oggi è oltremodo dannoso durante le piene. E la questione è ancora « *sub judice* ».

Non occorre molto spirito profetico tuttavia per concludere, sull'esempio di qualche analogo caso nostrano, che passerà molt'acqua nell'Ourthe prima che la questione sia risolta.

Il primo impianto idroelettrico di una certa importanza che sta per entrare in esercizio, è quello della Warche. Esso trovasi nelle vicinanze di Malmedy, ossia nei «Cantons rédimés» passati dalla Germania al Belgio dopo la guerra. Il progetto prevede tre Centrali, ciascuna delle quali trovasi a valle d'un serbatoio. La più alta, a piede-diga, è stata prevista presso Bütgenbach, la intermedia, alimentata da un canale per buona parte in galleria, presso Bévercé. Una terza centrale-diga è prevista più a valle, ed è alimentata da un serbatoio di compensazione.

Per ora si è ultimata la centrale intermedia, che è la più importante. La diga è alta 54^m, 50 ed è stata studiata come diga a gravità a profilo triangolare. Essa misura in alto uno sviluppo di m 182, su asse circolare di 180 metri di raggio:

Tabella I.

DATI SU ALCUNE CENTRALI ELETTRICHE DEL BELGIO

CENTRALE	IMPRESA	Potenza complessiva in kW	Potenza unitaria in kW	Dati d'esercizio: Pressione del vapore Kg/cm²	Dati d'esercizio: Temperatura del vapore C°	OSSERVAZIONI
Alost	Soc. Intercommunale Belge d'Electricité	57.000	—	—	—	Centrale Termica: 5 gruppi turbo-alternatori.
Antoing	Comp. Auxiliaire d'Electricité	26600/29800	8800/11000 5.000 8.000/9.000 2.400	14	300	Il macchinario di questo impianto fu recentemente trasformato per la sostituzione della frequenza a 40 period con quella a 50 periodi frequenza divenuta ormai normale nel Belgio.
Bévercé-Robertville	Soc. d'Electricité de la Region de Malmédy	11.500	3.840			*Centrale Idraulica:* La prima importante in esercizio.
Bressoux	Soc. Intercommunale Belge d'Electricité	40.000	10000/12000	20	—	Centr. prevista per 100000 kW
Bruxelles	Città di Bruxelles	48.000	—	—	—	Centrale termica
Gand	Città di Gand	55.000	—	—	—	Centrale termica
Langerbrugge	Centrales Electriques des Flandres et du Brabant	65.000	1.650	50	442°	Gruppo installato nel 1925
			6.600	50	442°	» » » 1928
			20000/25000	50	442°	» » » 1929
			4.000	200	442°	» » » 1930 Viene utilizzato del semi-coke ottenuto dalla carbonizzazione del carbone a bassa temperatura.
Malines	Soc. Intercommunale Belge d'Electricité	26.850	—	—	—	Questa centrale termica cesserà di funzionare coll'entrata in servizio della centrale di Schelle.
Merxem	Soc. d'Electricité de l'Escaut	75.000	—	24	—	Centrale termica
Monceau	Soc. Intercommunale Belge d'Electricité	38.800	—	—	—	4 Gruppi turbo-alternatori. In corso d'installazione due gruppi da 4.000 kW a 56 kg/cm². Potenza complessiva prevista 64.000 kW.
Roux	Soc. Intercommunale Belge d'Electricité	19.000	—	—	—	3 Gruppi turbo-alternatori.
Schelle	Interéscaut	90.000	—	36	425°	In costruzione. Alimentazione a polvere di carbone. La potenza di questa centrale potrà essere portata a 500.000 kW.
Sweveghem	Soc. Intercommunale Belge d'Electricité	31.750	—	—	—	Centrale termica
Verviers	Soc. Intercommunale Belge d'Electricité	4.500	—	—	—	Centrale termica.

Fonti: *E T Z*, 30 gennaio 1930. – *Revue Generale de l'Electricité*, 21 dicembre 1929. – *Rapport sur l'unification des Frequences* di *Dickmann*, presentato al Congresso di Bruxelles 1930. – *Bulletin Sofina*, N. 2, maggio 1929. – *Centrales Electriques des Flandres et du Brabant*: *Centrale de Langerbrugge*, 1930.

è in calcestruzzo con massi annegati. L'invaso è di 7.700.000 mc. Il canale è lungo 5465 metri dei quali 4420 in galleria. Portata 9300 litri/sec, salto 153 m, il massimo possibile in tutto il territorio belga. L'impianto può produrre 38 milioni di kWh mediante tre gruppi di 5700 cavalli ciascuno.

Si sono iniziati anche i lavori della Centrale più alta (Bütgenbach), che possedendo un serbatoio di 11 milioni di m^3, nonostante il piccolo valore del proprio salto (24 m) forma la base principale della regolazione del fiume anche per la centrale inferiore. La diga è ad undici archi, con le due testate a gravità. La centrale inferiore è ancora di importanza più modesta.

Come si vede, l'insieme delle tre centrali non potrà dare, che una cinquantina di milioni di kWh annui.

Gli impianti termici. Le centrali termiche belghe si possono dividere in tre classi: Centrali a vapore speciali per l'industria elettrica, centrali a vapore collegate ad impianti di produzione del coke e del gas, centrali degli stabilimenti metallurgici e delle miniere.

La prima classe, è costituita principalmente dagli impianti delle Società affiliate alla Société intercommunale belge d'électricité. Alcune centrali sono state completamente modernizzate dopo la guerra. La Tabella I fornisce notizie sopra alcune centrali. Ne esistono però altre pure importanti ma delle quali non furono trovate notizie particolareggiate quali:

Amay	della	Soc. d'Electricité du Pays de Liège
Auvelais	»	Centrale Electrique de l'Entre-Sambre et Meuse
Bascoup	»	Soc. de Gaz et d'Electricité
Deux-Acren	»	Compagnie d'Electricité de la Dendre
Droogenbosch	»	Interbrabant
Farciennes	»	Soc. de Gaz e d'Electricité du Hainaut
Moll	»	Soc. d'Electricité de la Campine
Montigny s/ Sambre	»	Soc. du Gaz et d'Electricité du Hainaut.
Namur	»	Soc. du Gaz de Namur
Oisquercq	»	Centrales Electrique des Flandres et du Brabant
Ougrée	»	Linalux
Pâturages	»	Soc. Intercommunales Belge d'Electricité
Schaerbeek	»	Interbrabant
Sclessin	»	Soc. d'Electricité du Pays de Liège
Ville s/ Haine	»	Soc. du Gaz et d'Electricité du Hainaut
Zeebrugge	»	Fours a Coke de Zeebrugge.

Queste centrali come pure quelle citate nella tabella I sono precisate nella Fig. 1 dove sono tracciate le linee ad alta tensione del Belgio.

La potenza installata complessiva è indicata nella tabella II.

TABELLA II.

POTENZA INSTALLATA NELLE CENTRALI BELGHE
(migliaia di kW)

POTENZA INSTALLATA	1923	1925	1927	1928	1929
nelle centrali delle Imprese di distribuzione	250	420	600	660	—
nelle centrali Industriali..	462	560	645	770	—
nelle centrali appartenenti ad Enti pubblici	45	47	74	81	—
TOTALI	757	1027	1319	1511	1663

Fonte: *Eclairage et force motrice*, marzo 1930. Ing. LASSALLE.

La produzione d'energia. La produzione dell'energia, quasi interamente d'origine termica, è stata negli ultimi anni la seguente:

TABELLA III.

PRODUZIONE D'ENERGIA DELLE CENTRALI BELGHE
(milioni di kWh)

ENERGIA PRODOTTA	1923	1925	1927	1928	1929
dalle Centrali delle Imprese di distribuzione..	456	790	1140	1325	1640
dalle Centrali industriali	1112	1383	1975	2260	2300
dalle Centrali appartenenti ad Enti pubblici ...	82	101	128	140	160
TOTALI	1650	2274	3243	3725	4100

Fonte: *Eclairage et force motrice*, marzo 1930. Ing. Lassalle.

Appare dalla Tabella che, mentre la produzione delle Centrali industriali tende rapidamente a stabilizzarsi, quella delle Centrali delle Imprese elettriche è in rapido aumento. Vi è qualche scambio d'energia con le regioni finitime del Lussemburgo e della Francia. Nel 1928 furono importati 2,8 milioni di kWh ed esportati 4,7 milioni.

Trasmissione dell'energia. Prima della guerra le tensioni più alte impiegate nel Belgio stavano fra 6000 e 17000 Volt. Oggi se ne hanno a 50 e 70 kV e si sta studiando una rete a 150 kV.

La Tabella IV dà un'idea delle principali linee d'interconnessione delle Centrali Belghe riportate nella Fig. 1 già citata.

In generale la rete a bassa tensione trifase è a 220 V fra fase e neutro e in alcune zone di scarso consumo a 380 V tra fase e neutro. Esistono tuttora delle città come Bruxelles, Anversa ecc. con reti a corrente continua alimentate da cavi collegati a sottostazioni di trasformazione con motori-generatori o raddrizzatori a mercurio.

Utilizzazione dell'energia. La disponibilità dell'energia si va rapidamente generalizzando nel Belgio. Sopra 2677 Comuni del Regno 2465 dispongono d'una rete di distribuzione: tuttavia circa il 10% delle case esistenti non possono essere allacciate. Negli ultimi dieci anni l'aumento fu di 150 comuni, in media, per anno: ben presto quindi l'elettrificazione sarà completa. La popolazione non ancora servita non raggiunge il 4%.

Per le Imprese elettriche, l'utilizzazione del macchinario delle Centrali è ancora molto bassa: nel 1927 era di circa 1900 ore, il che non deve fare meraviglia se si pensa che l'industria metallurgica ed altre che costituiscono insieme colle miniere la principale attività produttiva del Regno hanno impianti proprii: i quali offrono utilizzazioni del loro macchinario generatore assai migliori. Così nel 1927 l'industria delle cave e del cemento superarono le 4000 ore, le metallurgiche raggiunsero le 3900, le miniere di carbone superarono le 2600, la trazione tramviaria superò le 2400 ore.

Nel 1928 furono distribuiti sulle reti delle Imprese elettriche 1131 milioni di kWh: le perdite di trasporto e trasformazione furono intorno al 10 %.

TABELLA IV.

LE GRANDI LINEE D'INTERCONNESSIONE DELLE CENTRALI GENERATRICI CHE SERVONO PER LA DISTRIBUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA

ESTREMI DELLA LINEA	Tensione trifase in kV	Lunghezza in km.	Numero delle terne	Sezione di ciascun conduttore in mm²	Tipo della linea	Data di entrata in servizio
Schaerbeek e Cureghem	6,6	8	2	75	sotterranea	1906
Langerbrugge e Gand	12	8,5	3	85	»	1919
Monceau e Roux	6	7	6	95	»	1922
Sclessin e Ougrèe	6,3	1,2	2	150	»	1923
Alost e Malines	15	39	2	35	»	1923
Monceau e Pâturages	50	40,3	2	38,5 e 54	aerea	1923
Ville s/Haine e Harmignies	50	7,5	2	38,5	»	1924
Zeebrugge e Langerbrugge	36	60	1	50	sotterranea	1924
Sclessin e Amay	75	25	3	35 e 50	»	1924
Bressoux e Sclessin	16	8	4	50 e 95	»	1924
Bressoux e Verviers	50	19,6	2	51	aerea	1924
Alost e Malines	50	39	2	38,5 e 54	»	1924
Ostenda e Bruges	36	19	1	85	sotterranea	1925
Deux-Acren e Sweveghem	15 e 50	45	2	30	aerea e sotterranea	1925
Deux-Acren e Alost	15	35	2	30	aerea	1925
Auvelais e Namur	50 e 11	45	2	50 e 70	aerea e sotterranea	1926
Sweveghem e Alost	50	67,5	2	28,54 e 51	aerea	1926
Schaerbeek e Droogenbosch	36	13,7	3	95	sotterranea	1928
Moll e Merxem	50	52	1 e 2	50	aerea	1928
Moll e Charbonnages de la Campine	26	53	1	50	sotterranea	1928
Malines et Bressoux	50	100	2	38,5 e 54	aerea	1929
Farciennes, Montigny, Bascoup e Villes s/Haine	70	45,5	2	50	»	1929
Ougrée e Robertville	70	42	1	50	»	1929

Fonti: *Revue Generale de l'Electricité*, 21 dicembre 1929. – *E. T. Z.* 30 gennaio 1930.

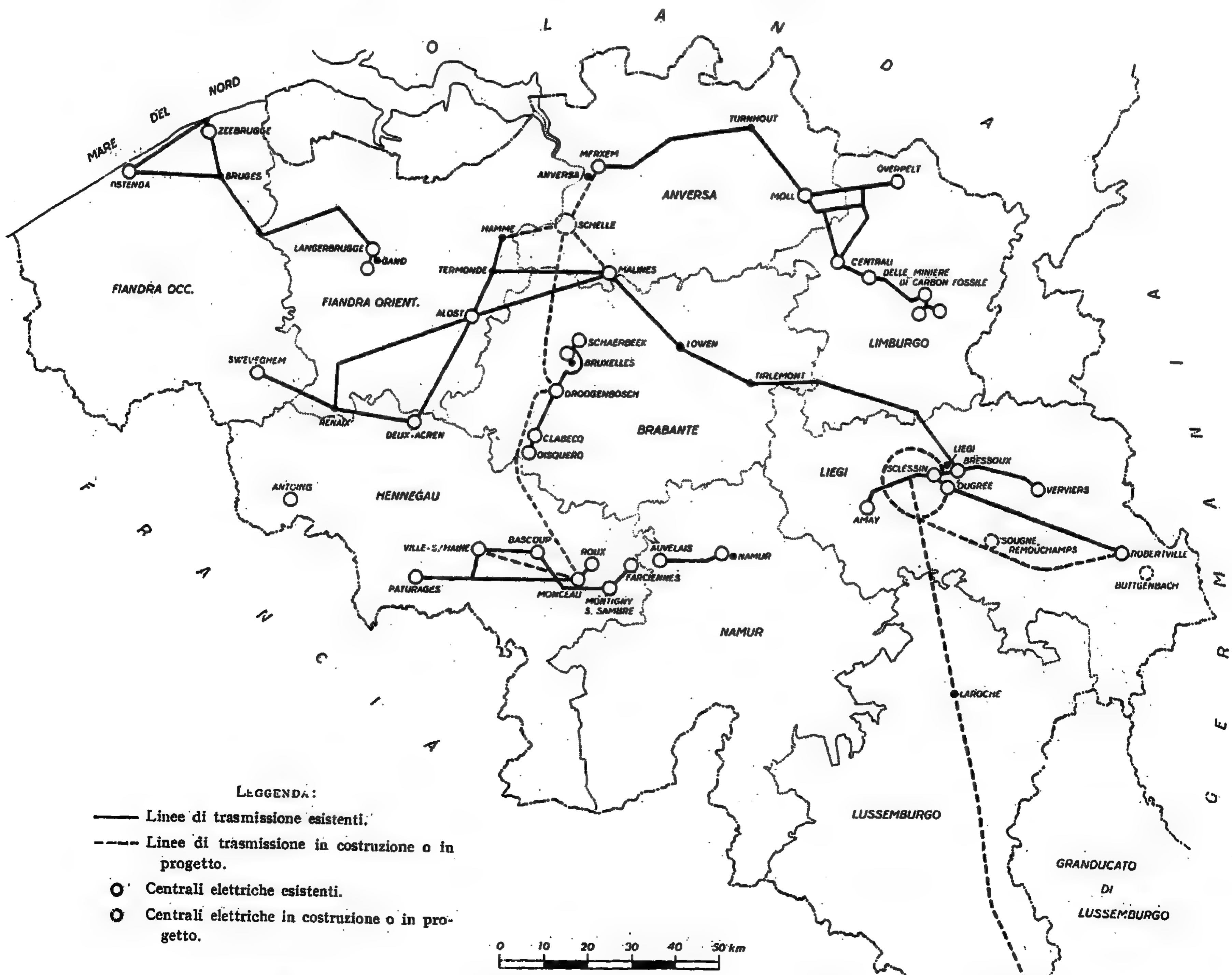


Fig. 1. - Le centrali elettriche e le linee di trasmissione ad alta tensione nel Belgio.

Il consumo è dovuto principalmente alle piccole industrie, all'illuminazione ed alle applicazioni domestiche. Notevole il fatto che nelle zone rurali si è già raggiunto un consumo luce che varia da 8 a 15 kWh per abitante.

Tariffe e prezzi. La tariffazione è in generale a contatore libero. I prezzi del kWh per luce variano (in lire italiane) fra 1,15 ed 1,20 e quelli per le piccole utenze industriali fra 0,50 e 0,55. Le tariffe per gli scambi d'energia fra le Imprese e le grandi Industrie sono alquanto complicate ed hanno dato luogo a studi teorici assai interessanti. Sono in generale a due o tre elementi.

La trazione elettrica. Finora la trazione elettrica ebbe larga diffusione nelle tramvie urbane ed intercomunali, iniziative nelle quali il Belgio è stato maestro alle maggiori nazioni. Invece la trazione elettrica ferroviaria è ancora allo stato di studio, sebbene ormai sia certo che fra poco anche le linee belghe di grande traffico saranno elettrificate.

Il consumo d'energia per la trazione tramviaria rappresenta il 15 % della produzione totale.

Produzione di materiale elettrico. L'industria costruttrice di macchinario e materiale elettrico è fiorente nel Belgio: nel 1929 il 20% della produzione fu fatto per l'esportazione. Ciononostante il rapido sviluppo dell'elettrificazione ha mantenuto attive anche le importazioni.

La Tabella V dà un'idea del movimento complessivo.

TABELLA V.

IMPORTAZIONI ED ESPORTAZIONI DI MATERIALE ELETTRICO NEGLI ANNI 1928 e 1929.

(in tonnellate).

DENOMINAZIONI	Importazioni		Esportazioni	
	1928	1929	1928	1929
Macchine dinamo-elettriche....	3773	5190	2600	2500
Accumulatori	320	500	667	630
Materiali isolanti, isolatori	1065	1680	122	170
Cavi e fili isolati	552	930	3652	4790
Lampadine	145	144	99	132
Strumenti di misura..........	255	356	34	26
Materiale vario	2816	3980	1202	1450

Fonte: *Electrical Review*, 2 maggio 1930.

I principali mercati d'acquisto sono, pel Belgio, la Germania, la Francia e in modesta parte l'Inghilterra e la Svizzera; Esso esporta in Inghilterra, nel Congo Belga, in Olanda ed in Argentina. Pei contatori è cliente della Svizzera e della Germania: forse potrebbe essere una piazza conveniente pei nostri produttori in questo ramo, assai più difficilmente negli altri.

L'Italia, figura, soltanto come importatrice dal Belgio di apparecchi telegrafici e telefonici, per 545 tonnellate nel '28 e per sole 80 tonnellate nel '29: non è segnalata alcuna importazione nostra in Belgio di materiale o macchinario elettrico.

Olanda

Caratteri dell'industria. L'industria elettrica Olandese è basata sulla produzione termica, come avviene nel Belgio e in Inghilterra: in piena analogia con questi paesi essa è nata dapprima in forma sporadica, con impianti produttori nei centri più popolosi. Una grande libertà di azione è stata ad essa lasciata dallo Stato, tanto se esercitata dai Comuni che dalle Società private: il che le ha permesso di espandersi e di ingrandirsi. Il Governo ha più volte esaminato la situazione dell'industria elettrica ed ha nominato successivamente ben quattro Commissioni in proposito, ma la conclusione è sempre stata che il meglio che possa fare lo Stato in questa materia è di non occuparsene.

Man mano che i nuclei primitivi andavano allargando le loro reti si andava intensificando un processo di concentrazione delle imprese analogo a quello verificatosi nel Belgio e non dissimile da quanto è avvenuto da noi. Gli esercenti che erano 104 nel 1919 erano ridotti al 1º gennaio 1929 a soli 50: procede la costruzione di linee di collegamento, e si vanno rapidamente sostituendo alle vecchie officine di produzione centrali modernissime. L'industria va assumendo quel carattere che è destinata a conseguire nei paesi dove essa è basata sulla produzione termica; ha tardato ad assumerlo soltanto in quelli, come l'Inghilterra, dove una legislazione imperfetta, un eccesso di intervento statale ed una visione troppo ristretta e locale le furono d'impaccio.

L'Olanda è paese ricco che presta danaro agli altri, e perciò le Imprese private e pubbliche vi trovarono facilmente i capitali da investire. L'Olanda è il paese dove le Società anonime godono della maggiore libertà e quasi fruiscono di privilegi: fra le altre facilitazioni esse non pagano imposte che sui dividendi distribuiti, libere di investire in nuovi impianti i maggiori utili che esse possono realizzare. È una forma d'incoraggiamento che ha dato ottimi risultati.

Tuttavia il capitale privato si è interessato soltanto tardi dell'industria elettrica, quando essa ha abbandonato il suo carattere locale. Numerosi furono i comuni che assunsero direttamente il servizio della distribuzione, talora producendo l'energia da sè, prendendo più tardi accordi fra loro e con le Società private. Su cinquanta imprese che operavano nel 1927 una era statale ed aveva per fine la fornitura d'energia alle miniere di carbone demaniali del Limburgo, sei erano enti provinciali, diciassette municipali, due consorziali, undici miste e tredici private. Esse operano in pieno accordo, il che ha facilitato sensibilmente l'opera di concentrazione e di collegamento.

Si vanno sempre più separando le tre distinte attività dell'industria: la produzione, il trasporto e la distribuzione. Esse tendono quasi a divenire tre industrie distinte. Più del 50% dell'energia è fornita da produttori attraverso altri organismi raccoglitori e distributori, fra i quali ultimi sono prevalenti i comuni e le cooperative di consumatori.

L'Olanda non è un paese prevalentemente industriale, quindi l'energia vi è impiegata più per minuti che per grandi consumi: tuttavia vi è tendenza a rendere l'industria elettrica totalitaria. In questo senso il Governo ha anche di recente espresso il suo parere, vietando alle ferrovie di costruire centrali apposite per la trazione elettrica.

Risorse naturali. L'Olanda è un paese piano, in parte artificialmente conquistato al mare ed alle paludi. Quindi non vi è alcuna possibilità di crearvi forze idrauliche. Vi sono miniere di carbone, che tuttavia non bastano ai bisogni del consumo locale, al quale occorrono circa 16 milioni di tonnellate di carbone mentre la produzione non ne dà più di nove milioni. Vi sono

pure giacimenti di torba e di lignite che danno tuttavia una produzione assai limitata.

Una modestissima risorsa è rappresentata dai tradizionali motori a vento: essi fornivano al principio del '29 circa 500 kW sparsi su undici impianti e il loro numero va aumentando. L'Olanda e la Danimarca sono i soli paesi europei dove si sia tentata la produzione dell'energia elettrica utilizzando il vento: speciali circostanze locali ve lo rendono possibile. Forse in avvenire anche questa applicazione, oggi ancora nell'infanzia, andrà perfezionandosi e potrà essere seriamente industrializzata, sebbene essa non possa seriamente competere con le altre forme di produzione.

La produzione dell'energia.

Come si è detto, vi è tendenza a mettere in disparte i piccoli impianti produttori per sostituirvi moderne e grandiose centrali.

I 49 Enti produttori coi loro impianti si classificavano per l'energia prodotta e fornita alle reti nel 1928, come segue:

TABELLA I.

CLASSIFICAZIONE DELLE IMPRESE PRODUTTRICI

PRODUZIONE ANNUA (milioni kWh)	Numero di Imprese	Numero di Centrali
oltre 200	1	3
oltre 150 a 200	2	6
» 100 » 150	2	2
» 50 » 100	4	5
» 25 » 50	3	3
» 10 » 25	5	5
» 5 » 10	1	1
» 1 » 5	4	4
» 0,5 a 1	—	—
» 0,1 » 0,5	4	4
Meno di 0,1	23	?

Fonte: *Statistiche ufficiali.*

Il *macchinario installato* al 1° gennaio 1929 si classificava come alla Tabella II.

TABELLA II.

MACCHINARIO INSTALLATO NELLE CENTRALI OLANDESI

Tipo di motore	Numero di unità	Potenza in kW
Turbine a vapore ..	126	730.052
Macchine id. alternative............	14	1.792
Motori a gas	4	2.400
» a vento	15	492
» ad olio e benzina	14	369
Diversi	2	21
TOTALE	175	735.126

Fonte: *Statistiche ufficiali.*

Dalla Tabella II si deduce che la turbina a vapore può considerarsi ormai come padrona assoluta del campo (circa il 99% del totale). Si rileva pure che il motore Diesel non ha avuto in Olanda alcun successo presso le Centrali elettriche.

La produzione si fa a corrente trifase da 28 enti produttori, a corrente continua da 21.

La potenza installata e la produzione d'energia ha avuto in Olanda un rapido incremento a partire dal 1919, come dimostra la Tabella III.

TABELLA III.

POTENZA INSTALLATA E PRODUZIONE DI ENERGIA IN OLANDA DAL 1919 AL 1928.

ANNO	Potenza installata al 31 dicembre in kW	Energia prodotta in migliaia di kWh
1919	255.850	428.378
1920	300.283	544.837
1921	360.497	588.336
1922	404.418	669.293
1924 (1)	508.107	895.569
1925	569.995	1.008.758
1926	632.178	1.136.355
1927	690.704	1.322.890
1928	735.126	1.501.665

(1) Manca il 1923.

Fonte: *Statistiche ufficiali.*

Questa produzione per circa il 90% fu eseguita a corrente trifase, il resto direttamente a corrente continua.

Trasmissione dell'energia.

I voltaggi adottati in Olanda per le linee di trasporto sono: 50000, 25000, 12500, 10000, 6000, 5000, 4000, 3000, 2000 Volt. La distribuzione si fa principalmente a 220/127 pel trifase ed a 2×220 od a 2×110 per la corrente continua. Le nuove linee di collegamento si costruiscono a 50 kV.

Una caratteristica delle reti olandesi è la prevalenza dell'impiego di cavi sotterranei: fatto tanto più rimarchevole se si consideri che in Olanda d'ordinario si trova l'acqua a meno d' un metro di profondità. La fig. 2 mostra la rete di cavi ad alta tensione per trasmissione di energia elettrica.

Utilizzazione dell'energia.

La diffusione dell'energia elettrica è in Olanda assai notevole. Nelle grandi città e particolarmente ad Amsterdam, non vi è casa che non usi l'elettricità.

Al principio del 1929 sopra una popolazione di 7.730.577 abitanti 7.464.981 disponevano di energia elettrica, ossia il 96,6 %. Tre provincie (Utrecht, Frisia, Groningen) erano elettrificate al 100%.

La provincia meno elettrificata era la Zelanda, dove solo il 60,1% della popolazione disponeva d'energia elettrica. Il continuo incremento delle linee fa credere che in pochi anni non vi sarà più alcun abitato senza una rete di distribuzione.

L'Olanda è fra i paesi dove sono più sviluppate le applicazioni domestiche dell'elettricità. Diffusissimi vi sono i contatori a doppia tariffa ed a moneta, e un complesso ed ingegnoso sistema di tariffe tende ad allettare il consumo.

Nella città di Amsterdam si consumarono nel 1928 quasi 200 milioni di kWh così suddivisi:

	migliaia di kWh
Forza motrice	68.271
Grandi utenze domestiche	11.201
Piccole » »	89.377
Illuminazione pubblica	7.704
Tramvie	18.748
TOTALE	195.301

A Rotterdam nel 1927 (esclusa l'illuminazione pubblica) si vendettero 128.361 migliaia di kWh ed all'Aja 75.648 migliaia di kWh.

Tariffe e prezzi. Non esistono in Olanda tasse governative nè dazi comunali sul consumo dell'energia elettrica. Secondo le statistiche ufficiali i prezzi medi di vendita dell'energia furono per l'anno 1928 (globalmente ed in lire italiane) di L. 0,216 per la vendita a distributori e di L. 0,57 per la vendita ai consumatori.

Ad Amsterdam i prezzi sono: L. 1,65 per la luce, da L. 1,17 a L. 0,78 per la forza; ad orario limitato (per cucina e riscaldamento) L. 0,32.

A Rotterdam si applica la doppia tariffa, e cioè L. 2,03 e L. 0,39 pei contatori domestici; L. 1.17 e L. 0,39 per le piccole forze; L. 0,39 per gli impieghi di riscaldamento ad ore limitate; L. 0,16 per energia notturna.



Fig. 2. - Le centrali e i cavi ad alta tensione in Olanda.

La trazione ferroviaria. Grande impulso si è dato di recente alla elettrificazione ferroviaria in Olanda. Le Compagnie esercenti hanno fino dal 1927 iniziata l'elettrificazione adottando la corrente continua a 1500 Volt, come in Francia. Il Governo ha voluto che l'energia necessaria fosse prelevata dalle reti industriali. La conversione si fa eslusivamente con convertitori a mercurio. Nel 1927 si consumarono per la trazione 25 milioni di kWh e nel 1928 se ne consumarono 45 milioni.

Produzione e commercio del materiale elettrico. L'Olanda non produce tutto il materiale elettrico che le occorre, e questo titolo della sua bilancia commerciale è passivo. Nel 1928 le importazioni ed esportazioni furono le seguenti, in fiorini olandesi (L. 7,68):

	Importazioni (migliaia di fiorini)	Esportazioni (migliaia di fiorini)
Grosso macchinario elettrico	8.720	7.110
Locomotori elettrici	98	—
Apparecchi vari	8.270	3.170
Cavi isolati	7.840	4.111

Buona parte delle esportazioni sono destinate alle Colonie olandesi. La vera esportazione comprende principalmente le lampade a filamento metallico.

Le principali nazioni importatrici in Olanda sono la Germania, l'Inghilterra, la Svezia, gli Stati Uniti e la Svizzera. L'Italia non compare come importatrice: essa figura invece come cliente dell'Olanda per le lampadine (2.650.000 fiorini) e per le turbine a vapore (140.000 fiorini). L'Olanda è forte importatrice, specialmente dalla Germania, di contatori di tipo speciale.

Indie olandesi

Caratteri dell'industria. La ricca colonia olandese detta impropriamente delle «Indie» ha da qualche anno dato sviluppo alla produzione dell'energia elettrica, tanto per uso d'illuminazione che di forza motrice, sia nelle città che nelle piantagioni e perfino nei villaggi degli indigeni.

Questa grande colonia, costituita da numerose isole attraversate dall'Equatore le principali delle quali sono Giava, Sumatra, Borneo e Celebes costituiscono uno Stato del quale è ignota ai più la grande importanza. Esso ha una popolazione di 54 milioni d'abitanti, 40 dei quali nella sola isola di Giava, che possiede il territorio rurale che ha la più densa popolazione in tutto il mondo (da 117 a 582 persone per Kmq. con una media di 320).

Il Governo Olandese, ha proceduto anche qui come in patria coi concetti della libertà industriale e dell'aiuto statale ovunque esso fosse possibile. Vi sono quindi centrali e reti costruite dallo Stato e in maggior proporzione dall'iniziativa privata: ve ne sono anche di eseguite in collaborazione fra Stato e privati.

Allo scopo di favorire gli studi e di facilitare la costruzione degli impianti esiste a Giava uno speciale Ufficio per le statistiche idrauliche e per favorire l'elettrificazione del paese: tale ufficio ha dato buoni risultati.

Risorse naturali. Le isole, e specialmente Sumatra e Borneo, sono dotate di modeste forze idrauliche, che il sullodato ufficio speciale così censisce:

Giava	400.000 kW
Sumatra	1.480.000 »
Borneo	1.480.000 »
Celebes	750.000 »
Altre isole	750.000 »

Le valutazioni del «Geological Survey» sono alquanto maggiori: la differenza è forse dovuta a diverso criterio di valutazione del kW e dell'HP.

Le isole abbondano di combustibili fossili: il carbone è dato principalmente da Sumatra (Palembang) e dell'isola di Lacet presso Borneo. Nel 1927 si estrassero 1.620.000 tonn. Il petrolio vi abbonda a Borneo ed a Sumatra e anche a Giava. Nel 1927 si estrassero 3.060.000 tonnellate di combustibili liquidi.

L'arcipelago è ricco di vulcani e solfatare: vi sarebbero possibili impianti utilizzanti il calore naturale, e qualche studio si è già fatto in proposito.

Le risorse idriche e in combustibili sono in parte già utilizzate per produzione d'energia elettrica, scarso però essendo a tal fine l'impiego dei combustibili liquidi.

Gli impianti produttori. Gli impianti produttori comprendono nella sola isola di Giava 86 centrali, per la più parte piccole. Le principali sono indicate nella Tabella I.

Tabella I.

LE PRINCIPALI CENTRALI ELETTRICHE DI GIAVA

CENTRALE	ESERCITA	Potenza totale kW	Potenza unitaria kW	Tensione dei generatori V	Specie di macchinario
Batavia	da Società privata	8.400	1.600	7.000	turbina a vapore
			3.400	7.000	» » »
			3.400	11.000	» » »
«Oebroeg...........	dallo Stato	11.640	5.600	—	turbina idraulica
			220	—	
«Kratjak»	dallo Stato	13.000	—	—	turbine idrauliche
Mendalen...........	dalla «Niwem» Ned. Ind. Waterkracht expl. Maatschappy	17.700	5.900	6.000	turbina idraulica
Soerabaia	—	13.400	1.500	6.000	turbine a vapore
			3.700		» » »
			1.500		» » »
Solo	dalla Solosche Electriciteit Mij. (Sem)	2.110	425	—	motore Diesel
Potenza complessiva delle altre 80 centrali		13.750	—	—	
Potenza complessiva installata in Giava		80.000			

Fonte: *Bolletino della «Associazione Svizzera degli Elettricisti»*, 7 novembre 1930.

La potenza idraulica complessivamente utilizzata raggiunge i 50.000 HP.

Pure a Giava una Società privata nella quale è compartecipante lo Stato pel 50% sta preparando l'utilizzazione delle forze idrauliche del Kali-Konto, fiume rimarchevole per la costanza dei deflussi, conseguente alle speciali condizioni climatiche locali. Per dare un'idea dell'importanza di questi impianti riportiamo dal Bollettino dell'Associazione Svizzera degli Elettricisti (Nov. 1930) i dati precisati nella Tabella II.

TABELLA II.

CENTRALI IN PROGETTO

CENTRALE	Portata media mc.	Salto lordo m	Potenza media kW	Potenza massima kW	Macchinario previsto
Maron	3,6	300	8.000	11.000	4 turbine da 3700 kW cad.
Mendalen . (ampliam.)	7,7	150	8.500	30.000	6 turbine da 6000 kW cad.
Siman	7,7	100	5.700	16.500	4 turbine da 5500 kW cad.

Nell'isola di Sumatra, e più precisamente a Medan esiste una centrale a vapore costruita fino dal 1899; in complesso ve ne sono diciotto, termiche. A Borneo ve ne sono otto, tre a Celebes, sette nelle Molucche. Nell'isola di Banka v'è la più grande centrale termica della colonia, con sette gruppi (turbo-alternatori) da 1850 kW ciascuno: la più grande centrale con Diesel trovasi nell'isola di Billiton (11.000 kW). Queste due centrali sono al servizio delle miniere di zinco che trovansi nelle due isole.

I coltivatori hanno pure numerosi impianti proprii, con una potenza valutata a 90.000 kW.

Un'idea del rapido incremento dell'industria elettrica nelle Indie Olandesi è data dal prospetto seguente:

Anno	kW di generatori
1910	8.000
1915	29.000
1920	52.000
1925	133.000
1930	250.000

Fonte: *Bollettino Svizzero*, già citato.

Secondo il genere di produzione la potenza installata si suddivide come indicato nella Tabella III.

TABELLA III.

POTENZA INSTALLATA NELLE INDIE OLANDESI (in migliaia di kW)

ANNO	1926	1927	1929
Idraulica	56	61	73
Termica	118	129	177
TOTALI	174	190	250

Fonti: *E. T. Z.* 3 marzo 1928 e 5 settembre 1929 e *Bollettino* citato.

Produzione dell'energia. Non esistono statistiche precise e sistematiche della produzione complessiva, anche perchè molti impianti sono sparsi ed a carattere agricolo e non è facile censirli. Da calcolazioni indirette si può affermare che la produzione nel 1929 abbia raggiunto i 650 milioni di kWh.

La trasmissione dell'energia. Il trasporto dell'energia si fa a svariate tensioni che raggiungono un massimo di 70 kV. Le tensioni usate nelle reti di distribuzione sono le stesse usate in Olanda.

La linea di trasporto più importante (impianti del Kali-Konto) è a 70 kV ed ha 90 km. di lunghezza.

Utilizzazione dell'energia. La diffusione dell'energia è assai notevole nelle isole di Sumatra e di Giava, minore nelle altre. La popolazione servita era nel 1929 complessivamente di quasi 4 milioni: cifra realmente piccola confrontata colla popolazione totale, ma importante ove si consideri che essa rappresenta una frazione considerevole dei maggiori centri e delle zone più civilizzate. Difatti oltre che a Giava dove l'elettrificazione è pari o superiore a quella di varie nazioni europee, gli abitanti serviti sono già 231.000 a Sumatra, 150.000 a Borneo, 60000 a Celebes ed alle Molucche.

Le applicazioni sono per la maggior parte minute (largo è l'impiego d'apparecchi domestici), ma non mancano applicazioni industriali oltre a quelle minerarie che hanno occasionato la costruzione di importanti centrali.

Prezzi di vendita. Nella zona di Baudoeng (Giava) sono in vigore tariffe Hopkinson: per la luce la costante è di Lire italiane 154 per kW-mese, più L. 0,77 per kWh; per la forza motrice L. 38,30 per kVA-mese più L. 0,27 per kWh. Per il riscaldamento e le cucine si fanno forfait a L. 0,077 per Watt-mese.

A Batavia (Giava) la luce costa L. 3,08 per kWh e la forza motrice L. 0,70. A Medan (Sumatra) la luce L. 3,45 e la forza L. 1,90.

La trazione ferroviaria. Il problema della applicazione alla trazione ferroviaria dell'energia elettrica è già stato affrontato nelle Indie Olandesi, ed un primo esperimento è stato fatto sulla linea Batavia-Priok. Altri tronchi sono in corso di elettrificazione.

L'importazione di materiale elettrico. Le Indie Olandesi importano quasi integralmente i materiali e macchinari elettrici. Secondo un rapporto dell'addetto commerciale inglese Sig. Bluett (*El. Rev.*, 12 aprile 1929) la richiesta di materiale elettrico si va accentuando, specialmente a favore, oltre che dell'Olanda, della Germania e della Svizzera, avendo le grandi case costruttrici uffici di rappresentanza molto attivi a Giava. Anche il Giappone e gli Stati Uniti cominciano a fornire specialmente fili isolati.

Le importazioni a Giava e Madura nel 1927 furono le seguenti, in migliaia di Fiorini:

Lampade a incandescenza......	1030
Fili coperti e nudi	160
Cavi isolati	1020
Materiali per linee aeree	670
Id. per impianti interni	670
Accumulatori	380
Apparecchi vari	1060
Macchinario elettrico	1200

(Non sono comprese le importazioni fatte dal Governo, che provengono quasi esclusivamente dall'Olanda).

ING. ETTORE CESÀRI.

ING. GIACINTO MOTTA
PRESIDENTE DELL' «UNIONE NAZIONALE FASCISTA INDUSTRIE ELETTRICHE»

Gli idroelettrici ed i sofismi

Adeguare i prezzi al rapporto di uno
a quattro fra l'anteguerra e l'oggi....
Servire la verità.
ARNALDO MUSSOLINI.

Corrono tempi non molto lieti per le attività economiche non si dice dell'Italia, ma del mondo intero. E ad uno spirito eccessivamente severo potrebbe parere biasimevole trastullo ribattere alle argomentazioni di chi tratta da sofisti coloro che nella discussione concernente i prezzi dell'energia elettrica (come del resto in quelle concernenti i tributi agli enti pubblici ed i prezzi di qualsiasi prodotto o servizio pubblico o privato) ritengono necessario avere *anche* riguardo al grado di incidenza, che il tributo, prodotto o servizio stesso esercita sul bilancio familiare, industriale o commerciale del contribuente o compratore od utente.

Ma l'insistenza rispettosa dell'opinione altrui non può essere scambiata per petulanza, nè giudicarsi quale una manifestazione di fatuità, quando derivi dalla profonda persuasione che si tratti non di prolungare una vana e sterile polemica, ma di sostenere una questione di principio assai importante.

Non crediamo si possa contestare il fondamento di questa verità, non soltanto perchè è il presupposto tacito della legittimità dei pubblici tributi, ma anche perchè essa coincide, anzi non è che la diversa manifestazione, di una necessità: quella di considerare, nell'aggravio sorgente dall'acquisto di qualsiasi prodotto o servizio, l'importanza relativa che il prodotto o il servizio ha per il compratore, nella quale *importanza relativa* risiede appunto il concetto che si vuol esprimere con la formula dell'*incidenza*.

Cominciamo dalla dimostrazione per assurdo.

Volendo, in ipotesi, negare validità al principio che qui si sostiene (e che può essere comodo a scopo polemico, ma non è giusto gabellare, come il disconoscimento dell'importanza della sommatoria di singoli oneri lievissimi, quelle determinante di oneri integrali sensibili, perchè questo disconoscimento è incompatibile col buon senso) si dovrebbe dedurne che non sia più possibile nè utile discutere sul peso relativo dei diversi fattori che concorrano a produrre un determinato risultato. L'assurdità, o almeno l'eccesso di questa deduzione sarà palese riflettendo che il giudizio umano non si esplica che per via di comparazioni, e nei dibattiti sulla materia che ci occupa non soltanto è comune il concetto di stralciare per primi, dalla serie completa dei fattori costitutivi di un risultamento, quelli che abbiano la *maggiore* importanza relativa, ma gli stessi nostri oppositori usano ricorrere a questa formula per esprimere il loro pensiero.

Pochi giorni or sono, in un interessante studio sul prezzo del pane, pubblicato da un giornale milanese, si leggevano le seguenti dichiarazioni: «Premesso che il prezzo del pane «di qualunque forma può rimanere entro i limiti di due lire «per Kg., esso può essere ancora diminuito da *una revisione di* «*alcuni dei coefficienti* PIÙ IMPORTANTI *del costo di fabbricazione*».

E un po' più lungi, nello stesso articolo si soggiungeva: «Dalle considerazioni fatte si conclude che il dato di panificazione è gonfiato sia da..... sia *dall'eccesso dei suoi* PIÙ IMPORTANTI *elementi costitutivi*».

Il lettore ha già capito che qui si allude ad un brillantissimo articolo dell'On. De Stefani, ed avrà subito notato che il medesimo, forse senza volerlo, offre argomenti a chi in materia di sofismi sull'incidenza non pensa come lui. Egli infatti, per spingere i fornai a risparmiare nella spesa di panificazione, non ha pensato ai coefficienti che hanno la minore, bensì esclusivamente a quelli che hanno la maggiore importanza. Con ciò ha riconosciuto senz'altro, per quanto in modo implicito, la bontà della teoria dell'incidenza che qui si difende.

Se questa poggiasse sul sofisma, come è stato affermato, non si saprebbe più distinguere quale sia la discussione utile e quale la bizantina; e per esempio un bello spirito potrebbe suggerire un abbondantissimo elenco di argomenti interessanti per i bilanci familiari, ossia per l'economia nazionale; per esempio: il costo del prezzemolo nella preparazione degli alimenti; oppure il costo degli aghi da cucire nella confezione e nella riparazione degli abiti e della biancheria; l'insopportabile peso delle stringhe da scarpe nel bilancio domestico, e così via di seguito. Anzi l'ipotetico spirito bizzarro potrebbe perfino contestare la legittimità delle imposte, le quali sono notoriamente dei prelievi sui singoli, ma debbono mantenersi talmente piccoli che l'incidenza ne sia tollerabile, non tanto rispetto al risultato raggiungibile col loro integrale, quanto in confronto della capacità redditizia dei colpiti, se non si vuole uccidere anche il tributo.

E se non bastasse l'esemplificazione, supponga il lettore che un filantropico arciricco distribuisse dieci lire a ciascun italiano. Non è vero che costui sarebbe giudicato dalle persone di buon senso, senz'altro come pazzo? E perchè? Perchè i quattrocento milioni sarebbero stati più che polverizzati, sterilizzati; in altri termini perchè il dono fatto ai singoli sarebbe praticamente trascurabile rispetto alle condizioni dei loro bilanci. Soltanto i *veri* accattoni (è bene precisare) ne risentirebbero vantaggio reale. Ebbene, l'incidenza, cioè il rapporto fra il dono delle dieci lire e il guadagno di ciascuno, misurerebbe esattamente anche questa eccezione!

Può parere che qui si scherzi, ma lo scherzo, come l'ironia, non è che una estrapolazione, spesso efficacissima per dimostrare l'errore, anche se celato da abili paludamenti. Ed è soltanto sotto questo aspetto che lo scherzo può essere lecito. Ma se si volesse parlare seriamente, dovremmo, sia pure con perplessità, ricordare che nella stessa pagina del giornale che riportava l'interessante riabilitazione del centesimo dell'On. De Stefani, un altro gerarca autorevolissimo, affermava una teoria nettamente antipodica quando scriveva che: «i grandi duelli «intorno ai dieci centesimi in più o in meno sulle paghe gior-«naliere sono da tempo chiusi nei musei della più balorda de-«magogia socialista».

Non si ha la pretesa qui di costringere, anzi di rimpicciolire il pensiero testè riportato nello stretto confine dell'argomento sul quale si scrive; ma è indubbio che quel pensiero non avrebbe potuto essere formulato senza condividere il nostro modo di pensare, che cioè bisogna sempre, in tutte le discussioni e le indagini volte alla ricerca del buono e dell'utile, specialmente nel campo pratico, trascurare le cose meno importanti per concentrare l'attenzione su quelle che lo sono di più. E non è da oggi che questo insopprimibile precetto di vita pratica ha trovato la sua formulazione latina: *de minimis non curat praetor*, che verrebbe voglia di fiancheggiare con l'altra: *ubi major minor cessat*, se non si rischiasse di sentirsi osservare essere stato quest'ultimo foggiato per la cerchia delle persone, piuttosto che per la cerchia delle cose; ciò che non impedisce di mettere in evidenza l'identità e l'universalità del pensiero racchiuso in entrambe le sentenze.

Voltiamo pagina piuttosto. E cioè, dopo aver dimostrato che non nel dare a ciascun fattore di un risultamento qualsiasi l'importanza relativa che ha nell'insieme sta il sofisma, bensì nel pretendere di portare in primo piano tutti gli elementi costitutivi di un fenomeno, considerandoli tutti ugualmente importanti, e tutti con pari ardore perseguitando, vediamo se invece non ci siano altri sofismi, e grossi, che accompagnandosi troppo spesso al precedente consentono ai loro sostenitori di considerarsi del tutto immuni dall'accusa di demagogia antidemagogica.

Ecco qui per esempio uno dei sofismi più frequenti e più gravi di conseguenze, perchè creano ingiustamente l'irritazione degli utenti contro intere categorie di industriali, di null'altro colpevoli che di aver dovuto subire, per molti anni senza riparo, i danni della svalutazione monetaria.

È notorio che l'adeguazione dei prezzi di alcuni grandi servizi pubblici (badiamo bene, non di tutti) alla continua se pur oscillante svalutazione della moneta determinatasi dopo il '19, ha potuto effettuarsi con ritardo. Chi vuol essere onesto, obiettivo ed umano deve anche ricordare che il ritardo è stato tale (per insperata fortuna degli utenti e per ingiusta disgrazia degli esercenti) che la lira ha potuto perfino riprendere una parte del terreno perduto, prima assai che l'adeguazione fosse raggiunta, quando anzi la sua lontananza era ancora notevole.

Quale fu il risultato di queste diverse velocità di spostamento? Che gli industriali in discorso, pur continuando a sopportare il danno della loro lentezza, non poterono assolutamente invertire la marcia insieme con la lira, pena la rovina delle loro aziende. Non si nega che l'aumento dei prezzi, che si verifica proprio mentre la moneta aumenta il suo potere d'acquisto, sia irritante per il consumatore, come il castigo indispone chi lo subisce; ma chi ha od assume la cura di illuminare le folle, se vuole evitare l'accusa di fare dei sofismi deve rigorosamente astenersi dal confrontare prezzi di prodotti e potere d'acquisto della moneta sulla base della loro semplice differenza numerica, quando l'uno o l'altro termine siano in periodo di instabilità o peggio siano sulla via per raggiungere la loro sistemazione relativa. Meno ancora deve pretendere che, ove altre forme di attività, per le mutate condizioni in cui vengono esercitate, diminuiscono il loro prezzo mercantile, altrettanto debba simultaneamente fare l'industria od il servizio rimasto in arretrato; perchè in questa pretesa neppure il più potente microscopio del mondo potrebbe scoprire la più evanescente traccia di logica, mentre al contrario basta l'occhio nudo per vedervi quel tantino di amore per il prossimo che ci porta a deplorare la mancanza di carità cristiana *negli altri;* e quel pizzico di demagogia che si ammanta spesso dell'abito della giustizia, sopratutto quando si prodiga nel risolvere tutte le difficoltà *col danaro degli altri.*

Esemplifichiamo: a Milano le variazioni intervenute nel prezzo della luce elettrica incassato dal venditore, nei tributi che la colpiscono e nel deprezzamento della moneta, rappresentato questo come moltiplicatore dei prezzi al minuto dell'anteguerra, risultano dallo specchietto insieme col moltiplicatore del prezzo dei materiali da costruzione e della manodopera relativa (muratore).

Appare dalla tabella, ed ancora più chiaramente dal diagramma, (*vedi pagina seguente*), che per dieci lunghi anni l'incasso del produttore di luce elettrica è sempre stato notevolmente inferiore a quanto gli sarebbe spettato tanto in base alla svalutazione della moneta, quanto in base al costo degli impianti, rappresentato questo dal costo dei materiali da costruzione e della manodopera (muratore). Di fronte a questo fatto che può ignorare bensì la madre di famiglia, talvolta rattristata dalle bibule assenze del capo fino al punto da esecrare l'innocente esattore della luce elettrica, ma che non può, non deve, ignorare lo scrittore nè lo studioso di questioni economiche, che cosa fa il sofista? Non considera, no, i prezzi all'inizio ed alla fine del periodo di movimento, perchè il sofisma non gli riuscirebbe. Prende invece i prezzi del '25 e li confronta con quelli del '30. Nel '25, quando la svalutazione della lira era maggiore d'adesso, grida il sofista alle folle protese, il prezzo della luce era minore d'adesso. Chi si oppone dunque alla politica del governo? chi se non questi caparbi plutocratici monopolizzatori dell'elettricità, dei quali la disinvoltura si spinge fino ad aumentare i prezzi, proprio quando per il migliorato potere d'acquisto della lira essi dovrebbero diminuire? Non diversamente ragionerebbe colui che uscendo satollo dal ristorante, rimproverasse il ritardatario che, non avendo ancora mangiato, si sedesse a tavola per mangiare egli pure. Con linguaggio meno volgare, il ritardo nella perequazione dei prezzi non può generare il diritto a troncarla, perchè il beneficio goduto dagli utenti a cagione del ritardo stesso e con danno del produttore, dovrebbe caso mai far luogo ad un opportuno indennizzo, mai determinare un danno ulteriore.

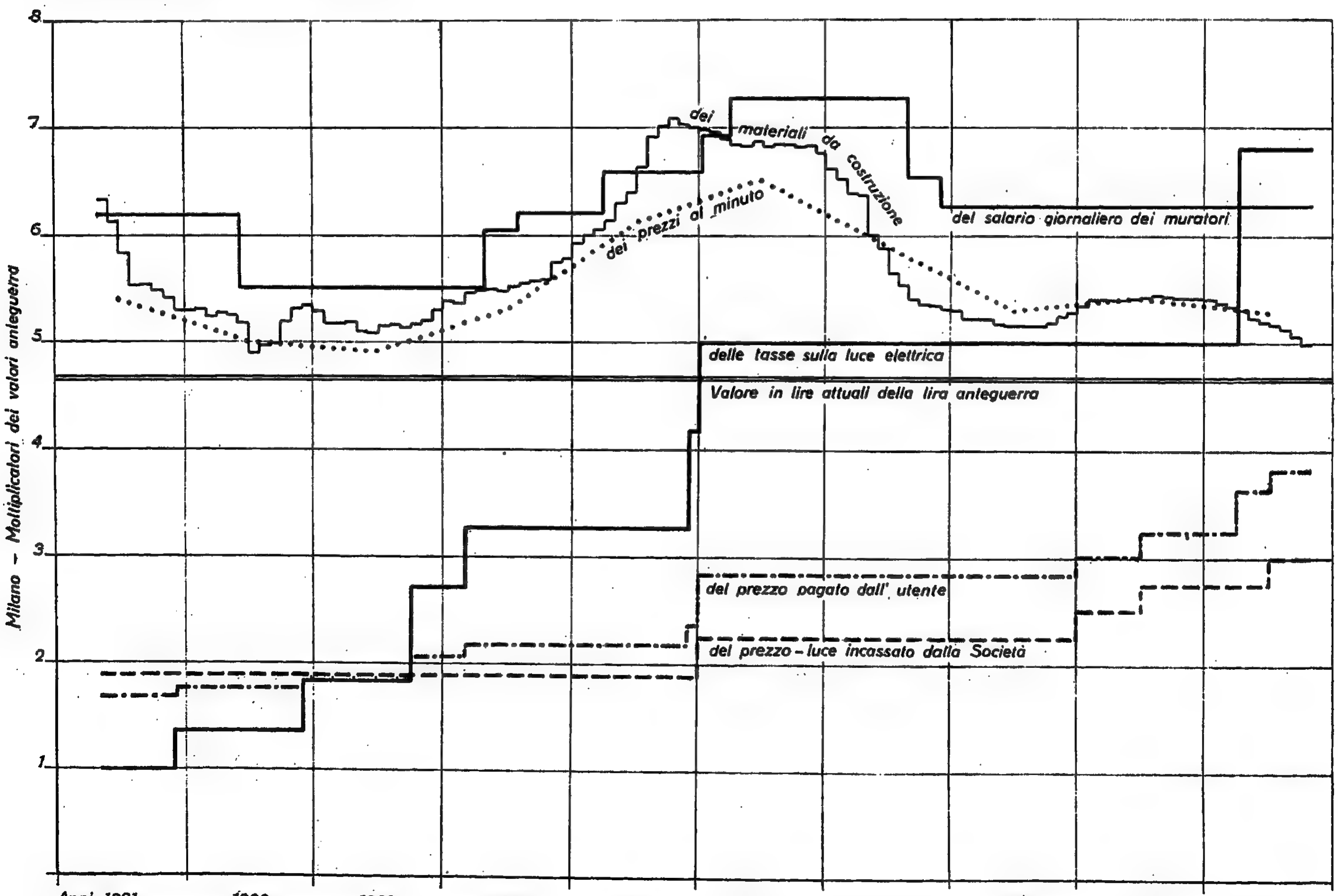
Che se poi si obiettasse non avere il passato nessuna importanza nel dibattito odierno; essere quindi ingenuo prospettare la discrezione, sia pure obbligatoria, dei prezzi dell'ultimo decennio, per attendersene una specie di riconoscimento, nella rinuncia ad inique pretese, abbandoniamo pure il passato e stiamo al presente. I materiali da costruzione e la manodopera relativa sono ancora oggi intorno al moltiplicatore 5 rispetto all'anteguerra; se dunque l'industria elettrica fornisce luce col moltiplicatore 3 appena, vuol dire che essa, lungi dal contradire alla crociata bandita dal Duce (***adeguare tutti i costi e tutti i servizi al rapporto: una lira antebellica uguale a quattro lire attuali***), l'ha sopravvanzata ed anticipata. Che cosa si pretende di più? E in questa maggior pretesa c'è quella ragione di pubblica necessità che può strozzare in culla anche la giustizia? Nessuno lo può credere, che sia obiettivo; perchè appunto l'incidenza dell'energia elettrica nel bilancio dei singoli e specialmente della luce nei bilanci famigliari è praticamente trascurabile. Non si può mettere a repentaglio la solidità e l'avvenire di un'industria indispensabile al progresso del paese, per il bel risultato di polverizzarne il necessario profitto fra le mani degli utenti.

A Milano ci sono forse novantamila utenti illuminati a luce elettrica con una spesa di 60 lire annuali, cioè con perdita secca dei fornitori; mi correggo: per loro pagano gli altri; si deve ribassare ancora? Ce ne sono altri centotrentamila che in media non arrivano a pagare al fornitore trecento lire all'anno. Si deve ribassare? Ma il dieci per cento di ribasso, come ho detto altre volte, sulla totalità del consumo ridurrebbe l'utile in misura variabile dal venticinque al novanta per cento a seconda delle aziende colpite, con un risultato medio globale pari al dimezzamento. Si può pretendere questo?

Indubbiamente anche 10, anche 5 lire di risparmio annue sono qualche cosa; ma bisogna decidere se vale la pena di dare questo risparmio alle famiglie per togliere all'industria

	Importo tasse	Tariffa luce abitazioni	Sborso totale dell'utente	MOLTIPLICATORE dei valori anteguerra: dei materiali da costruzione	dei salari giornalieri dei muratori	dei prezzi al minuto	del prezzo luce incassato dalla Soc.	risparmiato dall'utente
	per KWh. in cent.							
Dal 1–1–1914 al 31–10–1919	1.1	4	5.1					
» 1–11–1919 » 31–3–1921	»	5	6.1					
» 1–4–1921 » 30–11–1921	»	7.5	8.6	5.8	6.2	5.3	1,875	3.425
» 1–12–1921 » 30–11–1922	1.5	»	9	5.2	6.2÷5.5	5	»	3.125
» 1–12–1922 » 31–8–1923	2	»	9.5	5.2	5.5	4.9	»	3.025
» 1–9–1923 » 28–2–1924	3	»	10.5	5.3	5.5	5	»	3.125
» 1–3–1924 » 30–11–1925	3.6	»	11.1	6	5.5÷6.6	5.7	»	3.825
» 1–12–1925 » 31–12–1925	4.6	»	12.1	7	6.6	6.5	»	4.625
				6.9	7÷7.3	6.5	2,25	4.25
» 1–1–1926 » 31–12–1928	5.5	9	14.5	5.8	7.3÷6.3	5.9	»	3.65
				5.2	6.3	5.3	»	3.05
» 1–1–1929 » 30–6–1929	»	10	15.5	5.4		5.4	2,5	2.9
» 1–7–1929 » 31–3–1930	»	11	16.5	5.5		5.4	2,75	2.65
» 1–4–1930 » 30–6–1930	7.5	»	18.5	5.2	6.27	5.3	»	2.55
Luglio 1930	»	12	19.5	5.1		5.3	3	2.3
Ottobre 1930	»	»	»	5		5.2	»	2.2

N.B. - Il moltiplicatore dei prezzi dei materiali da costruzione è ricavato dagli indici del Consiglio Provinciale dell'Economia di Milano; quello dei salari giornalieri dei muratori dall'Annuario storico statistico del Comune di Milano 1924-1925, e quello dei prezzi al minuto dalla Rivista del Comune di Milano. A notare che la giornata media del muratore nel 1914 era di 9 ore e 10 minuti; e nel 1921 e successivi di 8 ore, per cui tutti i moltiplicatori della 5ª colonna andrebbero ancora moltiplicati per circa 1,15.



Moltiplicatori dei valori anteguerra (per Milano) del prezzo – luce incassato della Società; delle tasse sulla luce elettrica; del prezzo pagato dall'utente; dei prezzi al minuto; dei materiali da costruzione e dei salari giornalieri dei muratori.

la forza di cui ha bisogno, se vuole, come deve, assolvere ulteriormente al suo compito verso il Paese, che è quello di valorizzare le forze idrauliche immobilizzando nuovi, ingenti capitali.

C'è, è vero, qualche cosidetto economista il quale non ha esitato a dichiarare che il risparmio sulla luce potrà essere dedicato ad altri consumi!

Si vuol dunque permettere agli italiani di fumare più tabacco

ancora di quello che si consuma (400 lire all'anno per famiglia) o si vuol facilitare il collocamento del vino (1000 lire per famiglia) o incrementare l'industria cinematografica (250 lire all'anno a Milano)? No, la verità e la logica onesta obiettiva ed umana procedono per vie molto diverse. Esse confrontando i prezzi quando veramente sono confrontabili, quando per esempio sia cessato il ballo di San Vito di cui è stata per molto tempo affetta la moneta italiana; e non scordano di tener conto che la bolletta comprende i tributi allo Stato ed al Comune, i quali sono aumentati in misura assai più alta che non la svalutazione della moneta; e in conclusione dicono: se il prezzo della luce soltanto oggi è diventato pari al triplo dell'anteguerra, mentre per dieci lunghi anni fu poco più che doppio; se si deve ritenere normale in media il moltiplicatore quattro ed anche quattro e mezzo per tutti i prodotti e servizi, compreso il ferroviario, vuol dire che la lagnanza contro il prezzo della luce non è ragionevole; lo è tanto meno in quanto per esempio il tram e le ferrovie ed i telefoni costano relativamente molto di più (specie per i servizii accessorii) ecc. ecc., e lo è tanto meno quando si consideri che dalle famiglie italiane, per il servizio luce, l'industria elettrica incassa in media forse meno di 100 lire all'anno.

Sanno la logica, l'onestà, l'obiettività e l'umanità; sanno, da qualche millennio, che l'uomo preferisce spendere cento per un godimento, anzichè cinque per un servizio necessario; e ciò specialmente quando il servizio abbia gli aspetti di un monopolio. Da questo punto di vista non c'è niente di più utile delle cose inutili, per chi sappia volgerle a proprio profitto; e sempre sarà vero, sotto la cappa del cielo, che il problema dell'esistenza e dell'arricchimento si risolve meglio servendo agli istinti (sui quali domina sovrano il desiderio di lavorare poco e godere molto) che in ogni altro modo.

Ma non sembrano queste ragioni nè valide nè sufficienti per indurre l'onestà e l'obbiettività a rinunciare al dovere di sceverare il vero dal falso e ciò che è veramente utile a tutti, da ciò che dell'utile ha solo l'apparenza.

Siamo d'accordo che per costruire bisogna basarsi sui difetti, visto che le virtù sono dei pochi e i difetti di tutti; ma non per questo si può accettare per segno infallibile di giustizia nè il clamore della folla, nè il desiderio e le lagnanze di chi compera, perchè il desiderio nasce dall'interesse o dall'istinto, ed è per sua natura senza limiti; e lo studioso e l'economista e l'uomo politico sono tanto più prudenti e sereni quanto più la discussione riguarda industrie necessariamente concentrate in pochi enti; perchè l'antipatia dei molti per i pochi ai quali per necessità debbano rivolgersi, sonnecchia in fondo all'animo umano; nè ha bisogno d'essere artificiosamente aizzata; e quando lo sia non può uscirne che male per i molti ed ingiustizia per i pochi; cioè errore per la Nazione.

GIACINTO MOTTA.

L'ordinamento razionale amministrativo-contabile della sezione utenti di una azienda elettrica

(Continuazione III parte e fine)

LIQUIDAZIONE E RIASSUNTO CONSUMI.

Man mano che all'Ufficio contabilità utenti perverranno a cura dei singoli letturisti i libri lettura contatori, esauriti per quanto riguarda il rilievo dei consumi del mese in corso, verrà provveduto immediatamente alla liquidazione dei consumi stessi mediante la compilazione delle relative bollette consumo.

Queste preventivamente intestate con la macchina per indirizzi, e quindi raccolte, per quanto riguarda le utenze luce nel medesimo ordine dei fogli del libro lettura, possono essere di due tipi, muniti ciascuno di bollettino statistico per la classificazione dei consumi come dettagliatamente descritto nel primo articolo (1):

1°) isolate (vedi fig. 8 del citato articolo);
2°) a striscie di cinque o più bollette (vedi fig. 9 dello stesso articolo).

L'incaricato alla liquidazione dei consumi inizierà il suo lavoro munito dei seguenti quattro documenti:

a) libro lettura,
b) bollette consumo,
c) foglio di riassunto,
d) prontuario di calcoli fatti riguardante particolarmente le tariffe ordinarie di luce e di forza motrice.

Il documento *c*), corrispondente alla fig. 7 dell'articolo sopra ricordato, consta di un foglio avente le medesime colonne e le medesime voci della bolletta consumo, in modo che questa una volta sovrapposta al foglio stesso, abbia le colonne, di cui è costituita, in perfetta corrispondenza a quelle del riassunto.

La sovrapposizione dovrà avvenire dalla prima colonna delle letture e quella del totale, e tale spazio di foglio di riassunto verrà coperto da un foglio di carta carbone allo scopo di ottenere, con un'unica scritturazione, la copia degli elementi contabili di ogni singola liquidazione.

Il foglio di riassunto contiene oltre alle voci della bolletta consumo anche le seguenti:

1) numero dell'utente,
2) categoria,
3) classe,
4) numero della bolletta,
5) data di esazione.

Inoltre al lato destro il foglio di riassunto viene piegato allo scopo di consentire la compilazione contemporanea della distinta bollette per la cassa e quindi per l'esattore. La carta a carbone necessaria per il ricalco coprirà solo parzialmente la distinta bollette e precisamente dalla colonna dell'« importo bollette » al margine piegato.

La colonna del numero dell'Utente servirà per individuare l'utente stesso; quelle della categoria e della classe per lo spoglio e la determinazione dei dati statistici qualora, come spiegato nel primo articolo, non si ritenesse di usare le bollette consumo con annesso il bollettino statistico; infine le colonne del numero di bolletta e della data di esazione serviranno per la compilazione della distinta sopraccennata e per l'aggiornamento dei pagamenti.

Le speciali macchine contabili scriventi oggi in commercio, sufficientemente descritte in precedenza, acconsentono la compilazione e il completamento del foglio di riassunto (e beninteso contemporaneamente anche delle bollette consumo e della distinta per la cassa) non solo nelle somme e differenze orizzontali ma anche in quelle verticali, vale a dire che una volta tolto dalla macchina il foglio di riassunto, questo è completo in ogni sua parte.

Le bollette di utenti luce avranno, naturalmente, un riassunto proprio distinto da quello delle bollette di utenti forza, inoltre sarà consigliabile che anche lo stampato delle stesse porti in modo chiaro le indicazioni sufficienti per distinguere a colpo d'occhio le bollette luce da quelle di forza, distinzione che potrà essere ancor più facilitata usando carta di colore diverso e precisamente di colori corrispondenti a quelli dei moduli di controllo, dei cartellini di rubrica e dei fogli dei libri lettura.

Ciò ricordato, e in considerazione che l'energia elettrica viene fornita alla maggioranza degli utenti in base ad un uguale prezzo di tariffa, il controllo dell'esattezza del calcolo sulle bollette consumo potrà benissimo effettuarsi alla fine di ogni foglio di riassunto mediante il prodotto dei kWh consumati per il prezzo, o tariffa, espressamente figurante sul foglio di riassunto.

Che se in uno di questi fogli dovesse figurare qualche utente con tariffa diversa dalla normale, il controllo in esame potrà effettuarsi con una semplice operazione di differenza, vale a dire deducendo dal totale delle due colonne, kWh e importo consumo del foglio di riassunto, la parte riguardante le utenze a tariffa diversa dalla normale. Simile operazione richiederà sempre un tempo minore di quello necessario per la revisione del calcolo di ogni singola bolletta.

Al contrario nessun controllo si renderà necessario nei riguardi dell'esattezza della somma delle voci di ogni singola bolletta, in quanto l'importo di detta somma verrà dato automaticamente, e con assoluta precisione, dalla macchina.

Lo stesso può dirsi nei riguardi della differenza fra le due letture, la quale, se eseguita direttamente dalla macchina sarà sempre esatta, e se eventualmente non dovesse corrispondere al consumo effettivo ciò dipenderà esclusivamente da errore di riporto delle letture. (1)

---

(1) Ved. *L'Energia Elettrica*, luglio 1930, pag. 611-619.

(1) Circa l'opportunità o meno di eseguire sul libro lettura la differenza fra le due letture i pareri sono discordi e, è doveroso riconoscerlo, non tutti privi di argomenti che non possono a priori essere trascurati.

Ci sono, come abbiamo sopra accennato, coloro che sostengono la necessità di far eseguire le differenze dai letturisti stessi all'atto del rilievo delle indicazioni del contatore, e ci sono coloro che preferiscono far eseguire la differenza da apposito personale dell'Ufficio contabilità utenti prima della compilazione delle bollette consumo.

In entrambi i casi dobbiamo riconoscere un rallentamento di operazioni successive e precisamente: occorrerà ai letturisti un tempo maggiore per eseguire le letture nel primo caso, e un maggior tempo per l'approntamento delle bollette consumo nel secondo caso.

In compenso si avrebbero i seguenti vantaggi e precisamente:

1°) possibilità ai letturisti di accertare eventuali rilevanti errori di lettura o anormalità nei consumi, per effetto del raffronto dell'ultima differenza con le precedenti;

2°) possibilità di accertare, in occasione della compilazione a macchina delle bollette e del riassunto, l'esattezza del riporto delle letture mediante controllo della cifra di differenza risultante automaticamente nella macchina; oppure mediante copiatura della differenza, come avviene per le letture, nel qual caso l'esattezza viene accertata solo alla fine del foglio di riassunto mediante il controllo della corrispondenza della somma dei kWh consumati, con la differenza fra il totale delle due colonne delle letture.

Va da sè che qualora si volesse adottare la scritturazione delle differenze sul libro lettura, il modulo di cui alla fig. 1 della nota pubblicata nel numero di ottobre 1930, dovrebbe portare, subito dopo la colonna delle letture, una colonna apposita per le differenze.

a) Sezione Utenti. — Contabilità.

Bollette consegnate alla Cassa il giorno ....

Utente		Bolletta N.	Distinta N.	Rione	Giro	Anno	Mese	Importo	Firma del Cassiere	Emissione del mese		Arretrati	Variazioni
Numero	Cognome e Nome									a mezzo distinta	bollette isolate		

b) Ufficio Cassa.

Bollette ricevute dall'Ufficio Contabilità Utenti il giorno ....

Utente		Bolletta N.	Distinta N.	Rione	Giro	Anno	Mese	Importo	Firma del Cassiere	*Annotazioni*
Numero	Cognome e Nome									

Fig. 1. - Fogli di carico giornaliero.

Data	OPERAZIONI	Carico		Scarico	
		Importo	Firma dell'Esattore	Importo	Firma del Cassiere

Fig. 2. - Registro di carico e scarico per ogni esattore.

UFFICIO CASSA

MOVIMENTO BOLLETTE

Esazioni dirette del giorno ....

Utente N.	Anno	Mese	Rione	Giro	Bolletta N.	Importo	Utente N.	Anno	Mese	Rione	Giro	Bolletta N.	Importo

Fig. 4. - Foglio giornaliero di introito bollette consumo.

Data	Operazioni	Conto generale		Cassa								Esattori			
		Carico	Scarico	Carico				Scarico				Carico	Scarico		
				Esistenza	Dalla sezione utenti	Rese dagli Esattori	Totale	Consegnate agli Esattori	Ritornate alla sez. utenti	Esatte agli sportelli	Totale		Esatte	Rese	Totale

Fig. 3. - Giornale di cassa. Movimento bollette.

Abbiamo avuto in questo ultimo tempo occasione di esaminare attentamente alcuni documenti muniti nel retro di un tratto carbonato atto al ricalco. Il risultato è stato soddisfacente e lusinghiero. Pertanto il problema delle bollette consumo con a retro una zona carbonata in corrispondenza dell'indirizzo e particolarmente dei conteggi, merita un doveroso interessamento in tutti quei casi in cui è in campo lo studio della compilazione meccanica delle bollette consumo e contemporaneamente del relativo riassunto, principalmente perchè acconsente la completa visibilità del foglio di riassunto ed evita gl'inconvenienti, facili ad avverarsi, dovuti alla pressione dei rulli trasportatori sul foglio di carta carbone.

Esazione delle bollette consumo.

I fogli di riassunto possono alla loro volta riassumersi per giro e successivamente per rione, oppure solamente per rione. Lo stesso dicasi per le distinte bollette, a secondo che si segua il concetto di consegnare ad ogni esattore un quantitativo di lavoro sufficiente per l'esazione giornaliera, oppure un intero rione da esigere entro un congruo numero di giorni, sempre però con versamento di acconti giornalieri.

L'Ufficio cassa, man mano che riceve dall'Ufficio contabilità utenti le distinte con le relative bollette, vi aggiunge quelle non contestate esistenti in cassa, perchè non esatte in precedenza, riguardanti il medesimo giro o rione, e toglie quelle che per speciali ragioni non devono essere presentate o che fanno parte, per effetto del recapito di esazione, di altro giro o rione al quale logicamente verranno assegnate.

Qualora l'Ufficio cassa aggiunga sulla distinta del mese in corso di esazione delle bollette di mesi precedenti, porrà a fianco del numero di bolletta, e precisamente nello spazio non utilizzato della colonna immediatamente vicina, la indicazione numerica del mese con numeri romani e se di rione diverso, anche il numero di questo in cifre arabe. Es.: Ottobre - rione 15 si scriverà X - 15. Nel caso invece di bollette del mese in corso spostate di rione per effetto di recapito, verrà posta a fianco del numero di bolletta l'indicazione del rione di provenienza.

Non si esclude la possibilità, come in fatto avviene in alcune aziende, di effettuare l'incasso delle bollette aventi un rione di esazione diverso da quello di impianto, mediante movimento interno fra esattori.

La consegna delle bollette e relative distinte all'Ufficio cassa avviene mediante registrazione su apposito foglio di «Carico giornaliero» (fig. 1) di cui una copia, eseguita a mezzo ricalco, viene trasmessa seralmente all'Ufficio cassa stesso.

Pertanto durante il giorno l'Ufficio cassa per ogni distinta di bollette o per ogni bolletta che riceverà dall'Ufficio contabilità utenti, si limiterà ad apporre a fianco di ogni importo la firma a prova dell'avvenuto ricevimento.

Nelle grandi Aziende Elettriche l'Ufficio cassa, o come altri lo chiamano l'Ufficio di tesoreria, costituisce un organo della massima importanza. È assolutamente necessario che a capo di detto Ufficio venga destinata una persona di specchiata onestà e di indiscussa capacità e competenza amministrativa e contabile.

Non si deve paragonare il capo dell'Ufficio cassa di una Azienda Elettrica alla stregua di un ordinario tesoriere di una Azienda pubblica o bancaria, il quale è abituato a svolgere la sua attività semplicemente in base ad ordini scritti d'incasso e di pagamento; ciò sarebbe in aperto contrasto con la figura prettamente industriale e commerciale dell'Azienda Elettrica. Una volta consegnate all'Ufficio cassa le bollette consumo deve essere tempestivamente e razionalmente provveduto a cura di detto Ufficio alla loro esazione, non consentendo il ritorno di bollette all'Ufficio mittente se non nel caso di errore di indicazione, per il quale si renda necessario l'annullamento o la modifica delle bollette, oppure perchè si rende necessario l'inizio di azione legale a carico di utenti morosi.

Ne viene di conseguenza che l'Ufficio cassa dovrà essere costantemente in rapporto con la Sezione utenti e in casi particolari anche con la Sezione Impianti Interni di Officina; ciò varrà a snellire razionalmente il lavoro eliminando i cosidetti movimenti interni, a tutto vantaggio dell'economia delle spese e della regolarità del servizio.

L'operazione di incasso costituisce, è vero, la parte più importante dell'Ufficio in esame, ma non la sola. Altre operazioni, pure importanti, richiedono l'intervento continuo e l'assistenza vigile e competente di chi è a capo di simile delicato servizio.

Le ordinarie operazioni per l'introito delle bollette si iniziano con la consegna ai singoli esattori del quantitativo di bollette corrispondente a un giro o a un intero rione. Nel primo caso

Illuminazione a contatore - Bolletta N. ....

58795-Lc8-BRUNELLI FRANCESCO
Via Mercato Vecchio 5
33- Forniture Industriali
Via S. Benedetto 12

GENNAIO 1930.

Letture del mese	Letture precedent.	kWh consumati	Prezzo per kWh	Importo consumo e tasse	Nolo contatore	Bollo	Totale

Abbon. al bollo

Per Quietanza

Illuminazione a contatore - Bolletta N. ....

58795-Lc8-BRUNELLI FRANCESCO
Via Mercato Vecchio 5
33- Forniture Industriali
Via S. Benedetto 12

GENNAIO 1930.

Totale
Esatte L.

(Lembo da piegare).

Nel prezzo per kWh sono comprese L. 0,30 di tassa governativa e L. 0,20 di tassa comunale. Con riserva di esazione di qualunque arretrato.

Fig. 5. - Bolletta consumo con scontrino di introito.

N.o

Rione	Giro
Categ.	Classe

Illuminaz. a contatore

Utente .... N.o ....

Località ....

Recapito ....

Letture		kWh consumati	Prezzo per kWh	Importo consumo e tasse	Nolo contatore		Bollo	Totale
al..........	precedente							

Nel prezzo per Kw-ora sono comprese L. 0.30 di tassa govern. e L. 0.20 di tassa comun.

Con riserva di esazione di qualunque arretrato.

Per quietanza

N.o

Utente ....

Rione	Giro
Categ.	Classe

Esatte

L. ....

Illuminazione a contatore

Emissione extra distinta

MATRICE

N.o

Rione	Giro
Categ.	Classe

Illuminaz. a contatore

Utente .... N.o ....

Località ....

Recapito ....

Letture		kWh consumati	Prezzo per kWh	Importo consumo e tasse	Nolo contatore		Bollo	Totale
al..........	precedente							

Annotazioni

Fig. 6. Bollettario a madre e figlia.

avremo invece versamenti giornalieri di acconti e liquidazione a completamento del rione.

Dell'ammontare delle bollette consegnate per l'incasso viene dato debito sul « Registro di carico e di scarico » di ogni singolo esattore (fig. 2); contemporaneamente l'Ufficio cassa provvede alle debite registrazioni sul « Giornale di cassa-Movimento bollette » (fig. 3) sul quale vennero già effettuate le regitrazioni relative alla consegna delle bollette da parte dell'Ufficio contabilità utenti.

Seralmente gli esattori verseranno all'Ufficio cassa gli incassi della giornata sotto forma di liquidazione giornaliera di una distinta completa (esazione per giro), e sotto forma di acconto (esazione per rione) salvo, in questo ultimo caso, addivenire alla liquidazione completa a fine rione.

Nel primo caso (liquidazione giornaliera) l'esattore restituirà la distinta bollette completata, vale a dire con la registrazione delle bollette incassate e rese con relativi totali, i quali dovranno quadrare col totale della distinta.

L'Ufficio cassa, controllata l'esattezza dell'incasso e della resa, eseguirà le debite operazioni di scarico tanto sui registri degli esattori (fig. 2) come sul giornale (fig. 3), dopo di che trasmetterà all'Ufficio contabilità utenti le distinte liquidate, affinchè detto ufficio possa procedere ai debiti controlli, ed alla registrazione della data d'introito sui fogli riassunto.

Qualora l'utente non effettuasse il pagamento della propria bolletta consumo all'atto della presentazione da parte dell'esattore, dovrà provvedere direttamente al pagamento presso la Cassa Centrale nel giorno e nelle ore stabilite nell'apposito avviso rilasciato dall'esattore.

Di tali introiti l'Ufficio cassa eseguirà le necessarie registrazioni sull'apposito « foglio giornaliero d'introito bollette consumo » (fig. 4).

Una copia di detto documento, eseguita a mezzo ricalco, verrà trasmessa seralmente all' Ufficio contabilità utenti, il quale se ne servirà per i necessari controlli e per la registrazione della data d'incasso sul riassunto.

Qualora le esazioni a mezzo degli esattori avvenissero con carichi richiedenti parecchi giorni di esazione, caso tipico quello del carico a rione completo, le bollette non esatte all'atto della presentazione rimarranno necessariamente a mani dell'esattore, inquanto saranno rese all'Ufficio cassa solo al momento della liquidazione completa del carico ricevuto.

Sarà quindi necessario che l'esattore nel rilasciare l'avviso all'utente per il pagamento, indichi chiaramente come questo dovrà avvenire, vale a dire se agli sportelli della Cassa principale od a quello particolare dell'esattore.

Nel primo caso l'orario di esazione sarà quello normale dell'Ufficio cassa (generalmente dalle 9 ½ alle 16), nel secondo caso l'orario sarà limitato dalle 16 alle 17 e per i giorni espressamenti indicati nell'avviso stesso.

Alla scadenza della dilazione concessa per il pagamento l'Ufficio cassa provvederà per la sospensione di corrente a mezzo dell'esattore stesso o di apposito personale.

L'incarico della sospensione di corrente si presenterà all'utente munito della bolletta consumo non pagata. L'utente potrà annullare il provvedimento preso a suo riguardo mediante il pagamento della bolletta e di un diritto fisso a titolo di multa. In difetto di tali pagamenti verrà sospesa la corrente all'impianto.

L'incaricato, in tal caso, apporrà sulla bolletta l'annotazione dell'avvenuta sospensione di corrente e del rilievo del contatore, salvo, una volta in ufficio, compilare il « regolare bollettino di sospensione di corrente » (1).

L'impianto verrà riallacciato solo dietro pagamento della bolletta consumo insoluta e della relativa tassa di riallacciamento.

(1) Ved. *L'Energia Elettrica*, settembre 1930, pag. 803.

***

Nei riguardi dell'accertamento dell'esazione delle singole bollette si riconosce opportuno fare presente che alcune aziende hanno adottato, con risultati veramente pratici, il sistema dello scontrino d'introito. Tale documento fa parte della bolletta gli scontrini nell'ordine più corrispondente ai propri bisogni, facilitando assai, per citare un caso, il lavoro di registrazione delle date di introito sui fogli di riassunto.

Qualora si volessero adottare le bollette con gli scontrini d'introito si dovrà rinunciare ai bollettini di statistica per la classificazione dei consumi, servendosi in luogo di questi, delle

(Copia per l' Ufficio Cassa)

Resa di Cassa del giorno ....

Mese Anno	Rione	Giro	N. bollette	UTENTE		Importo	Firma	*Annotazioni*
				Numero	Cognome e Nome			

Fig. 7. - Foglio giornaliero di resa.

consumo (fig. 5) e viene da questa staccato, seguendo la perforatura espressamente predisposta, all'atto dell'incasso sia a mezzo dell'esattore che presso l'Ufficio cassa centrale.

Ne viene di conseguenza che tanto gli esattori come l'Ufficio cassa potranno omettere la registrazione relativa all'incasso di ogni singola bolletta, inquanto il conto degli introiti viene ottenuto mediante la somma dell'importo dei singoli scontrini, somma eseguita per mezzo di una macchina addizionatrice scrivente.

Compiute le ordinarie operazioni giornaliere di introito, l'Ufficio cassa trasmetterà all'Ufficio contabilità utenti tutti gli scontrini accompagnati dalla medesima distinta eseguita in precedenza colla macchina addizionatrice scrivente.

Con tale sistema l'Ufficio contabilità utenti potrà disporre apposite colonne del riassunto. Lo scontrino di introito di cui alla fig. 5 viene completato, per quanto riguarda l'importo, a mezzo ricalco contemporaneamente alla compilazione della bolletta, la quale, all'uopo, è munita a retro di un piccolo tratto carbonato in corrispondenza della colonna « Totale ».

Circa l'uso delle bollette a striscie o isolate valgono le medesime considerazioni esposte in proposito nell'articolo pubblicato nel numero di Luglio di questa Rivista.

Emissione isolata di bollette consumo.

Nei casi in cui durante il mese si rendesse necessaria l'emissione isolata di bollette consumo, queste verranno compilate a mano servendosi di un apposito bollettario a madre e figlia

VARIAZIONI IN MENO												Rione	Giro	VARIAZIONI IN PIÙ											
ELEMENTI CONTABILI								Riferimenti						Riferimenti				ELEMENTI CONTABILI							
kWh		Importo		Nolo cont.		Bollo di quietanza	Totale	Data di resa	Mese di emiss.	Utente N.	Bolletta N.			Data carico minut.	Mese di emiss.	Utente N.	Bolletta N.	kWh		Importo		Nolo cont.		Bollo di quietanza	Totale
Luce	Forza	Luce comp. tasse	Forza															Luce	Forza	Luce comp. tasse	Forza				

Fig. 8. - Registro delle variazioni.

DATA	OPERAZIONI	CONTO GENERALE UTENTI ORDINARI		C					
				CARICO					
				A mezzo distinta emissione del mese	CARICO MINUTO				TOTAL CARIC
		Dare	Avere		Emissione del mese	Arretrati	Modifiche e variazioni (in +)	Totale	

Fig. 9. - Registr

eseguite contemporaneamente a mezzo ricalco, (fig. 6) e trasmesse alla Cassa mediante registrazione sul «foglio di carico giornaliero» (fig. 1).

Il fac-simile di bolletta sopra illustrato appare munito dello «scontrino di introito». È naturale che qualora non venisse applicato il sistema dell'accertamento degli incassi a mezzo dell'apposito tagliando, la figura 6 dovrà considerarsi priva del suddetto scontrino, mentre la matrice della bolletta potrebbe benissimo rimanere inalterata anche per quanto riguarda il maggiore spazio per le annotazioni.

Alla fine di ogni mese di emissione dette bollette verranno riassunte, servendosi delle matrici, in ordine di rione, usando all'uopo i medesimi fogli che servono per il riassunto ordinario, mentre la matrice stessa, se staccata dal bollettario, servirà come bollettino statistico per classificazione del consumo.

Le bollette per l'emissione extra saranno distinte dalle altre oltrechè dallo stampato anche dalla numerazione in quanto ogni numero sarà preceduto da uno zero, e ciò per dar modo all'Ufficio contabilità utenti di eseguire facilmente la registrazione della data di esazione sul foglio speciale di riassunto.

Per quanto riguarda le bollette riconosciute errate nella liquidazione, queste verranno ritornate a cura dell'Ufficio cassa previa registrazione sul «foglio giornaliero di resa» (fig. 7) all'Ufficio contabilità utenti, affinchè possa provvedere alla loro sostituzione mediante bollette speciali uguali a quelle indicate nella fig. 6, eseguite a mano e costituenti dei distinti bollettari a madre e figlia aventi una numerazione propria preceduta da *due* zeri.

Anche queste bollette verranno trasmesse alla Cassa mediante

S A					UFFICIO UTENTI				ANNOTAZIONI
SCARICO						SCARICO			
	ESAZIONI								
RESE	Esattori	Sportelli	Totale	TOTALE SCARICO	CARICO	Annullamenti (variazioni in —)	Alla Cons. Legale	TOTALE SCARICO	

— Conto generale.

registrazione sul foglio di carico giornaliero, mentre le bollette annullate verranno conservate dall'Ufficio contabilità utenti in ordine di mese di emissione, e sul foglio di riassunto che le comprende in luogo della data d'incasso verrà posta l'indicazione di annullamento.

Inoltre le bollette annullate e sostituite verranno registrate singolarmente sull'apposito « Registro delle variazioni » (figura 8), registro a fogli sciolti rubricato per mese di emissione.

L'Ufficio contabilità utenti riassumerà tutto il movimento attinente all'emissione, introito ed annullamento delle bollette consumo in uno speciale registro intestato a « Utenti-Conto generale » (fig. 9) avente due colonne, (dare e avere) per il necessario riferimento al conto « Utenti ordinari » della contabilità generale.

UTENTI MOROSI E PRATICHE LEGALI.

Quando si rende necessario iniziare un'azione legale verso utenti morosi, l'Ufficio contabilità utenti, dopo aver ricevuto dalla cassa le telative bollette consumo rimette la pratica all'apposito Ufficio legale completata delle informazioni necessarie e delle bollette consumo originali, del cui importo si darà scarico sul registro del conto generale utenti sopra descritto.

L'Ufficio legale sarà di conseguenza un organo amministrativo speciale che potrà essere alle dipendenze sia della Sezione Utenti, come della Direzione Gen. Amministrativa; tanto in un caso come nell'altro l'Ufficio legale dovrà rispondere delle bollette avute e della loro evasione, per la quale provvederà giornalmente, oppure a periodi prestabiliti, alle necessarie operazioni contabili di riferimento al conto « utenti morosi » della contabilità generale.

Il Terzo Congresso dell' "Union Internationale des producteurs et distributeurs d'énergie électrique"

(*Continuazione e fine*)

Nella mattinata del 9 settembre, sotto la presidenza del sig. *Bakker* (Olanda) si è passati al tema VII. Questo comprende più problemi affini; ma quello sul quale si è maggiormente appuntato l'interesse dei Congressisti è la propaganda presso gli utenti, trattata anche dalla maggioranza dei relatori. Data l'affinità degli argomenti molti rapporti sono simili fra loro, così che ci limiteremo a ricordare un po' diffusamente i principali, accennando brevemente agli altri.

Il relatore generale sig. *Straszewski*, nel pronunciare il suo rapporto, che dà il riassunto dei vari rapporti speciali, ha messo sopratutto in evidenza che le Associazioni per la propaganda dovrebbero secondo lui avere carattere internazionale: ha anzi proposto la creazione di un ufficio internazionale permanente, preferibilmente creato presso l'UNIPEDE, e che dovrebbe raccogliere i materiali relativi alla propaganda nei vari paesi, rendendone edotte le Associazioni nazionali. Senza entrare nel merito della proposta, passiamo al rapporto del sig. *Antoine* (VII - 3) «Come assicurare lo sviluppo del consumo domestico dell'elettricità» che è il più completo fra quelli in argomento. Il relatore si basa molto su ciò che è stato fatto agli Stati Uniti, paese più progredito in materia che non l'Europa: rileva anzitutto che l'aumento nel consumo domestico di energia elettrica è molto interessante per le Società, sopratutto per la grande stabilità e costanza del carico; mette poi in grande evidenza l'importanza preponderante della scelta di una opportuna tariffa. Secondo il relatore, l'esercente non deve ingerirsi troppo dell'uso che l'utente fa dell'energia: preconizza pertanto tariffe semplici, ritenendo che per l'avvenire si dovrà ricorrere a una tariffa unica per tutti gli usi domestici (salvo una tariffa notturna per alcuni casi speciali), tariffa che dovrà essere di tipo differenziale. Ritiene poi efficace la vendita a credito di materiale elettrico, sopratutto per l'agricoltura, da parte delle Società elettriche; e crede che queste dovrebbero comprendere nel loro servizio anche la manutenzione degli apparecchi domestici. Questi devono avere qualità speciali ed essere *migliori* di quelli analoghi utilizzanti altre sorgenti di energia.

Il rapporto VII - 4, dovuto al sig. *Pinard*, si riferisce alla Francia, ma batte sugli stessi punti già messi in evidenza nella relazione VII - 3; in particolare, vien rilevata l'opera dell'*Ap-El*, Società per lo sviluppo delle applicazioni elettriche, che coi suoi laboratori di prova e la sua marca di qualità ha molto contribuito a migliorare la qualità degli apparecchi.

Analogo ai precedenti è anche il VII - 10, dovuto al sig. *Sartre*, nel quale però merita di essere messo in evidenza il forte aumento di potenza allacciata nella zona di Parigi, aumento che nel 1929 è stato del 20 %, malgrado il numero dei nuovi utenti sia diminuito del 5%, e che è quasi tutto dovuto alle applicazioni domestiche.

Nel riassumere il rapporto VII - 11 dell'ing. *Zakiewicz* sulla propaganda in Polonia, il relatore generale ha sopratutto messo in evidenza che nei paesi meno ricchi e meno progrediti occorre fare assai più propaganda; mentre l'ing. *Burri*, riferendosi alla Svizzera con un'abbondanza di dati veramente interessante, sopratutto nei riguardi delle tariffe applicate, ha poi ricordato che, se anche si voglia creare l'organismo internazionale preconizzato dal sig. Straszewski, bisognerà tener conto delle organizzazioni esistenti.

I mezzi di propaganda nel Belgio descritti dal sig. *Sohie* (VII - 16) non differiscono da quelli usati in altre Nazioni; e nulla di nuovo dicono pure i rapporti 18 e 19, sempre in tema di propaganda.

Su un gruppetto di rapporti che trattano dei progressi della luminotecnica rispettivamente al Giappone, in Ispagna e nel Belgio (n. 5, 7 e 15) non è il caso di soffermarsi; passiamo quindi senz'altro a quelli trattanti le applicazioni elettroagricole.

Il sig. *Bitouzet* (rapporto 2) ha rilevato la convenienza di derivare i grossi consumi per la lavorazione dei campi a monte dei trasformatori locali, con prese dirette sulle linee a media tensione, che per ragioni meccaniche han quasi sempre sezioni esuberanti; mentre il sig. *Sohie* ha elencato nel suo rapporto (VII - 13) i dati statistici riferentisi all'elettrificazione rurale del Belgio, e il sig. *Borlase Matthews* si è riferito (VII - 17) all'Inghilterra, partendo dalla prima condizione necessaria per l'elettrificazione rurale e cioè la costituzione di una rete adatta.

Infine il rapporto VII - 14 dà notizie su recenti applicazioni elettroagricole nei Paesi Bassi, sopratutto riguardanti il riscaldamento del terreno, che sembrano aver dato in complesso risultati soddisfacenti.

Sulla trazione ad accumulatori sono stati presentati due rapporti (n.º 9 e 21); però solo il sig. *Vincent* ha riassunto il suo, dal titolo: «Le Società per l'esercizio dei veicoli elettrici; loro scopo, attività e risultati ottenuti», rilevando come i trasporti merci siano l'unico campo oggi aperto ai veicoli ad accumulatori e preconizzando la costituzione di Società apposite per la locazione di veicoli elettrici. Ciò in vista del costo notevole delle batterie, che costituisce un ostacolo allo smercio. Pare ad ogni modo che anche in Francia, paese di cui si occupa il relatore, l'utilizzazione dei veicoli elettrici sia poco sviluppata, incontrando una seria concorrenza nella trazione animale.

Di argomento speciale e non molto importante è il rapporto VII - 8, che riferisce su esperienze non molto recenti, di riscaldamento elettrico delle scuole in Olanda, fatto per mezzo di resistenze disposte sotto i banchi. Risulterebbe che, oltre alla migliore utilizzazione del calore per confronto con le stufe a carbone, che è stata controllata sperimentalmente, il riscaldamento elettrico offre anche un minor costo di impianto per rispetto al riscaldamento centrale o a gaz; solo le stufe costano meno come impianto.

Infine, in questa sezione che accoglie tanti argomenti diversi, è stato presentato dal sig. *Polack* un rapporto (n.º 6) che riferisce sulle cause di interruzioni del servizio e sui mezzi di protezione in una rete a 15.000 V nei dintorni di Parigi.

La discussione del tema VII ha naturalmente risentito della varietà dei problemi trattati; però il maggior interesse si è rivelato per il tema della propaganda e delle applicazioni agricole.

Ha parlato anzitutti l'ing. *Taccani:* egli ha rilevato che l'Italia non ha presentato alcun rapporto sul tema VII, e ciò per le sue condizioni speciali. Ha ricordato come le applicazioni domestiche non siano gravate dall'imposta come l'energia elettrica per illuminazione, ciò che però porta alla necessità di installare due circuiti diversi per luce ed applicazioni, con una conseguente forte spesa d'impianto e una certa facilità per i furti. D'altra parte la mano d'opera nelle campagne è relativamente abbondante, ciò che non incoraggia il consumo rurale; però nelle campagne sono installate circa 15.000 pompe per sollevamento d'acqua, con una potenza media di 4 kW ciascuna. L'energia consumata nelle applicazioni agricole è sempre poca, ossia l'utilizzazione è bassa. Infine l'oratore ha ricordato come l'ultimo Congresso della UNFIEL, tenutosi a Roma, si sia occupato anche del problema delle applicazioni

elettroagricole, giungendo alla conclusione che si tratta di un problema non agricolo ma essenzialmente elettrico.

Il sig. *Bitouzet* si è dichiarato avversario della tariffa unica propugnata dal sig. Antoine, dichiarando che al contrario il distributore deve guadagnare molto da una categoria di utenti perchè gli sia possibile concedere ad altre categorie tariffe che non gli assicurano che un guadagno insufficiente. Rispondendo poi all'ing. Taccani, ha osservato che le applicazioni elettroagricole sono da considerare anche dal punto di vista agricolo: per esempio l'aratura elettrica è più profonda di quella con trazione animale ed offre un maggior sforzo istantaneo.

Sempre in tema di propaganda hanno interloquito: il sig. *Groslier*, che ha rilevato come la pubblicità per le imprese elettriche non sia immorale, essendo sempre le spese relative assai piccole; il sig. *Meyer* che ha dato alcune cifre interessanti riguardanti l'*Electricité de Strasbourg* (nel 1928 il consumo per applicazioni domestiche è stato di 8×10^6 kWh e nel 1930 si prevede in circa 10×10^6 kWh; la vendita è attribuita in gran parte alla propaganda in campagna; si ha un notevole consumo di energia per cucine elettriche e per riscaldamento ad accumulazione); il sig. *Scoumanne*, che ha messo in evidenza le difficoltà della propaganda rurale, anche per la diffidenza dei contadini; il sig. *Bitouzet* che ha esaltato la propaganda fatta lasciando gli apparecchi in prova nelle case rurali; il sig. *Rich*, che ha ricordato le difficoltà incontrate dalla propaganda elettroagricola in Inghilterra, dove i fattori non sono proprietari del terreno coltivato e ha accennato all'utilità di creare un servizio apposito per le riparazioni del materiale elettrico rurale; il prof. *List*, che ha ricordato l'installazione di una fattoria modello permanente a Brno con corsi dimostrativi; e parecchi altri. Il sig. *Antoine*, dopo aver esposto i caposaldi della propaganda, ed insistito sull'opportunità che anche i distributori di energia elettrica adottino gli stessi mezzi degli altri industriali — ciò che è stato preconizzato anche da altri ed è anzi una delle poche tendenze generali emerse dalla discussione — ha lanciato la proposta che un ingegnere faccia per conto dell'UNIPEDE il giro dell'Europa per raccogliere dati sul modo di vendere le cucine elettriche.

Naturalmente l'assemblea si è molto occupata della questione economica, che ha un'importanza preponderante: così l'ing. *Taccani* ha dato chiarimenti sui sistemi di tariffïcazione in uso in Italia per le applicazioni agricole e domestiche, sistemi che variano da regione a regione; il sig. *Herry* si è preoccupato dell'importanza del capitale necessario per la propaganda, del gravame recato dalla vendita di materiale a credito (che è stata propugnata da molti) e ha accennato all'eventuale costituzione di una Banca Internazionale di Credito; il sig. *Antoine* ha rilevato come una Società possa risolvere il problema del finanziamento facendo fare ai propri utenti, o almeno ad alcune categorie, un deposito sul quale vengan pagati interessi e prelevato l'importo delle fatture.

Il *relatore generale*, rispondendo ai varî oratori, ha ancora una volta insistito sul problema economico e ricordato come in Francia e in Cecoslovacchia i Governi sovvenzionino l'elettrificazione rurale; è ritornato poi sull'importanza, per il diffondersi delle applicazioni elettriche, che il materiale sia buono e sulla necessità di imporre agli apparecchi la « marca di qualità »; ha ricordato che la propaganda deve cominciare con l'educazione del popolo e che un'opera internazionale di propaganda potrebbe essere proficua. A questo scopo si dovrebbero cominciare a raccogliere per mezzo di questionarî, i dati delle varie Associazioni nazionali.

E questi sono i risultati più salienti della discussione.

Anche sulla questione dei veicoli ad accumulatori hanno interloquito il sig. *Gasquet*, che ha prospettato l'utilizzazione di tali veicoli per i trasporti nelle stazioni, il sig. *Vincent*, ecc.

***

Il tema III, trasportato alla seduta pomeridiana del giorno 9 settembre tenutasi sotto la presidenza del prof. *Busila* (Romania), comprendeva il rapporto generale dovuto all'ing. *Del Buono* e il rapporto speciale della *Compagnie Lorraine*, che dà i dettagli della messa a terra del neutro nella rete a 60 kV di tale Società, rete che funzionava prima con neutro isolato. I risultati della messa a terra sono stati soddisfacenti: diminuzione nel numero degli isolatori perforati e delle rotture di conduttori per arco a terra; diminuzione nel numero delle interruzioni durante i temporali e dei guasti all'apparecchiatura.

Il rapporto del relatore generale ing. *Del Buono* (1) comprende due parti: la prima parte riferisce le conclusioni della speciale Commissione creata dalla UNFIEL per lo studio della messa a terra del neutro e presieduta dall'ing. Del Buono stesso; la seconda parte riassume le risposte che il relatore generale ha ricevuto in argomento dalle Associazioni nazionali affiliate all'UNIPEDE. Il rapporto mette in evidenza i varî punti della questione e cioè: 1°) nei riguardi dell'*economia sui costi di impianto* che si può avere mettendo il neutro a terra, e che è sempre di poca entità, fa rilevare l'opportunità di rinunciare a tale risparmio per aumentare la sicurezza, isolando l'impianto come se fosse con neutro isolato; 2°) nei riguardi della *sicurezza e continuità di esercizio*, elenca le ragioni pro e contro il neutro a terra ed indica quali sono le tendenze della pratica attuale per le varie categorie di impianti e per le modalità della messa a terra; 3°) mentre fa rilevare che, dalle esperienze eseguite, sembra possibile la *coesistenza di linee elettriche e di linee di telecomunicazione*, senza inconvenienti, indica l'opportunità di precisare le misure da adottare sia dalle Società elettriche, sia dalle Amministrazioni telegrafiche e telefoniche; 4°) agli effetti del *pericolo per le persone*, e limitatamente alla bassa tensione, considerato che per mancanza di dati statistici è oggi impossibile pronunciarsi nettamente in favore del neutro a terra o isolato, prospetta la necessità di inchieste diffuse in argomento.

L'ing. *Silva* ha ricordato che la linea a 220 kV dell'Isarco è stata costruita per funzionare con neutro a terra, con l'imposizione, da parte dell'Amministrazione dei Telegrafi e Telefoni, di isolare il neutro se si fossero rilevati disturbi nelle comunicazioni. Ora la linea in parola funziona da nove mesi con messa a terra franca del neutro, senza provocare alcun disturbo.

Avendo il sig. *Duquesne* rilevato che la condizione di possibile funzionamento con neutro isolato veniva a togliere il vantaggio economico della messa a terra della linea SIP, l'ing. *Silva* ha ricordato le caratteristiche di isolamento di tale impianto (che ha, come è noto, catene di isolatori sospesi di 15 elementi, con tensione d'arco a secco di circa 700 kV) dalle quali è possibile rilevare che l'isolamento è largo per funzionamento con neutro a terra, e sufficiente con neutro isolato.

Dopo alcune osservazioni di poca importanza del sig. *Didier* e altri, il relatore generale ing. *Del Buono* riassume la discussione, e dopo aver ricordato le conclusioni esposte nel suo rapporto generale, ha rilevato come esse sintetizzino la situazione attuale della questione del neutro a terra e ha accennato alla opportunità di procedere ad esperienze sulla questione della coesistenza delle linee a correnti forti così quelle telegrafiche e telefoniche.

L'assemblea approva le conclusioni del relatore.

***

Il tema VIII avrebbe potuto prestarsi a sviluppi considerevoli, ciò che però non è avvenuto nè per il numero nè per l'entità dei lavori presentati e di conseguenza nemmeno per la discussione.

Il rapporto VIII - 2 non dà infatti che l'elenco delle ore di utilizzazione dell'energia elettrica, ripartitamente secondo i varî usi industriali e domestici, pubblici e privati in una città francese (Nancy); dati evidentemente utili, ma che per servire di base a una discussione o a uno studio devono essere forniti in copia e da fonti numerose e varie.

Il rapporto VIII - 3, secondo ed ultimo lavoro presentato, dovuto al sig. *Mathivet*, sulla compensazione idraulica delle centrali termiche, non era come si vede nemmeno in argomento; tanto che il sig. *Brylinski* ne ha interrotta, appunto per tal ragione, la discussione appena iniziata. Del rapporto Mathivet, molto generico e limitato, non crediamo necessario dare un riassunto; il relatore, che nel lavoro scritto ha accennato all'applicazione della compensazione idraulica nel caso dell'industria metallurgica e mineraria della Francia settentrionale e orientale, si è poi diffuso nell'esposizione orale a parlare dell'eventuale sua applicazione a Parigi. Oggi la città consuma 4 milioni di kWh al giorno, ossia i parigini consumano 1 kWh al giorno, e il relatore opina che, p. es. nel 1940, si potrà arrivare al consumo di 900 kWh all'anno per persona, come in Isvizzera; la compensazione idraulica del quantitativo totale costerebbe, secondo lui, circa 600 milioni di franchi; l'ammortamento corrispondente dovrebbe essere di 60 milioni all'anno. Il relatore si è lanciato poi in considerazioni sui vantaggi della compensazione idraulica per il riposo ebdomadario e per l'igiene, che non è il caso di seguire.

Ha replicato il prof. *List*, ricordando che in Cecoslovacchia si son fatti impianti di compensazione, più piccoli di quelli previsti dall'ing. Mathivet ma con cattivi risultati economici; ha ribattuto poi le affermazioni di questi nei riguardi degli ammortamenti richiesti e ha rilevato come per una città quale Parigi, la prima compensazione si faccia fra i varî servizi (p. es. illuminazione e *métro*).

(1) Ved. *L'Energia Elettrica*, settembre 1930, pag. 791.

***

Il rapporto generale sul tema IX, dovuto al prof. *Hallo* e riassunto in assenza di questi dal sig. *Bakker*, dimostra la tendenza del relatore a dare poca importanza alla taratura dei contatori per i piccoli utenti, per i quali anche con forti errori individuali, dato il loro grande numero, l'errore risultante sarà sempre compreso entro limiti ammissibili; per contro l'A. riconosce l'importanza di contatori molto precisi per le grosse utenze. Il rapporto indica i limiti degli errori tollerabili al momento dell'acquisto, mentre tali errori non dovrebbero aumentare di più del 2 % dopo 15 anni di servizio. Il prof. Hallo preconizza la costituzione di un ente o laboratorio nazionale unico al difuori delle varie Società, che si occupi non solo della taratura dei contatori nuovi, ma anche della verifica periodica degli istrumenti e installazioni; egli anzi non escluderebbe anche l'intervento dello Stato per questi lavori di controllo.

Diciamo subito che contro questa tendenza si sono manifestate opposizioni decise; fra altri l'ing. *Valerio* ha insistito sulla necessità che alle Società esercenti venga lasciata libertà completa per il controllo dei contatori e in tale senso si è manifestata l'opinione dei congressisti.

Ha poi riassunto il suo rapporto sulla regolamentazione giuridica polacca in materia di contatori e trasformatori di misura il sig. *Rzasnicki*, che ha ricordato come in Polonia ne sia obbligatoria la verifica periodica attraverso un Ufficio Nazionale Misure (o altri Istituti riconosciuti) che autorizza anche le Ditte costruttrici. Sono da usarsi solo i tipi ammessi dallo Stato e cioè aventi la «Marca di tipo». Il relatore ha anche espresso il parere che, contrariamente a quanto dice il rapporto generale, la precisione delle misure sia molto importante anche per i piccoli contatori.

Il dott. *Lupi*, autore del rapporto n.º 7 sulla verifica e manutenzione dei contatori, ha osservato che questo argomento non può essere codificato ugualmente per tutte le Società e per tutti i Paesi, essendo troppo diversi i limiti delle possibilità tecniche e delle capacità finanziarie, soprattutto in relazione ai diversi usi e ai diversi modi di produzione dell'energia. Per questo, nel suo rapporto non ha esposto che idee generali. Del resto, anche il relatore generale ha necessariamente fatto altrettanto, asserendo apertamente che per i contatori dei piccoli consumi, che sono la maggioranza, nessuna verifica o manutenzione deve richiedersi prima di quindici anni. In pratica non può essere diversamente di così; tuttavia, possedendo un materiale di diecine di migliaia di verifiche, si è dichiarato in grado di assicurare che per la sua Società la media globale degli errori per contatori vecchi e nuovi sta, fra il 10 e il 100 % del carico, entro il $\pm$ 1,5 %; mentre diventa di circa il 5 % in meno per i soli contatori vecchi, cioè con più di quindici anni di costruzione, e di circa il 5 % in più per i contatori nuovi, specialmente costruiti nell'immediato post-guerra: segno di troppa usura di perni e di sopporti da un lato, e di minore stabilità dei magneti dall'altro. Ad ogni modo ciò è sufficiente nei riguardi dei piccoli consumi. Tutta l'attenzione deve essere invece concentrata sui contatori dei grandi consumi: per questi, non solo bisogna assolutamente evitare ogni possibile errore di inserzione, e riconoscere immediatamente ogni possibile alterazione accidentale del circuito di misura, ma bisogna anche far uso di contatori più precisi degli altri. Per queste considerazioni, il relatore ha studiato e propugnato un nuovo metodo di misura, il metodo A.R.A., (di cui ha descritto le caratteristiche fondamentali), che risponde perfettamente agli scopi su accennati.

Fra i lavori che nell'assenza dell'A. non sono stati esposti verbalmente ricordiamo anzitutto il rapporto n.º 4 dell'ing. *Fracanzani*, «Sull'organizzazione del servizio di misure nella Società Adriatica di Elettricità». Il relatore si è limitato a considerare le misure dell'energia e sopratutto quelle che servono per la compilazione delle fatture; l'esame è esteso però a tutte le varie misure necessarie per una verifica sicura dell'energia, che vengon fatte partendo dalla centrale fino all'utente, e mettendone in evidenza la coordinazione. Il sistema adottato dalla SADE può veramente servir come modello per i grandi organismi industriali.

Nel rapporto n.º 2 sui «Limiti di precisione delle misure di energia elettrica ad alta tensione», il sig. *Rennesson* esprime il parere che, contrariamente a quanto ritenuto in questi ultimi anni, la causa degli errori che ancora si riscontrano nelle misure sui sistemi trifasi equilibrati non risieda nei trasformatori di misura che, quando si voglia pagarne il prezzo, si possono ottenere coi migliori requisiti; ma sì nei contatori stessi, che richiedono ancora perfezionamenti di ordine elettrico e costruttivo.

Il rapporto n.º 3 dell'ing. *Masa* ricorda come in Cecoslovacchia i contatori degli utenti sono verificati dallo Stato, direttamente o indirettamente: le prescrizioni riguardano fra l'altro i limiti degli errori ammissibili, le caratteristiche dei contatori ecc. Il sistema però solleva serie critiche degli interessati.

Ci limiteremo a ricordare i rapporti n.º 6 e 7: il primo, dovuto all'ing. *Jablonski*, pure «Sull'organizzazione del servizio di contatori», considera però il problema, a differenza di quanto fa l'ing. Fracanzani, da un punto di vista generico; il secondo, compilato dall'ing. *Derdeyn*, riassume le risposte a un questionario sulla verifica e la manutenzione dei contatori inviato alle Società elettriche del Belgio; molte domande hanno però ricevuto risposte contraddittorie così da togliere in parte interesse all'inchiesta.

La discussione del tema è stata assai ridotta. L'ing. *Usigli*, in relazione al rapporto dell'ing. Rennesson, ha confermato che i contatori ad induzione portano con sè varie cause di errori, e ciò sopratutto per le misure alla frequenza ferroviaria italiana di $16^2/_3$ periodi; e ha ricordato come in tal caso si faccia la misura con un wattmetro registratore elettrodinamico del tipo a relais, citando i noti studî in proposito del prof. Barbagelata. Gli altri interlocutori hanno avuto poco da dire; il sig. *Bakker*, in ufficio di relatore generale, ha riassunto la discussione rilevando come tutti siano d'accordo che il problema dei contatori è economico: sarebbe bene infatti che anche i piccoli contatori avessero una precisione maggiore, ma ciò non è economicamente possibile. Ha infine comunicato come la tendenza nei Paesi Bassi sia di sopprimere qualsiasi contatore sotto 10 A., non solo per tensioni di 220 V, ma anche per 110 V.

***

Nella seduta antimeridiana del 10 settembre, sotto la presidenza del sig. *Kobylinski* (Polonia), si è anzitutto esaminato il tema X.

Il rapporto dell'ing. *Ghetti*, sotto il titolo «Riduzione delle punte di carico e utilizzazione dell'energia residua» (n.º 2) si riferisce alle sole condizioni italiane; ricordate le caratteristiche della produzione elettrica in Italia, accenna alle varie qualità di energia di supero e alle utilizzazioni possibili di questa, occupandosi poi brevemente delle punte di carico e della loro riduzione.

Il relatore generale prof. *Wyssling*, basandosi sopratutto sulle condizioni svizzere, ha studiato la compensazione delle potenze fornite dalle centrali, considerando naturalmente il problema da due punti di vista: da un lato le variazioni della potenza richiesta (sia da una stagione all'altra, sia nel corso di una giornata); dall'altro le variazioni della potenza disponibile.

Non vi è stata discussione.

***

Assai discusso è stato per contro il tema XII, che tratta un punto vitale dell'industria elettrica, e cioè la tariffficazione.

Il Comitato Rumeno ha presentato come rapporto generale in argomento un poderoso lavoro, del quale il prof. *Busila* ha dato in seduta un larghissimo riassunto.

In una prima parte sono riassunte le considerazioni tecniche, economiche, commerciali, psicologiche e legali di cui bisogna preoccuparsi nella compilazione delle tariffe. Una parte del rapporto è poi dedicata ad esporre i risultati dell'inchiesta avente per oggetto: i sistemi di tariffficazione in uso nei Paesi che partecipano alla costituzione dell'UNIPEDE per le diverse specie di energia: l'energia di notte e quella residua, l'energia reattiva ecc.; le variazioni delle tariffe con le condizioni economiche generali (costo di alcune materie prime, ecc.); i prezzi per trasporto d'energia elettrica ecc. Infine sono svolte alcune considerazioni tendenti a dimostrare che il problema della tariffficazione deve essere considerato sotto forma di una vera politica, tenendo conto da una parte degli interessi dei produttori e dall'altra delle varie questioni tecniche e commerciali.

L'ing. *Melzer* ha esposto in succinto, per quanto si poteva fare oralmente, un nuovo metodo grafico di confronto delle tariffe per l'energia elettrica, riferendosi specialmente a quanto si fa dalle Società elettriche di Praga (rapp. n.º 2). La rappresentazione grafica ha il vantaggio che permette di vedere a colpo d'occhio come stanno le varie tariffe fra loro; la costruzione indicata dal relatore non è però molto semplice nè molto rapida.

Per l'assenza del relatore, non è stato riassunto alla seduta il rapporto n.º 3, dovuto all'ing. *Fracanzani*, dal titolo: «Influenza della tariffficazione dell'energia reattiva sull'esercizio tecnico e commerciale degli impianti elettrici, in relazione ai risultati ottenuti dal gruppo SADE». Il relatore ritiene in sostanza che convenga, sia dal punto di vista particolare che nell'interesse generale dell'economia del Paese, fissare il valore

contrattuale del cosfì a un limite abbastanza alto, incitando così gli utenti a migliorare il loro fattore di potenza; combatte poi l'affermazione che, invece di penalizzare i consumatori a basso cosfì, possa convenire aumentare tutte le tariffe in proporzione degli introiti mancati per cosfì insufficiente, dimostrando che tale aumento dovrebbe essere molto forte e porterebbe probabilmente a una contrazione della domanda di energia per forza motrice. I risultati pratici ottenuti dal gruppo SADE starebbero a confermare queste affermazioni.

Il sig. *Altenberg* (rapporto n.° 4) si è intrattenuto sulle «Tariffe per l'energia elettrica in Polonia»: partendo dai valori massimi, le Società concessionarie accordano ribassi a seconda delle ore di utilizzazione della potenza collegata alla rete. Tale sistema non è incoraggiante per le applicazioni domestiche, perchè se si considera come potenza inserita sulla rete anche quella degli apparecchi, diminuiscono le ore di utilizzazione. La forma della tariffa è però libera.

I risultati di un'inchiesta sui sistemi di tarifficazione in uso nel Belgio sono esposti dal sig. *Chaudoir* nel rapporto n.° 5, che considera ripartitamente le tariffe per la media e grossa utenza, per la grandissima utenza e per la piccola. Per la prima categoria la più usata è la formula binomia, a un tanto per kW impegnato più un tanto per kWh consumato, con la tendenza da parte dei distributori ad aumentare la prima parte della quota e a diminuire la seconda. Per la piccola utenza, in seguito alla stabilizzazione del franco belga, è in corso la revisione delle tariffe. Si hanno poi tariffe speciali per favorire le applicazioni domestiche.

Prendendo lo spunto dal rapporto generale, l'on. *Motta* ha segnalato alcuni punti meritevoli di speciale considerazione. Anzitutto ha messo in guardia contro l'interpretazione che si dà ai confronti fra le tariffe di Paesi diversi, quando le condizioni economiche di questi sono ben differenti: p. es. un operaio belga guadagna molto meno del suo collega degli Stati Uniti e quindi la spesa per l'energia non può essere uguale per entrambi. Ha poi rilevato che si deve diffidare dell'affermazione spesso sentita, e cioè che il prezzo dell'energia elettrica è fondamentale per l'economia generale: infatti in Italia, dove si è fatta un'inchiesta intorno all'incidenza dei prezzi dell'energia elettrica sui costi industriali, si è rilevato che di solito tale incidenza non è superiore al 2%, salvo naturalmente il caso di alcune industrie speciali, come le elettrochimiche. Nelle famiglie poi, la spesa per luce elettrica è enormemente minore di quelle per il vino, il tabacco o il cinematografo.

L'oratore ha proseguito ricordando le ragioni psicologiche degli attacchi che si muovono da varie parti all'industria elettrica; un esempio di questa incomprensione si è avuto anche recentemente alla sezione di Berlino della *World Power Conference* col noto discorso del sig. Sackett, che ha attaccato l'industria elettrica americana, accusandola di vendere l'energia a un prezzo di 15 volte il costo di produzione. Ha comunicato come l'UNIPEDE abbia ritenuto opportuno fissare in un documento ufficiale le buone ragioni dell'industria elettrica, preparando un memoriale di cui ha dato lettura (1).

Venendo poi alla forma che devono avere le tariffe, si è dichiarato d'accordo con l'ing. Antoine, che ha preconizzato tariffe semplici, esprimendo il parere che al distributore deva essere indifferente l'uso che il cliente fa dell'energia: la potenza assorbita e le ore di utilizzazione bastano per stabilire *all'incirca* il valore di un cliente, prescindendo da un altro elemento, e cioè l'ora in cui avviene il consumo, l'importanza del quale andrà presumibilmente attenuandosi con il maggior sviluppo delle interconnessioni fra le reti. Con una differenziazione di tariffe troppo spinta, si rischierebbe di provocare la taccia di ingiustizia.

L'on. Motta ha manifestato la sua propensione per la tariffa a formula binomia, che risolve quasi tutti i problemi impliciti; e si è dichiarato contento che vada scomparendo la tariffa *à forfait*. In Italia p. es., dove si sono costruiti grandi serbatoi con costi di impianto molto forti e con grosse quantità di energia prodotta, ciò che conta è il kWh venduto, quasi come per la produzione termoelettrica: è dunque impossibile vendere *à forfait*.

Infine ha rilevato che per esprimere giudizi fondati non basta confrontare le tariffe. Due aziende agenti nella stessa località, con le stesse identiche tariffe, possono avere introiti medii assai diversi, e se la produzione è idraulica l'utile sarà pure diverso, come il valore unitario delle aziende, mentre l'identità delle tariffe farebbe presupporre identità di valore unitario.

Rispondendo a un rilievo dell'on. Motta, il sig. *Lechien* ha osservato che la UNIPEDE ha già comunicato alle interessate, per mezzo del Bollettino, parecchi dati da essa raccolti e ha promesso che per il prossimo Congresso si sarebbe fatto anche di più.

Fra gli altri oratori ricordiamo il prof. *List*, che ha impostato il problema delle tariffe nel quadro dell'economia nazionale; e rilevando come l'idea del prezzo *giusto* sia religiosa e non pratica, ha affermato in sostanza che qualità precipua di una tariffa deve essere di soddisfare tanto agli interessi del produttore che del consumatore di energia permettendo ad entrambe le parti di guadagnare con la propria industria. Del resto anche il *dumping* è giustificato quando conduca a risultati profittevoli per l'economia della Società o della Nazione.

Il sig. *Scoumanne*, che si è dichiarato pure in favore della formula binomia, ha osservato che l'ora del consumo non ha molta importanza per le reti ad alta tensione, sulle quali fluisce energia di varie qualità, ma sì per quelle a bassa tensione, per le quali l'energia è in genere di una qualità sola. Il sig. *Bitouzet* si è espresso nel senso che, se si può fare prezzi diversi per energia venduta a ore diverse, è pericoloso farlo fra quantitativi venduti alla stessa ora; il sig. *Straszewski* si è espresso in favore di una semplificazione nella *forma* delle tariffe, e non per la manifestata tendenza all'unificazione di queste; il sig. *Niesz* ha spezzato una lancia per l'abolizione della quota per nolo dei contatori, affermando che in Isvizzera ci si è già avviati per questa strada. Infine il relatore generale sig. *Busila*, specificato che scopo del rapporto generale era solo di raccogliere materiale per la discussione senza venire a conclusioni precise, ha giudicato che la questione delle tariffe esula dal campo dell'economia politica, ma va considerata semplicemente nei riguardi di una merce da comprare e vendere.

***

Il tema XIII, e cioè quello delle statistiche internazionali, trattato nell'ultima seduta tecnica sotto la Presidenza del prof. *List* (Cecoslovacchia), è di notevole importanza per l'UNIPEDE; la raccolta dei dati statistici dei varî Paesi è anzi uno degli scopi che l'Unione si prefigge. È intuitivo però come in questo campo il Congresso fosse chiamato più a decidere alcune questioni che ad ascoltare molti rapporti.

Il relatore generale *Ganguillet* si è limitato a ricordare che la UNIPEDE ha adottato in massima, per le statistiche internazionali, lo schema da lui stesso proposto al Congresso di Parigi e che l'inchiesta relativa è in corso, così che è prematuro parlare dei risultati. In mancanza di altri rapporti particolari, all'infuori di quello del sig. *Konczykowski*, ha fatto la critica di questo. Tale rapporto contiene proposte di definizioni sulle grandezze principali caratterizzanti la produzione, il trasporto e la distribuzione di energia elettrica che possono entrare nelle statistiche. Alle obiezioni che il relatore generale ha creduto di sollevare al lavoro del Konczykowski, sono da aggiungere quelle che il Segretariato dell'UNIPEDE ha esposto in una nota aggiunta al rapporto stesso, in vista di una discussione, osservando che alcune fra le definizioni proposte sono inaccettabili.

Il prof. *List* si è dichiarato in favore di una semplificazione delle statistiche internazionali e la proposta è stata sostenuta anche dall'on. *Motta*, che ha anche ricordato come alcuni dati devano rimanere riservati.

Il sig. *Brylinski*, premesso che la raccolta di dati statistici costituisce uno dei precisi compiti dell'UNIPEDE, ha ricordato come il mandato di compilazione delle statistiche internazionali sia stato confermato all'UNIPEDE stessa anche recentemente dalla *World Power Conference*, malgrado i tentativi fatti da qualche Paese di avocare alla W. P. C. stessa tale lavoro. Ha anche ricordato che i dati comunicati dalle Società elettriche devono essere completati con quelli degli altri produttori, e come a Berlino si siano manifestate due tendenze, pro e contro la semplificazione delle statistiche.

A un'interrogazione del sig. *Uytborck*, tendente a stabilire quali sono le intenzioni dell'UNIPEDE sulla pubblicazione delle statistiche, alla quale l'interrogante è favorevole, il sig. Brylinski ha dichiarato spettare la decisione al Comitato di Direzione. L'on. *Motta* ha espresso il parere che l'UNIPEDE comunichi alle Associate le informazioni statistiche di mano in mano che le riceve, raccogliendole poi in un Bollettino che dovrà essere inviato allo stesso modo a fin d'anno. Ha anche ricordato che i dati statistici sono in mano alle Società elettriche, ossia alle Associate dell'UNIPEDE, e che pertanto altre Associazioni non possono disporne senza il benestare di questa. Avendo il prof. *List* insistito sulla cura con cui van compilate le statistiche perchè non si verifichi il caso di statistiche discordanti che è stato riscontrato p. es. negli Stati Uniti, l'on. *Motta* ha preso lo spunto per ricordare come sia necessario per la compilazione di statistiche precise dare anzi-

(1) Pubblicato nel fascicolo di settembre 1930 de *L'Energia Elettrica*, a pag. 805.

tutto per le varie grandezze, definizioni che possano essere comprese in modo univoco; ha d'altra parte accennato che per il riserbo necessario su alcuni punti le statistiche non possono avere che un valore relativo.

Hanno partecipato alla discussione anche i sig. *Rauch*, *Rich*, *Straszewski* ecc.

II – La cronaca della riunione e le visite tecniche.

Il programma delle sedute, delle visite tecniche e artistiche, delle riunioni amichevoli è così vasto, che dovremo accontentarci di farne un rapidissimo cenno.

La seduta inaugurale che ebbe luogo il 4 settembre, al Palais des Académies di Bruxelles, venne presieduta dal sig. Van Caeneghem Ministro belga dei Lavori Pubblici. Al banco presidenziale sedevano anche altri ministri ed ex-ministri, il sig. Lechien Presidente in carica dell'UNIPEDE, i Presidenti di alcune fra le Unioni Nazionali e, per l'Italia, l'on. Motta, Presidente della UNFIEL. Parlarono il sig. Lechien per dare il benvenuto ai Congressisti, il sig. Ulrich, a nome di questi, per ringraziare delle accoglienze e il sig. Van Caeneghem a nome del Governo belga. All'uscita della seduta i capi delle varie Delegazioni Nazionali si recarono a fare omaggio alla tomba del Milite Ignoto belga. È seguito un tè offerto dall'« Union des Exploitations Électriques en Belgique » e la prolusione del sig. Herry sulla « Centrale moderna ».

Il giorno successivo cominciarono le sedute tecniche al Résidence Palace, sotto la presidenza successivamente dei varî Capi delle Delegazioni estere, come si è detto. Accenneremo qui che al tavolo della Presidenza fu spesso presente, per quanto glielo permettevano le svariate occupazioni di quei giorni, il sig. Lechien, Presidente dell'Union; non mancò mai il sig. Brylinski, Delegato generale dell'Union. Il 5 settembre si ebbe pure un ricevimento offerto dall'Amministrazione Comunale di Bruxelles all'Hôtel de Ville; i Congressisti ebbero modo di ammirare una sfilata di magnifici ambienti, ricchi di opere d'arte, fra cui la famosa sala gotica.

Mentre il 6 settembre fu interamente dedicato alle sedute tecniche, per i giorni 7 e 8 venne organizzata un'interessante escursione. Partiti da Bruxelles in autocarri alla mattina di domenica 7, i Congressisti si recarono anzitutto a Gand, dove parte furono guidati a una visita dettagliata della città, mentre gli altri si recarono a visitare la centrale termica di Langerbrugge della *Società Centrali Elettriche delle Fiandre e del Brabante*. Di questa interessante centrale daremo prossimamente una descrizione nella nostra Rivista; qui basti accennare allo scopo prefissosi dalla Società, che è la produzione economica del kWh, ottenuta con l'impiego di vapore ad altissima pressione e ad alta temperatura di surriscaldamento. È stata installata all'uopo una caldaia Benson, dove l'acqua viene trasformata direttamente in vapore, senza assorbimento di calore latente e senza cambiamento di volume; in altre parole la Benson è una caldaia senza ebollizione. Il vapore passa prima in una turbina da 4.000 kW con un salto di pressione da 200 a 60 kg/cm^2, e successivamente, dopo un nuovo surriscaldamento del vapore nella caldaia, in un gruppo da 25.000 kW.

Non vi è qui luogo ad accennare alle industrie annesse: ricordiamo solo che molte industrie elettrochimiche sono state iniziate o sono in progetto, in stretta connessione col programma di lavoro della centrale, in modo da assicurare, dopo la produzione economica del kWh, la sua utilizzazione migliore.

Dopo la visita della città e la colazione a Gand i Congressisti, attraversando il « No man's land » dove ancora è visibile qualche segno della grande guerra, proseguirono in automobile per il Littorale belga e pranzarono a Ostenda, passando poi una bella serata nell'elegante Casino della città.

La mattinata del giorno 8 fu dedicata alla visita di una parte del Littorale: ricordi eroici di guerra, come a Nieuport e a Zeebrugge, si alternano quivi con visioni di mondanità e di eleganza, come a Blankenberghe e Le Zoute. Arrivati a Bruges nelle prime ore del pomeriggio, dopo la colazione offerta nel salone delle *Halles* e un concerto del celebrato *carillon*, restava ai Congressisti la scelta fra la visita della città e quella delle officine della *Société d'Électricité et Mécanique* a Gand.

Dobbiamo confessare che la grande maggioranza ha optato per i tesori artistici cittadini; ma siamo giusti: può un'officina, per quanto interessante, competere con le attrazioni della « Venezia del Nord », di « Bruges la morta », con le magnifiche cattedrali Saint-Sauveur e di Notre-Dame, con la cappella del Santo Sangue, col Lac d'Amour, col Béguinage, coi musei ricchi di quadri preziosi?

I giorni 9 e 10 settembre, dedicati come si è detto alle sedute tecniche, furono rallegrati rispettivamente da una rappresentazione di gala offerta ai Congressisti al teatro Reale della Monnaie di Bruxelles e da una serata artistica, seguita a un banchetto nei saloni del concerto Noble.

Il 10 settembre poi, dopo l'ultima seduta tecnica, il Presidente *Lechien* tracciò brevemente lo sviluppo dei Congressi della UNIPEDE, da Roma (1926) a Parigi (1928) e a Bruxelles, ricordando come sia stato continuo il progresso nel numero dei Paesi rappresentati e dei Congressisti, nel mentre che i programmi andavano via via arricchendosi; ha anche comunicato che il prossimo Congresso dell'UNIPEDE avrà luogo nel 1932 a Parigi, contemporaneamente al Congresso Internazionale degli Elettrotecnici e in collegamento con questo. Infine il sig. *Bakker* e l'on. *Motta* si resero interpreti del grato animo dei Congressisti verso tutti coloro che si prodigarono per rendere gradito e interessante il soggiorno belga a tutte le persone intervenute. Infatti anche per le Signore erano predisposte, oltre alle gite in comune con tutti i Congressisti, visite ai monumenti e a grandi magazzini di Bruxelles, a Laeken, a Tervueren, a Louvain e Malines ecc.

Seguì l'Assemblea generale ordinaria, che approvò il rapporto presentato dal Comitato di Direzione su varî argomenti, fra cui: le statistiche internazionali, per le quali il Comitato ha già pubblicato dei quadri riassuntivi riferentisi alla produzione e distribuzione di energia elettrica negli anni 1927 e 1928; le relazioni con gli altri organismi internazionali, come la Conferenza mondiale dell'energia, la Conferenza Internazionale delle grandi reti elettriche, il C. C. I. e la C. M. I., la Commissione elettrotecnica internazionale ecc.; con alcuni di questi esiste già un'intesa per la ripartizione del lavoro e i necessari collegamenti, con gli altri sono avviate trattative. Il rapporto in parola riferisce anche sui lavori delle Commissioni dell'UNIPEDE (Commissione lampade e Commissione per lo studio e la determinazione della tensione a corrente alternata non pericolosa); sull'intrapreso lavoro della carta elettrica d'Europa; sulle variazioni nel Comitato di Direzione, sulla situazione dei membri dell'Union e sul bilancio.

***

Dopo l'intervallo dei due giorni di sedute, furono riprese le escursioni con la gita ad Anversa dell'11 settembre. Partiti da Bruxelles in autocarri, i Congressisti visitarono anzitutto la nuova centrale termoelettrica di Schelle, della Società generale belga di produzione d'elettricità « Interescaut ». Nella centrale, sita sulla Schelda, i visitatori esaminarono gli impianti per lo scarico. l'immagazzinamento e il trasporto del carbone, passando a quelli di polverizzazione, all'impianto di produzione del vapore, alla sala macchine e alla sala quadri di comando, e infine ai fabbricati contenenti le apparecchiature ad alta tensione. La centrale di Schelle, che è di tipo assai moderno ed è nel fatto ancora nello stadio costruttivo e di sviluppo, è prevista per una potenza installata finale di 500.000 kW: attualmente comprende tre gruppi da 40.000 kVA ciascuno, mentre nel 1931 ne verrà installato un altro da 80.000 kVA. Anche di questo impianto contiamo dare ai lettori più larga notizia.

A Schelle i visitatori si imbarcarono per una passeggiata sulla Schelda, fino ad Anversa, avendo così modo di ammirare le moderne e grandiose installazioni di quel porto. Seguì una colazione nei saloni della Società reale di Zoologia al Giardino zoologico di Anversa e quindi la visita della città e dell'Esposizione Internazionale. All'Esposizione, gli italiani intervenuti ebbero la soddisfazione di ammirare il grandioso padiglione dell'Italia, dal vestibolo rievocante i fasti e le grandezze marinare del nostro Paese, alle sale e saloni che ostentano i segni del nostro presente sviluppo industriale, al padiglione coloniale. Se mancò il tempo per una visita completa, i Congressisti poterono però soffermarsi ai punti più interessanti: il delizioso angolo della « Vieille Belgique », fedele e piacevolissima rievocazione di un periodo storico scomparso, e sopratutto il Museo d'arte antica. dove sono momentaneamente riuniti, provenienti da Gallerie e Musei sparsi in tutto il mondo e a cui anche l'Italia ha contribuito generosamente, molti capolavori di antichi maestri fiamminghi: raccolta veramente eccezionale, anzi unica al mondo.

Anche la serata venne trascorsa all'Esposizione: per quanto lo permise il tempo pessimo si poterono ammirare le interessanti costruzioni, dalle sagome semplici e massiccie, inspirate ai criterî della modernissima arte architettonica e le riuscite illuminazioni di edifici.

Il programma per venerdì 12 settembre, giorno della gita a Charleroi, comprendeva visite prevalentemente tecniche; Charleroi, sita nel « pays noir », regno del carbone, della polvere e del fumo non offre infatti attrazioni turistiche; per contro è industrialmente fiorente.

Era offerta la scelta fra la visita alle officine della A.C.E.C. (*Société des Ateliers de Constructions Électriques de Charleroi*) e alla centrale di Farciennes. Quest'ultima appartiene alla

Société de Gas et d'Électricité du Hainaut, che provvede al servizio di distribuzione nella provincia di Hainaut per mezzo delle quattro centrali di Ville-sur-Haine, Montigny-sur-Sambre, Morlanvelz e Farciennes, aventi in totale una potenza già installata o in corso di installazione di ca. 100.000 kW, e collegate fra loro con linee a due terne a 70.000 V. Per la distribuzione si hanno 475 km. di linee a 6.600 e 11.400 V; nel 1929 l'energia venduta è stata di circa 150 milioni di kWh.

La *A.C.E.C.* costruisce macchinario elettrico a corrente alternata e corrente continua, trasformatori, condensatori, materiale per trazione e per miniere, pompe, apparecchiature; possiede inoltre una trafileria e corderia per la fabbricazione di conduttori isolati. Il gruppo di officine più antico è quello di Marcinelle-Charleroi, attualmente attrezzato per la costruzione di motori per trazione e per apparecchi di sollevamento e di motori industriali per potenza media.

Lo stesso giorno 12 i membri del Congresso poterono visitare il parco e il museo di Mariemont.

Con l'escursione a Liegi e alle Ardenne (13 e 14 settembre) si chiuse il Congresso.

Il primo giorno era offerta l'alternativa fra la visita alla Centrale di Bressoux e quella alle officine della C.E.B. (*Soc. An. Constructions Électriques de Belgique*). La centrale di Bressoux appartiene alla *Société Intercommunale Belge d'Électricité*, la quale possiede altre 7 centrali termiche; comprende tre batterie di caldaie che vaporizzano a una pressione di 20 kg/cm^2: due constano di 5 caldaie ciascuna e la terza di 3, con una vaporizzazione totale di 193 Tonn. di vapore all'ora. È previsto uno sviluppo della centrale fino a 100.000 kW di potenza installata; attualmente si hanno 4 gruppi turbo-alternatori da 10 a 12.000 kW. Le linee in partenza sono alla tensione di 70 kV.

Le officine di Liegi della C.E.B. (che ha altre officine a Herstal) si dedicano prevalentemente alla costruzione di grande serie di macchine di piccola potenza (la capacità annua di produzione è attualmente di 25.000 macchine a corrente continua o alternata) e dell'apparecchiatura relativa.

Nel pomeriggio del giorno 13 i Congressisti procedettero alla visita dell'Esposizione di Liegi, ove naturalmente si interessarono in modo particolare al Palazzo dell'Elettricità. Ricordiamo che a Liegi anche la UNFIEL ha installato un suo *stand* che è già stato illustrato in queste pagine (1). Anche l'*Union des Exploitations Électriques en Belgique* ha esposto una serie di diagrammi e di fotografie documentanti lo sviluppo costante degli impianti ed applicazioni e il notevole sforzo tecnico ed economico compiuto dalle Società belghe di elettricità.

La sera, partenza per Spa, dove era predisposto anche il pernottamento; e la mattina del giorno seguente, visita alle installazioni idroelettriche che la SERMA (*Soc. d'Électricité de la Region de Malmédy*) ha predisposto per lo sfruttamento della Warche. Questo corso d'acqua, incanalandosi in una stretta gola, perde 150 m di quota su un percorso di 5 km; l'acqua accumulata per mezzo di una diga del tipo a gravità, alta m 54,50 e dello spessore di 38 m alla base, costruita a Robertville, viene mandata alla centrale di Bevercé, presso Malmédy, per mezzo di un canale lungo ca. 5,5 km, avente un diametro interno di 2 m e capace di una portata di 9300 l/1''. La condotta forzata della centrale ha un diametro di m. 1,80; finora sono installati tre gruppi generatori, con turbine Francis da 4200 kW alla velocità di 750 giri/1'; è previsto il posto per un quarto gruppo eguale.

Come si vede, si tratta di una centrale non molto importante, ma interessante come esempio di produzione idroelettrica in un paese dove trionfa — *et pour cause* — la centrale termica.

La giornata, che comprendeva anche un'escursione nel delizioso paesaggio delle Alte Ardenne e nella valle della Mosa, si è chiusa con un pranzo a Namur, a cui è seguito il ritorno a Bruxelles e lo scioglimento del Congresso.

Abbiamo già accennato alla larghissima ospitalità ovunque cordialmente offerta: i Congressiti furono successivamente ospiti delle principali Società esercenti del Belgio e di alcune Ditte costruttrici. Come simpatica particolarità, ricordiamo ancora che, per accordi presi fra gli interessati, i discorsi vennero limitati a due per banchetto: la personalità rappresentante la Società che sosteneva la parte d'anfitrione porgeva il saluto ai Congressisti e dava le notizie più salienti dell'industria di cui trattavasi, mentre i Capi delle varie delegazioni nazionali vennero a turno incaricati del ringraziamento. Per l'Italia parlarono l'on. Motta e l'ing. Taccani.

m. a.

---

(1) *L'Energia Elettrica*, Luglio 1930, pag. 631.

I "programmi elettrici"

Nella seduta del 16 luglio 1929 del Comitato consultivo per la trasmissione e scambio dell'energia elettrica, istituito presso il Consiglio Superiore dei LL. PP. e del quale, come è noto, fanno parte tre rappresentanti della UNFIEL, in occasione della presentazione di un programma elettrico richiesto dal Ministero a corredo di una domanda di derivazione d'acqua nell'Italia meridionale, il relatore Comm. Ing. Oreste Jacobini, prendendo lo spunto da obbiezioni di carattere generale avanzate dal richiedente la concessione alle disposizioni Ministeriali riguardanti la presentazione dei programmi elettrici, includeva nella sua relazione le seguenti considerazioni:

« Non era e non è certamente nelle finalità del voto emesso dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici nella sua Assemblea Generale del 21 dicembre 1927 sulla « Trasmissione e scambio di energia elettrica », che ha portato poi alla costituzione di questo Comitato consultivo, ed anzi si può affermare che è contro tali finalità il creare comunque occasioni a difficoltà alla messa in valore e trasporto e distribuzione dell'energia idroelettrica nazionale specialmente nelle regioni centrale e meridionale del nostro Paese ove più sentita è, appunto, la deficienza nella disponibilità di tali energie, e dove maggiormente occorre eccitarne la produzione e creare un ambiente adatto alla maggiore industrializzazione delle regioni medesime.

« Fra le cause efficienti di quel voto, sta invero, la constatazione irrefutabile che, allora come ora, il 75% della produzione totale di energia si verifica nell'Italia settentrionale, a cui è, poi, relativa la percentuale demografica del 47.5 % e quella territoriale del 41,5 %. Per l'Italia centrale e meridionale, anche se prese insieme, la prima percentuale si abbassa al valore del 25 % ed invece, la percentuale demografica si eleva al 52,5% e quella territoriale al 58,5%.

« Più particolarmente poi, per l'Italia meridionale la percentuale di produzione idroelettrica scende al limite bassissimo del 4%, contro la percentuale del 32% demografica e del 36% territoriale.

« Ed un altro problema, pur esso di capitale importanza si presenta in tale occasione all'esame di quell'alto Consesso da un punto di vista politico-economico e cioè quello dell'equa distribuzione di centri industriali nelle varie regioni del Regno, con speciale riferimento a quelle centrali e sopratutto meridionali, riconoscendosi che il soddisfacimento di tale esigenza nazionale può essere agevolato da una migliore distribuzione dell'energia elettrica che occorre per le industrie, le quali potrebbero per altre condizioni di cose e disponibilità di materie prime, svolgersi egualmente bene tanto al Nord che nel Sud dell'Italia.

« Ed infine, riscontrasi nelle finalità di quel voto la possibilità di alimentare sempre più, mercè una migliore distribuzione delle forze elettriche, l'industria per così dire a domicilio, comprese le occorrenze agricole, caratteristiche quest'ultime di tante parti del Regno e così meritevoli di essere favorite anche per combattere la tendenza, sempre così viva nel nostro Paese, all'urbanesimo.

« Quel voto, quindi, tendeva e tende non ad ostacolare la messa in valore e la più grande e diffusa distribuzione dell'energia idroelettrica, ma

« 1) a stimolare e favorire, invece, al massimo l'incremento nella messa in valore di tutte le anzidette energie idroelettriche possibili a realizzare sopratutto nella regione appenninica, con particolare riguardo all'Italia centrale e meridionale ove maggiore appunto ne è il fabbisogno, ed ove maggiormente occorre stimolare e favorire il nascere di nuove energie industriali locali per corrispondere anche al concetto di una più equa distribuzione di centri industriali;

« 2) a provvedere nel migliore dei modi, e nella misura massima possibile, ad integrare la scarsa disponibilità di alcune regioni d'Italia mediante trasporto di energia idroelettrica da altri gruppi o sistemi finitimi, in base a razionali ed economici criteri di trasporto in modo da ridurre al minimo le conseguenti inevitabili perdite di energia ed impiego di capitale;

« 3) a curare, per altro, che in ciascuna regione, o meglio in ciascun bacino idroelettrico il trasporto di energia da altri comprensori o bacini non debba comunque pregiudicare la integrale valorizzazione delle naturali risorse idriche proprie del bacino stesso, e debba regolarsi tale importazione in modo che la relativa entità sia quella che, eccedendo alla propria possibile messa in valore delle locali energie idriche, possa occorrere ancora in più per le necessità civili ed industriali del bacino di immigrazione;

« 4) e poichè il caso da doversi in appresso esaminare si riferisce appunto al programma elettrico di un impianto appenninico e nell'Italia meridionale, sarà pure bene ricordare come nei speciali riguardi della messa in valore di energia di tale categoria, quel voto metteva in evidenza la necessità:

« *a*) di costituire una sufficiente, o per lo meno la maggior possibile riserva di energia elettrica più interna e più sicura nel nostro Paese;

« *b*) portare al valore più alto che sia possibile la funzione integratrice stagionale delle energie appenniniche collegate a quelle alpine;

« *c*) sistemare i bacini montani;

« *d*) provvedere con deflussi regolati ad una delle più sentite necessità della produzione agricola e cioè alla irrigazione delle campagne sottostanti alle falde appenniniche.

« Mai più, dunque, il voto del Superiore Consesso Tecnico competente in materia, intendeva di creare, comunque, difficoltà alla messa in valore delle nostre energie idroelettriche e suo precipuo intendimento era, al contrario, quello di assicurare il conseguimento di tale valorizzazione in corrispondenza e commisuratamente ad una esatta visione delle effettive necessità del Paese progressivamente crescenti; che risultasse, però, bene inquadrata in un sistema generale di produzione, trasporto e distribuzione di energia elettrica costituito non troppo rigidamente entro prefissati termini e modalità ma a caratteristiche, invece, sufficientemente elastiche; sempre poi cercando, beninteso, di prevenire e possibilmente evitare qualsiasi eccesso o difetto in materia nei riguardi sia finanziari che tecnici, che sono sempre e comunque pregiudizievoli all'interesse pubblico ed allo sviluppo generale della Nazione.

« La concessione, quindi, di nuovi impianti idroelettrici e l'autorizzazione di nuove installazioni termoelettriche e di nuove linee elettriche di trasporto e distribuzione dell'energia elettrica, disciplinate sempre dalle già vigenti disposizioni e criteri di legge, dovranno, secondo quel voto, subordinarsi anche all'accertamento della rispondenza degli impianti alle direttive anzidette; tenendo conto del probabile futuro incremento civile, industriale ed agricolo delle varie regioni ed all'esigenza della difesa del Paese, prendendo anche in esame gli scopi specifici che si propongono le imprese elettriche, affinchè si possano approvarli ove in essi si convenga od altrimenti adottare quei provvedimenti e correttivi più appropriati in ogni caso; come, ad esempio, in determinate circostanze e per prevalenti finalità assicurare alle sorgenti di energia delle nuove industrie da creare in loro vicinanza in determinate regioni, anzichè obbligarsi alla costruzione di lunghe e costose linee di trasporto e conseguenti perdite di energia, che talvolta, ed in ogni caso nel complesso, possono assumere valori anche elevati, con l'aggravante poi di mancata messa in valore delle locali risorse idroelettriche.

« Perchè tali direttive, completamente condivise dal Ministero dei LL. PP. ed accettate dal Capo del Governo, potessero essere gradualmente applicate, con circolare n. 5611 div. 13 del 10 aprile 1928-VI della Direzione Generale delle Acque, delle Bonifiche e degli Impianti idroelettrici sulla « Trasmissione

e scambi di energia elettrica » venne disposto che per le concessioni richieste:

« Gli Uffici del Genio Civile nel ricevere le domande di derivazione per impianti di produzione di energia elettrica *superiori a* 1000 *HP* dovranno *esigere sempre* la presentazione di un *particolareggiato programma elettrico* il quale comprenderà oltre ai dati elettrici delle centrali progettate (potenza installata, frequenza, tipo di utilizzazione) lo *schema delle linee elettriche da costruire o già costruite* che dovranno trasportare l'energia prodotta in dette centrali, *l'indicazione delle regioni o zone* che con tale energia si intendono di servire e *la dimostrazione delle necessità dell'energia stessa in quella regione o zona in rapporto alle altre forniture già in atto e ai nuovi impieghi previsti.*

« Ora con sua Relazione a S. E. il Ministro dei Lavori Pubblici in data 29 maggio 1929 Anno VII, n. 5300, Div. XII e da S. E. il Ministro trasmessa a questo Comitato consultivo per la trasmissione e lo scambio dell'energia elettrica per esame e parere, la Direzione Generale delle Acque, delle Bonifiche e degli Impianti idroelettrici fa presente come:

« Dall'esame dei programmi elettrici prodotti dai titolari di domande di concessione, a sensi della circolare 5611 del 10 aprile 1928, si è rilevato che alcune Ditte e Società di recente formazione presentano elaborati redatti in forma molto sommaria e mancanti in tutto od in parte dei dati richiesti dalla circolare stessa ed *in modo speciale di quelli che si riferiscono al collocamento dell'energia prodotta.* I richiedenti giustificano tale deficienza asserendo *di avere iniziato e non concluso trattative per la vendita dell'energia con le altre Società e con particolari gruppi di utenti,* riservandosi *di avviarle e condurle a termine durante la elaborazione del progetto esecutivo e di presentare il programma elettrico completo contemporaneamente a detto progetto* ».

Dopo d'aver detto che era stato dal Ministero domandato al richiedente che il programma elettrico da presentare fosse compilato in base a cifre controllate *ed* esaminasse ed esaurientemente dimostrasse la possibilità di collocare l'energia ricavata dall'impianto proposto in rapporto all'incremento di consumo (desunto da statistiche attendibili) verificatosi nella zona considerata durante gli anni immediatamente precedenti a quello in corso, *e che la Ditta richiedente aveva invece nella sua ampia relazione investito i criteri generali prefissi nella compilazione dei programmi elettrici dalla surricordata circolare* 10 *aprile* 1928, *il relatore prosegue :*

« Tale programma e relazione sono ora trasmessi a questo Comitato consultivo per il proprio esame e parere, a cui pertanto si provvede qui in appresso abbinando tale questione all'altra più lata e cioè dei programmi elettrici in generale e termini per la loro presentazione più sopra precisata.

« Siccome neanche oggi la Ditta concessionaria è stata in grado di formulare un programma elettrico perfettamente corrispondente alle richieste del competente Ministero, una prima deduzione, per così dire pregiudiziale, deve farsi in merito alla questione più generale di questi programmi elettrici che forma la prima parte di questo esame, e circa la quale si proporrebbe dal Ministero che il programma elettrico possa essere presentato dal richiedente *anzichè con la domanda di derivazione, all'atto, invece della presentazione del progetto esecutivo nei termini di tempo prescritti dal disciplinare che regolerà la concessione stessa.*

« Si deve, invero, osservare che in generale detti termini di tempo sono, giustamente, prescritti per altre giuste ed apprezzabili finalità in misura non eccessiva; e nella maggior parte dei casi detti termini sono tali che, se non era stato possibile formulare il programma elettrico all'atto della presentazione della domanda di derivazione (antecedentemente alla quale il progettista avrebbe pure potuto avere tutto il tempo necessario per studiare e risolvere preventivamente anche il lato industriale del problema, non sempre facile, del collocamento immediato dell'energia da produrre) essi ben difficilmente potrebbero essere sufficienti a permettere, nella generalità dei casi, la compilazione di tale programma su basi veramente serie ed attendibili, quali a stretto rigore si dovrebbe supporre che siano richiesti al riguardo dalla Superiore Autorità, all'atto della presentazione del progetto esecutivo.

« A prevenire, appunto, una nuova reiezione del suo programma elettrico poco più sviluppato di quello già respinto dal competente Ministero perchè non ritenuto sufficiente a termine delle prescrizioni della circolare suricordata e delle altre più specificative impartite con nota 26 novembre 1928, n. 14453 pure su riassunta, il richiedente nella sua nuova relazione investe, come si è accennato, i criteri generali prefissi alla compilazione dei programmi elettrici osservando quanto segue:

« Ricordate innanzi tutto le disposizioni di Legge e di Regolamento vigenti in materia di derivazione d'acque pubbliche, la prassi governativa in materia dell'ultimo decennio, e le motivazioni e disposizioni nelle parti però generali della circolare 10 aprile 1928, originate da un voto del Consiglio Superiore dei LL. PP., egli conviene che:

« .... nessuno oserebbe asserire che contradicano, in qualsiasi « forma o misura, allo spirito della nostra legislazione, quale « fu fino ad oggi inteso nella dottrina e giurisprudenza, e tra- « dotti nella prassi quotidiana i criteri su esposti:

« .... *propulsione degli impianti idroelettrici nelle zone che ne « difettano ;* e — dove questi non sopperiscano alle necessità « del consumo e del progresso industriale — *integrazione del fab- « bisogno mediante il flusso razionale dell'energia elettrica dalla « zona più largamente dotata.*

« Risponde, del pari, ai principi legislativi che accennammo, « la formazione di un piano razionale di collegamenti elettrici « atti a facilitare l'economico trasporto dell'energia e la sua « diffusione, senza lasciare lacune nè creare doppioni ».

« Pura adesione, quindi incondizionata, ai criteri ed alle finalità volute dalle vigenti leggi in materia, integrata dalle nuove disposizioni generali programmatiche del ricordato voto e consacrate nella circolare ministeriale dell'aprile 1928.

« Ma tale adesione, incondizionata, non esiste più, quando si passa, invece, alle disposizioni esecutive della circolare stessa, laddove precisa « la presentazione con la domanda di derivazione per impianti di produzione di energia elettrica superiore a 1000 HP nominali » *di un particolareggiato programma elettrico* comprendente oltre ai dati elettrici delle centrali, lo schema delle linee che dovranno trasportare l'energia generata, la indicazione delle regioni o zone che con tale energia si intendono di servire, e la *dimostrazione delle necessità dell'energia stessa in quelle regioni o zone in rapporto alle altre forniture già in atto ed a nuovi impianti previsti.*

« Il richiedente, pur riconoscendo che la presentazione degli elementi programmatici richiesti, oltre che utile, rientra nella azione sapiente del Ministero competente, *non ritiene che essa debba essere preventiva e tanto meno che debba rivestire carattere di inderogabilità a termine fisso di tempo,* sotto pena, altrimenti, di decadenza dalla concessione; ed esprime il parere che, ove ciò si attuasse, potrebbero restare frustati gli scopi delle leggi vigenti in materia, di impulso alla messa in valore di energie nostrane; ed anzi, teme che con una tale disposizione si vada anche al di là di quelle testuali delle Leggi stesse.

« Egli pone i quesiti seguenti:

1) È da considerarsi come sempre possibile, e *quindi inderogabile,* la documentazione *preventiva* dei possibili collocamenti dell'energia generabile da un impianto richiesto?

2) Tale documentazione non deve considerarsi piuttosto come un documento da richiedersi per un più ampio giudizio sui caratteri e sulle suscettibilità di inquadramento della utilizzazione richiesta in un piano più generale, *salvo a riconoscere se in casi contingenti sussista la possibilità di formulare un programma di pronta attuazione?*

« Nei casi in cui tale programma di pronta attuazione non potesse formularsi non conviene riservare le ulteriori decisioni in merito al medesimo a dopo che la iniziativa del concessionario abbia potuto assumere la necessaria consistenza?

« A questi quesiti, posti in una forma attraente e molto semplicista, non può, invece, darsi una risposta categoricamente affermativa per la generalità dei casi; ed il loro difetto è appunto quello di voler abbracciare tutte le possibili classi di domande di derivazioni d'acqua di qualsiasi entità e natura esse siano.

« Vedremo in seguito che, appunto su tale indispensabile classifica delle concessioni da accordare, si può fondare una soluzione seria del gran problema che qui si tratta.

« Il richiedente, preoccupandosi, poi, di quanto più in particolare si riferisce *a domande e progetti isolati di tecnici* e non di Società più o meno importanti, mette in evidenza come tali categorie di domande di progetti, più che altro di studiosi, hanno costituito e costituiranno, quasi sempre, la prima spinta all'utilizzazione dei nostri corsi d'acqua, non riuscendo, in ogni caso, mai di ostacolo alla utilizzazione stessa, giacchè, del resto le vigenti disposizioni di legge danno modo e mezzo di ovviare a qualsiasi invadenza illegittima e di interesse privato.

« Eppure in tal caso è pressochè impossibile, a meno che non si tratti di un impianto che nasce fin da principio per un preciso e determinato scopo, di formulare un programma vero e proprio di collocamento dell'energia prodotta quale vorrebbe la circolare in contestazione.

« Il progettista privato vede la possibilità tecnica di una utilizzazione idroelettrica, intuisce la futura possibilità di uno sfruttamento in parte in sito ed in parte esportando l'energia in altre regioni limitrofe, sia pure cedendola a terzi distributori;

sente insomma che una iniziativa può essere presa, ma non può preventivamente comprovare l'immediata attuabilità nel campo finanziario economico, mentre nel campo tecnico ed idroelettrico l'impianto è sicuramente e convenientemente fattibile.

« Dovremo soffocare tali iniziative che pure sono tante volte il mezzo per mettere in luce dette utilizzazioni, che altri non hanno concepito o non hanno voluto o non vorrebbero attuare almeno in un determinato periodo di tempo?

« Anche a questi quesiti ed a questa forma di ragionamento che peraltro sembra convincente, la risposta da dare è necessariamente riservativa.

« L'opera e l'iniziativa dei privati progettisti è stata, ed è, cosa sempre molto utile ed apprezzata, quando la sua finalità rientra genuinamente nella attraente tesi interrogativa sopra riassunta.

« Ma quando nasce e si sviluppa per altre finalità perturbatrici invece di un programmatico svolgimento di un piano idroelettrico serio e di sicura attuazione tempestiva di un sistema di impianti facenti parte di una stessa asta idrica o, più generalmente, di un determinato bacino idrico, la risposta da dare al quesito non è, nè può essere, più tanto esplicita; e per quanto la legge attuale provveda, o per lo meno dia i mezzi di provvedere, pur tuttavia praticamente sono a tutti ben noti gli inconvenienti, se non altro per intralci e lungaggini, a cui danno luogo le presentazioni di domande concorrenti, inoltrate all'ultimo momento a variante di progetti che, appunto, tendono alla creazione di quei sistemi di utilizzazione ad impianti interdipendenti a cui sopra si è alluso.

« Ed anche: un privato progettista od una Società *ex novo* costituita riesce ad ottenere concessioni su un dato tronco di un corso d'acqua per creare degli impianti idroelettrici in connessione con altri da farsi nella restante parte dello stesso corso d'acqua, od altro della regione interessata, senza essersi preventivamente assicurato anche il mercato di vendita dell'energia producibile; il quale è, anzi, già in mano dell'altro concorrente. Nella maggior parte di questi casi avviene, per forza naturale di cose, che la sperata concorrenza resta lettera morta; e che si verifica, invece, l'inevitabile assorbimento della meno potente e nuova unità da parte di quella più consistente che già preesiste su salde basi nella regione stessa.

« E quando anche si possa osservare che in ogni caso la iniziativa privata ha già attuato una parte di quegli impianti che anche l'altro concessionario della rimanente parte di asta idrica avrebbe dovuto col tempo eseguire, ed ammesso pure che nelle caratteristiche idroelettriche gli impianti eseguiti possano riuscire armonicamente predisposti in relazione agli altri da eseguirsi ancora, resta sempre da esaminare un lato economico finanziario del gran problema sulla tempestività o meno dell'investimento in una data regione già ricca di energia, di capitali ingenti che meglio avrebbe potuto devolversi in impianti del genere in altra regione, che, invece, ne difetta; od addirittura in altre opere nella regione stessa ma destinate ad altre finalità più giustificate.

« È, dunque, impossibile anche con tutta la migliore disposizione d'animo verso i privati studiosi tendenti onestamente a mettere in luce possibilità elettrotecniche, di dare ai quesiti su proposti una risposta eccessivamente compiacente e semplicista; ed anche qui la soluzione della questione è da deferirsi al caso per caso ed alla entità e natura delle derivazioni e sistemi di derivazione in esame.

« Tante volte, appunto, la presentazione di un programma deficiente di collocamento di energia ricavabile da impianto tecnicamente, ma solo tecnicamente, bene studiato e fattibile, può riuscire utile per evitare gli inconvenienti a cui qui sopra si è accennato; in altri casi, invece, tale preparazione può anche omettersi o perchè il progetto presentato si impone per se stesso per caratteristiche tecniche ineccepibilmente superiori e per convenienza economica di costruzione e di esercizio, rispetto a tutti gli altri, o perchè, invece, ne è evidente la pseudo sua finalità e la legge dà modo di mettere fuori lizza tali concorrenti non già al pubblico ma al proprio privato interesse.

« E passando dalla categoria dei privati studiosi di impianti idroelettrici a quella delle grandi Società che dedicano la loro attività a tale ramo industriale, il richiedente dopo aver affermato che esse *hanno la necessità indiscussa ed innegabile di costituirsi un patrimonio di derivazioni da attuare in un tempo più o meno lato, che nemmeno dipende totalmente da esse*, è d'avviso che, *qualora si esigesse dalle Società stesse la dimostrazione preventiva della possibilità di collocamento dell'energia generabile da tutti gli impianti ad esse concessi o da esse richiesti, si pretenderebbe la dimostrazione di un fatto che è fuori di ogni possibilità economica in quanto tale patrimonio di concessioni e di domande è per definizione destinato ad una attuazione progressiva e risponde non alle reali necessità dell'oggi e dell'immediato domani ma a quello di un avvenire per il quale nè ad industriali nè a studiosi nè all'Autorità governativa è dato fissare o prevedere limiti razionali.*

« Con lo spingere l'esame e la critica all'assurdo il richiedente pur affermando in parte cose realmente ammissibili, comprova appunto, ed in modo irrefutabile, la necessità attuale, sia tecnica che finanziaria, di un disciplinamento industriale della questione idroelettrica italiana saviamente affiancata da assistenza governativa.

« Le frasi che si possono definire scultoree ma che hanno ormai fatto il loro tempo, come quella che le industrie in genere e quella idroelettrica in esse compresa, abbiano dimostrato la capacità a fare da sè e si siano rese benemerite del Paese, ciò che nessuno intende contestare, ma dal che non deriva che ad esse debba essere lasciata piena ed incondizionata libertà di azione nello svolgimento del loro programma industriale, non debbono essere un passaporto incondizionato e non debbono essere prese in senso completamente assoluto; e l'industria stessa mostra in fatto di non volere ciò.

« Ora vi sono casi, precisamente nella grande industria idroelettrica, in cui la obbligatorietà della presentazione e formulazione di un programma elettrico avrebbe reso servizi di indiscutibile utilità all'industria stessa, evitando ad esempio, per citarne solo pochissimi:

a) intempestive esecuzioni di opere richiedenti l'investimento di ingenti capitali, meglio impiegabili o altrove o in altre categorie di lavoro;

b) l'esecuzione di opere a puro scopo di concorrenza industriale, non tendenti nè assicuranti il conseguimento di vantaggi generali del Paese, ma precipuamente per costituire una posizione di privilegio o di vantaggio per un gruppo piuttosto che per un altro in una data regione;

c) la voluta omissione di messa in valore di determinate risorse idroelettriche locali, per assicurare prima il sicuro collocamento di altra disponibilità in regione di competenza di un dato gruppo industriale ma non sempre di naturale alimentazione di una data regione, obbligando a linee di trasporto la cui esecuzione attuale risulta per lo meno intempestiva e che, molto più razionalmente e convenientemente, avrebbe potuto eseguirsi in epoca più lontana ed opportuna;

d) la valorizzazione di alcuni speciali bacini idroelettrici in misura forse anche superiore a quello che al più sarebbe stato prudente di fare, compromettendo nei riguardi economici il già fatto e già disponibile in altri bacini limitrofi nei quali la distribuzione dell'energia è ancora ben lontana dalla saturazione della regione di competenza di alimentazione diretta del bacino stesso.

« Donde la necessità di trasporti a distanza rilevante di quantità di energia che passano sopra altri bacini idroelettrici non ancora sfruttati e più prossimi dei primi ai luoghi di naturale smaltimento.

« E la tendenza più che naturale, e sotto il punto industriale anche forse giustificata, a favorire i grandi mercati di consumo, curando meno i piccoli centri lungo il percorso delle grandi linee di trasmissione; onde la sperequazione a danno di alcune regioni, in cui pure l'energia difetta e che si vedono passare sopra flussi elettrici importantissimi destinati ai più lontani e potenti centri di consumo.

« Nella prima categoria *a*) gli esempi non sono pochi nè molto remoti. Vari Enti pubblici e Società si sono imbrancati alla esecuzione di impianti anche ponderosi, il cui prodotto in energia elettrica anzichè portare ad un presupposto e desiderato miglioramento economico sul costo dell'energia stessa ha apportato, invece, alle imprese stesse ulteriori oneri finanziari per riuscire a salvare la situazione degli Enti e delle Società medesime. E ciò, poi, con deprezzamento, nei riguardi della produzione dell'energia, del valore di quest'ultima; il cui collocamento come di materia superflua al fabbisogno non può avvenire che a prezzo svilito.

« In alcuni di tali impianti lo Stato ha dovuto intervenire con provvedimenti finanziari di favore che lo stato avanzatissimo delle opere già iniziate ha consigliato ed anzi imposto.

« Nella categoria *b*) la lotta iniziata fra le varie Società idroelettriche, che ora ha trovato nella loro riunione o concentrazione in grossi gruppi una più felice soluzione del problema tecnico ed economico, ha portato alla attuazione di doppioni di opere, o per lo meno di opere non razionalmente connesse fra di loro ad un unico fine comune, il che ha costituito una indiscutibile perdita di denaro, meglio destinabile a più utili imprese.

« Nella categoria *c*) sono comprese tutte quelle concessioni che, con parola non simpatica, vengono dette « accaparrate » al fine precipuo di evitarne la messa in valore, e non sono poche. Passano al nostro Consiglio domande di proroghe, di rinnovo, di decadenza di concessioni chieste e tenute in asso per anni ed anni, e che forse lo saranno chissà per quanto altro tempo ancora.

« E se si va a vedere bene, alcune di queste domande riguardano impianti interessanti regioni ove l'energia elettrica non abbonda ed ove considerazioni di interesse anche nazionale della difesa stessa dell'Italia potrebbero consigliare la sollecita attuazione.

« Ma il sacrificio dell'investimento di altri capitali in nuovi impianti, quando quelli già eseguiti, od in esecuzione in altri settori limitrofi, non sono tutti completamente sfruttati al massimo e la contemporanea creazione, invece, di altra energia elettrica concorrente in centri che potrebbero, al contrario, diventare sede di sfruttamento dei primi, con trasporto però dell'energia esuberante dai medesimi e con un impiego di somme inferiori, anche notevolmente, a quelle occorrenti per i nuovi impianti di produzione, sono una tale umana antitesi che i fatti dimostrano praticamente l'esistenza degli inconvenienti della categoria *c*) i quali possono, talvolta, essere anche di grandissima entità e di pregiudizio, oltre che ad una determinata regione, pure al Paese intero.

« Di quanto riguarda infine il gruppo *d*) son testimoni le remore che per naturale fenomeno industriale si sono e si vanno verificando in molti bacini idroelettrici di quasi tutti i settori alpini e specialmente di quelli nord-occidentale e nord-orientale, donde hanno origine i trasporti trasversali e longitudinali a distanze grandissime dai centri di produzione ed attraverso regioni già ricche di energia elettrica propria e sul cui percorso il nuovo flusso lascia necessariamente perdite non indifferenti che, sommate insieme possono far riflettere se in loro sostituzione non sarebbe stata più conveniente la produzione locale di altra energia in settori più vicini ed appropriati ai centri di consumo che quelle lontane energie vanno a raggiungere per trovarvi poi un loro parziale impiego.

« D'altra parte, invece, il moltiplicare il numero dei concessionari e degli impianti, il permettere la venuta al mondo di installazioni etiche e deficienti a razionali futuri possibili maggiori impieghi, mostra pure la necessità di non disprezzare, ma anzi di favorire il concentramento delle forze industriali idroelettriche, onde pochi e robusti Enti possano coordinare finanziariamente e tecnicamente tutta questa materia difficilissima ed intricata che costituisce l'industria idroelettrica italiana: e cioè quella industria che per noi è vitale sopra tutte le altre.

« Seguendo quindi, il richiedente, nell'esame degli estremi del grande problema, non possiamo che riconoscere confermata la necessità di un coordinamento di tutta questa materia, coordinamento nel quale lo Stato non può essere assente per molte ottime ragioni, prima fra le quali la superiore necessità del nostro Paese in ogni tempo e specie in quelli più torbidi e difficili, e poi per la natura e la mole stessa dell'elemento primo costituente tale industria che è di fatto un grande bene demaniale dato solamente in concessione di uso per un determinato periodo di tempo ad elementi industriali. Il vero proprietario di un bene non può certamente disinteressarsi di esso anche se ceduto in uso, affitto, sfruttamento per lungo tempo, a terzi.

« Ma se lo Stato non può essere assente da tale coordinamento, esso vi deve però intervenire nei modi e limiti che la delicatezza stessa della materia a lui impongono e che voglio, di nuovo, definire con frase che mi pare la più appropriata e consona allo stesso voto del Supremo Consesso tecnico statale, e cioè: *con un giudizioso e prudente affiancamento dell'opera sgorgante dalla libera iniziativa dell'industria idroelettrica per aiutarla laddove occorra con assistenza morale e materiale e con il contenerne ove occorra la corrente entro argini che ne assicurino il retto cammino a salvaguardia del generale interesse pubblico.*

« Le critiche del richiedente non sono state, quindi, inutili; ma pur essendo apprezzabili in molti punti del loro contenuto, esse vanno giustamente interpretate ed in conclusione valgono a comprovare nella tesi generale la opportunità sempre, e la necessità in molti casi, della disposizione ministeriale derivante dal voto emesso dal Consiglio Superiore dei lavori pubblici a sezioni riunite il 28 dicembre 1928, che qui, pertanto, si deve pienamente confermare.

« Ma le critiche stesse indicano quale deve essere la via da seguire e quale deve essere la conclusione di questo dettagliato esame.

« Le disposizioni conseguenti all'importantissimo voto su ricordato sono ottime e sono da mantenere; *ed è solo questione di metodi e di misura* quella da risolvere nella loro pratica applicazione.

« Ogni impianto, o sistema di impianti, di produzione e trasporto di energia elettrica ha speciali caratteristiche di località, di entità e di sfruttamento probabile; quindi un metodo unico generale di giudizio per tutti i casi risulta impossibile ad adottarsi e porterebbe ad assurdi che si possono prestare benissimo ad una dimostrazione di impossibilità od irrazionalità dell'applicazione delle norme emanate.

« Intanto una norma generale è quella di favorire tutti gli impianti nelle zone che ne difettano attualmente e che presentano speciali caratteristiche per altre finalità di interesse generale. Fra questi tutti gli impianti appenninici, specie nell'Italia centrale e meridionale, e quelli a serbatoi ovunque essi siano da eseguire.

« È certo che questi impianti non saranno mai superflui e che essi finiranno presto o tardi coll'inquadrarsi bene nel sistema generale idroelettrico italiano.

« Per gli impianti di questa categoria non è neppure questione di preoccuparsi della loro entità di produzione; l'energia con essi creata ha, generalmente, qualità e finalità che una volta che sia disponibile, l'impiego suo più o meno immediato è certo ed il vantaggio della sua disponibilità si sentirà con il ridurre eventuali costosi trasporti di energia e con il costituire per questi ultimi razionali ed utili punti di appoggio, di rifornimento e di normalizzazione delle relative condizioni di esercizio.

« Del pari tutte le categorie di impianti per quanto superiori di entità ai 1000 HP previsti dalla circolare aprile 1928, ma da considerarsi pur sempre di non eccessiva entità (15-20-30 milioni di kWh/anno) non possono preoccupare molto per le loro concessioni, giacchè o la loro necessità è attuale ed allora la dimostrazione voluta della loro convenienza è già data, o non è attuale e difficilmente il piccolo industriale si indurrà alla loro attuazione prima che le modificate condizioni di ambiente o le nuove esigenze che si siano verificate lo consiglino ad esporsi all'impiego dei suoi limitati capitali.

« Nell'una e nell'altra ipotesi anche tali impianti non contrastano poi con lo sviluppo del più grande ed organico sistema idroelettrico sia regionale che nazionale, che potrà sempre assorbirli ed incorporarli fra le sue unità elettriche, senza risentirne danni comunque apprezzabili ed anzi potendo, talvolta, essere direttamente bene inquadrati nel medesimo.

« Restano, quindi, le grandi utilizzazioni idroelettriche ed i grandi sistemi di trasporto e di distribuzione dei principali flussi elettrici generali in comprensori imbriferi già in gran parte ben definiti per entità ed ubicazione rispettive e fra i quali già corrono relazioni di reciproco collegamento, integrazione o sostituzione che danno al loro insieme una consistenza già imponente e che si tratterà di incrementare ancora e di disciplinare meglio.

« Ed è indubbio che quell'azione di cautelato affiancamento statale, a cui sopra si è alluso, deve riferirsi essenzialmente a tale sistema, operando, come vuole il voto emanato, in pieno accordo e consenso con gli industriali elettrotecnici, in modo da agevolare e disciplinare le loro iniziative, la loro attività e lo sviluppo della loro industria curando inoltre che il conseguimento del loro utile industriale resti assicurato in modo che da esso discenda e con esso sia anche consentaneo l'utile generale del Paese.

« Ed è questo il compito altissimo, ma non certamente facile, a cui è chiamato il nostro Comitato ed al quale esso deve dare ogni più intenso contributo.

« Ora in questo campo così vasto ed importante le norme di dettaglio hanno poca efficacia e possono anche non trovare sempre piena applicazione, ma non si possono assolutamente mettere al bando; si tratterà di studiare caso per caso per vederne le conseguenze inquadrarsi nel sistema generale idro- e termo-elettrico italiano, ma di tale inquadramento deve comprovarsi sempre la possibilità, bene inteso nei limiti di tempo e di misura che sono propri di questioni di tanta mole e di tale natura ».

***

Alle osservazioni e deduzioni contenute nella Relazione Jacobini, i Rappresentanti della UNFIEL nel Comitato Consultivo credettero opportuno contrapporre, nell'interesse generale dell'industria e del Paese, le seguenti osservazioni :

« I sottoscritti rappresentanti della UNFIEL che, com'è noto, raccoglie nel suo seno la quasi totalità degli esercenti Imprese Elettriche, pur apprezzando l'alta competenza del Comm. Jacobini nella materia in discussione, e pur lodando l'accuratezza dello studio e dell'esposizione da lui fatta, non possono esimersi dal presentare alcune considerazioni e alcuni rilievi di fatto, che ritengono assai importanti per ben giudicare le necessità di vita, e il vero stato delle cose nell'industria idroelettrica.

« Anzitutto occorre rilevare che l'energia elettrica non è una merce, ma una prestazione *sui generis* molto complessa: infatti non è cosa materiale che possa immagazzinarsi: la produzione di essa corrisponde esattamente alla domanda che ne fa in ogni istante il consumatore. In secondo luogo è provato da studi e statistiche, che sarebbe fuor d'opera citare qui, che l'energia

elettrica, pur essendo l'elemento animatore di quasi tutte le industrie, e pur contribuendo al benessere civile, ha un'incidenza piccolissima, tanto nei bilanci industriali di produzione, come nei bilanci familiari e commerciali; basti solo accennare che l'energia elettrica entra a formare il costo dei manufatti industriali in proporzione che varia da 1/2 al 2 %, nella maggior parte dei casi; sola eccezione fatta per alcune industrie speciali, come le elettrochimiche e le elettrometallurgiche, dove l'incidenza è maggiore, ma per le quali, appunto per ciò, occorrono specialissime condizioni di costo dell'energia, e meglio ancora, nei casi importanti speciali criteri costruttivi degli impianti alimentatori.

« Da tali constatazioni di fatto si deduce che non possono certo essere nè la disponibilità nè il costo dell'energia a determinare il sorgere e lo svilupparsi della maggior parte delle industrie in determinate regioni; sibbene altri elementi ben più importanti nel ciclo della produzione, quali ad esempio la mano d'opera facile ed adatta, i trasporti agevoli e non onerosi, la vicinanza dei mercati di consumo, lo spirito di intraprendenza degli abitanti, la tradizione industriale della popolazione, ecc.

« Altrettanto si può dire dell'energia usata dalle popolazioni per la loro vita domestica. È noto, infatti, perchè ripetutamente documentato da studi in materia, che la spesa di energia per ogni famiglia non raggiunge in media l'1 % del bilancio complessivo della famiglia stessa. D'altronde è anche noto che in Italia il 93 % dei Comuni è ormai già fornito di reti di distribuzione di energia elettrica, dalle quali ogni richiedente può ottenere le forniture che gli occorrono: non è perciò la disponibilità dell'energia che si oppone ad un maggior consumo e ad una più larga diffusione familiare; ma altre ragioni ben più complesse a base prevalentemente economica, e che tutte si riassumono nel grado di prosperità delle popolazioni.

« Se dunque tre quarti della produzione totale di energia elettrica è collocata nell'Italia Settentrionale, mentre questa rappresenta il 47 % della popolazione ed occupa il 41 % della superficie territoriale, ciò non dipende dal preordinato volere nè degli industriali elettricisti nè di nessun ente pubblico o privato. Dipende dal medesimo complesso di circostanze e di cause geografiche, climatiche, etniche, storiche, economiche, le quali hanno impresso la loro impronta eterna sugli uomini e sulle cose. E sarebbe illusione di breve durata quella di credere che basti dosare la quantità di energia assegnata alle diverse regioni per regolarne la crescita e lo sviluppo. Per sperare qualche modesto risultato in questo senso, occorrerebbero moltissimi decenni di azione continua, costante, coerente da parte dello Stato, il quale tuttavia non potrebbe, neanche con le sue immense forze, garantirsi il risultato. In tutte le nazioni e gli Stati del mondo ci sono e ci saranno regioni di diversissimo sviluppo industriale, come è diversa la distribuzione dei monti e delle pianure, delle acque, dei minerali, della vegetazione.

« Ma, per tornare a noi, l'industria elettrica, come ha fatto fronte sempre alle richieste delle industri regioni settentrionali d'Italia, tempestivamente preparando gli impianti generatori occorrenti, così ha fatto fronte alle richieste meno cospicue di tutto il resto d'Italia. Non si può chiedere all'industria elettrica di preparare impianti idroelettrici in misura eccessiva rispetto alle previsioni del collocamento dell'energia, come non si può pretendere che in un luogo deserto, e dove manchi la richiesta di abitazioni, si fabbrichino a centinaia le case d'affitto. Certo è in ogni modo che, se nell'Italia peninsulare si svilupperà un giorno l'attività industriale in misura più cospicua di quanto sia accaduto fin qui, per forza stessa delle cose più ancora che per buon volere degli uomini, nascerà e si svilupperà correlativamente l'industria elettrica. Non si può pensare al timore che a quell'epoca non rimangano più forze idrauliche disponibili perchè il timore sarebbe illogico. Vorrebbe dire infatti che le forze idrauliche avrebbero già trovato la loro utilizzazione. È del resto notorio che i grandi impianti termici opportunamente ubicati sono in grado fin d'ora di produrre energia a condizioni di costo non troppo dissimili dagli impianti idroelettrici. Ed è probabilissimo, vorremo dire certo, che in prosieguo di tempo la produzione termica diminuirà ulteriormente il suo costo, così da rendere ancora più difficile di quanto oggi non sia, per l'energia idroelettrica, tener testa alla concorrenza dei combustibili, segnatamente dei motori Diesel.

« Per stare ancora più vicino ai fatti attuali e per dimostrare ancora meglio che non è la produzione di energia quella che manca all'Italia Meridionale, ma il consumo, noteremo che gli impianti silani hanno dovuto trovare il collocamento della loro energia nell'industria elettrochimica; ed è notorio che i prezzi ottenuti in questo modo sono scarsamente remunerativi. Analogamente l'importante gruppo di impianti costruiti nell'Italia Centrale, sul Nera, sul Velino, sull'Aniene e sul Liri non hanno potuto trovare uno sbocco se non dirigendo la loro energia verso il Nord, ed anche oggi hanno notevoli quantitativi di energia disponibile.

« Concludendo queste osservazioni, dobbiamo affermare che non esiste attualmente alcuna deficienza di energia nell'Italia Centrale e Meridionale, e non è nemmeno probabile che una deficienza si verifichi per molto tempo ancora. Anzi attualmente si constata una esuberanza di disponibilità, derivante dalla deficienza del consumo.

« Per quanto riguarda la distribuzione dell'energia, non è da dimenticare che la questione è tutta economica: là dove esistono richieste di fornitura in misura tale da compensare equamente la spesa del trasporto e della distribuzione, l'industria elettrica ha provveduto e provvede, non solo nell'interesse generale, ma anche nell'interesse proprio: ed è questa un'altra dimostrazione che l'interesse generale è sempre la somma degli interessi singoli.

« Invece l'energia non arriva dove non esistono le condizioni che rendano praticamente ed economicamente effettuabile nè la produzione locale nè il trasporto e la distribuzione. Si tratta in questi casi di località segregate, che avrebbero un consumo così modesto da non compensare le spese necessarie a fronteggiare la richiesta; ma in realtà i casi di questo genere vanno via via diminuendo, ed è certo che fra poco tempo saranno del tutto scomparsi.

***

« Venendo ora al problema specifico dei programmi elettrici, richiesti dall'Autorità concedente a corredo delle domande di derivazione, si ripete qui brevemente quanto già altre volte affermato.

« I casi che possono presentarsi sono tre:

« 1° L'energia da prodursi è destinata ad alimentare un dato stabilimento industriale od un determinato gruppo di stabilimenti industriali: in tal caso il programma elettrico è intuitivo: dovrebbe bastare la dimostrazione della possibilità d'uso del quantitativo di energia producibile.

« 2° L'energia deve servire ad un Ente che già esercita il trasporto e la distribuzione dell'energia a scopo commerciale; in tal caso il programma elettrico dovrebbe consistere in una ragionevole previsione degli incrementi di consumo nelle zone servite: questa previsione è però sempre difficilissima, perchè gli incrementi di consumo sono oltremodo variabili non solo da regione a regione, ma anche da periodo a periodo, anche a breve distanza di tempo. Basti accennare al fatto che la statistica segna per gli ultimi quattro anni 1926, 1927, 1928, 1929 i seguenti incrementi percentuali:

	1926	1927	1928	1929 (primi dieci mesi)
Italia Settentrionale ..	17.8	5.9	8.8	7.5
» Centrale	11.7	6.1	7.3	10.–
» Meridionale	29.–	4.6	49.–	13.7
Isole	16.8	33.3	28.3	18.7

« Le cifre riportate bastano da sole a dimostrare che qualunque previsione può essere prospettata come accettabile e nessuna rifiutata come impossibile.

« Certo è che, come si ammette che il concentramento delle aziende sia benefico per l'economia generale e sia utile evitare doppioni, si deve anche ammettere che le aziende elettriche attualmente distributrici, dovendo provvedere tempestivamente agli aumenti di consumo da parte dell'utenza, debbano sempre avere un corredo di concessioni e di domande per nuovi impianti che rappresenti la riserva per un certo numero di anni, onde far fronte, non solo ai probabili, ma ai possibili massimi incrementi. Alle imprese elettriche attualmente distributrici potrebbe dunque perfino riconoscersi un diritto di preferenza rispetto a coloro che non servono alcuna zona, nella concessione di nuovi impianti idroelettrici. Se si potesse calcolare su un incremento medio del 10% all'anno, non dovrebbe essere esagerato ammettere che tra impianti in costruzione, in concessione ed in istruttoria possano le aziende elettriche avere modo anche di raddoppiare la propria produzione, il che significherebbe avere una dotazione sufficiente per circa 8 anni.

« A tali enti dovrebbero inoltre dall'Autorità essere concesse senza difficoltà, quando sopravvenisse un rallentamento nel collocamento della nuova energia, opportune proroghe per l'esecuzione effettiva degli impianti concessi.

« È infatti assurda la minaccia di togliere una concessione ad un ente distributore, perchè la stasi sopravvenuta nel collocamento dell'energia gli abbia impedito di eseguire i lavori, onde il rispetto dei termini si sarebbe tradotto in un immobilizzo prematuro, e perciò dannoso, come altrove riconosce lo stesso relatore.

« 3° Infine il richiedente della domanda di concessione è un privato professionista, od un nuovo ente che non ha un esercizio di produzione e distribuzione di energia; in tal caso il programma elettrico, è di difficilissima concretazione: poichè in tali casi il privato professionista sempre, il nuovo ente quasi sempre, hanno per programma di cedere, o la domanda, o gli impianti, o l'energia, ad altri enti produttori o distributori già esistenti; e solo in qualche raro caso il programma contempla seriamente la possibilità di una distribuzione concorrente.

« È umano e logico che chi arrischia il proprio lavoro, ed anche i propri capitali per elaborare un progetto e per iniziarne la realizzazione, cerchi il suo migliore profitto, riservandosi di scegliere, fra le parecchie che si presenteranno, la soluzione più vantaggiosa; come può, in tali condizioni, produrre un programma elettrico attendibile?

« D'altra parte noi non riteniamo che le domande dei privati professionisti o di nuovi enti debbano essere a priori escluse: non vogliamo e non dobbiamo dimenticare che molti degli impianti eseguiti ebbero la loro origine nello studio di professionisti, anche se più tardi furono modificati, talvolta anche sostanzialmente, sulla base dell'esperienza e sotto la spinta delle necessità contingenti. Possiamo pure ammettere che per tale genere di domande, specialmente quando contemplino corsi d'acqua già parzialmente sfruttati da enti preesistenti od interessino regioni già sufficientemente servite, l'Autorità concedente possa avere una maggiore severità nel concedere larghi termini e proroghe, poichè sotto a questa terza classe di richieste spesso si celano manovre non sempre corrette, e qualche volta contrarie allo stesso interesse generale, per costringere gli enti preesistenti ad esborsi eccessivi a favore del progettista.

« Infine è giusto riconoscere che, in qualche caso, può essere opportuno spingere questi nuovi enti alla realizzazione dei loro progetti; perchè solo dalla concorrenza può avvantaggiarsi l'economia generale. La concorrenza è infatti uno stimolo possente al progresso ed è l'unica arma efficace anche quando rimanga allo stato potenziale, a contenere i prezzi nei giusti limiti.

« Non dovrebbe poi l'Autorità concedente dare troppa importanza all'asserito pericolo dei doppioni. Quando il capitale privato soccorre una iniziativa, lo fa quasi sempre con piena cognizione della responsabilità inerente, e ciò che può apparire un doppione a chi esamini superficialmente le cose, si inquadra invece ben presto fra le opere utili e rispondenti alle necessità.

***

« E qui i sottoscritti non possono lasciare senza obbiezioni l'elencazione che l'Ill.mo Relatore fa *di casi in cui la obbligatorietà della presentazione e formulazione di un programma elettrico avrebbe reso servizi di indiscutibile utilità dell'industria stessa.*

« Egli raggruppa questi casi in quattro categorie. Pone nella prima *le intempestive esecuzioni di opere richiedenti l'investimento di ingenti capitali*; nella seconda *l'esecuzione di opere a puro scopo di concorrenza industriale, precipuamente per costituire una posizione di privilegio o di vantaggio per un gruppo piuttosto che per un altro in una data regione;* nella terza *la voluta omissione di messa in valore di determinate risorse idroelettriche locali, per assicurare prima il sicuro collocamento di altre disponibilità*; nell'ultima infine la *valorizzazione di alcuni speciali bacini idroelettrici in misura forse superiore a quello che sarebbe stato prudente di fare.*

« A chiarimento di tale elencazione sommaria il Relatore afferma che gli esempi della prima categoria *non sono pochi nè remoti*; aggiunge che *varii enti pubblici e Società si sono imbrancati nella esecuzione di impianti il cui prodotto in energia anzichè portare ad un miglioramento del costo dell'energia ha apportato invece alle imprese stesse ulteriori oneri finanziari* ed aggiunge ancora che *in alcuni di tali impianti lo Stato ha dovuto intervenire con provvedimenti finanziari di favore.*

« Noi non intendiamo certo negare che i nuovi impianti (i quali per fatale legge economica riescono nella media sempre più costosi dei vecchi) possano non produrre miglioramenti nel costo dell'energia, ma lo stesso Relatore osserva che in alcuni casi l'energia prodotta da tali impianti dovrebbe poi vendersi a prezzo svilito, fatto questo che contradice l'affermazione e varrebbe a dimostrare che non c'è nulla di sprecato mai nel libero svolgersi dell'iniziativa privata, e che *à quelque chose malheur est bon.*

« Non è però a nostra cognizione nessun caso nel quale lo Stato abbia dovuto intervenire con provvedimenti finanziari in favore di *imprese elettriche private.* Queste sono sempre, è vero, gestite con quel senso di responsabilità che deriva ai dirigenti dal dovere di impiegare denaro altrui e di rispondere, secondo le regole del mandato, del buon impiego di esso; ma errare è umano, però se qualche errore è stato in qualche caso commesso, le conseguenze sono ricadute sempre sull'impresa, mai sullo Stato.

« Lo Stato sarà forse invece intervenuto, e qualche esempio è pure a nostra conoscenza, a favore di enti pubblici o semi pubblici, dove l'erronea, anzi deleteria confusione fra contribuenti ed utenti, maschera spesso gravi errori e fa mancare la necessaria attenzione nel proporzionare gli introiti alle spese e queste a quelli.

« Ma la questione può esaminarsi da un punto di vista più alto. Quando si fa appunto all'iniziativa privata di eseguire intempestivamente opere richiedenti l'immobilizzo di ingenti capitali, si mostra di non dare peso alcuno alla necessità, anzi al dovere già lumeggiato per l'industria elettrica, *di prevenire l'incremento del consumo.* Per essere fröbeliani, teniamo presente che la costruzione di un impianto idroelettrico, specialmente se di alta montagna, richiede un periodo di tempo non inferiore a tre anni, e quando ci siano delle alte dighe da costruire, anche quattro anni e più.

« Ciò non deve meravigliare, poichè gli anni in alta montagna, invece di permettere dodici mesi di lavoro, ne consentono a mala pena quattro o cinque. È giocoforza dunque che la previsione dell'incremento sia fatta in anticipo di tre o quattro anni. Chi oserà rimproverare gli uomini che dirigono le imprese elettriche di prevedere un grande incremento e di essere poi delusi nelle loro speranze? Sarebbe come rimproverare una buona azione. Per questo motivo sopratutto l'appunto del Relatore ci sembra talmente infondato da poterci permettere di dichiarare che l'industria elettrica sa di non meritarlo.

« Per quanto riguarda la seconda categoria, il Relatore lamenta *la attuazione dei doppioni di opere non razionalmente connesse fra loro ad un unico fine comune.*

« Anche qui, possiamo affermare che l'asserzione è almeno esagerata. La parola *doppione* significherebbe che di alcune opere costrutte, la metà avrebbe potuto essere risparmiata senza alterare il risultato finale. Ciò non risponde certo alla realtà delle cose. Se qualche impianto fu costruito con qualche anticipazione, se di qualche linea elettrica si sarebbe potuto ritardare la costruzione di qualche mese o di qualche anno, è però innegabilmente vero che tutti gli impianti costruiti hanno trovato in breve il collocamento dell'energia da essi prodotta e che tutte le condutture hanno avuto ben presto il loro carico non solo normale ma spesso anche eccessivo, tanto da richiedere la sollecita costruzione di altre linee concomitanti. Nè è da credere che la coesistenza di parecchie condutture sullo stesso percorso costituisca sempre *doppione*, essa è anzi quasi sempre resa indispensabile da ragioni economiche e tecniche. Come su una medesima linea ferroviaria corrono treni direttissimi, diretti, accelerati, omnibus e merci, così è spesso necessario che lungo una determinata direzione corrano più linee elettriche aventi le medesime o diverse caratteristiche a seconda delle esigenze dei diversi servizi. E come è logico che i direttissimi non fermino che alle stazioni principalissime, e perfino alcuni ai soli capolinea, così avviene che alcune di tali condutture non possano avere punti di derivazione intermedi, altre debbano averne solo in pochi punti dove l'erogazione è di una determinata importanza, ed altre infine siano riservate all'alimentazione frazionata delle zone traversate. Risulta così cosa logica ed ineluttabile, che speciali linee di trasporto passino sopra altri bacini idroelettrici più prossimi ai luoghi di smaltimento e non ancora sfruttati: ciò significa che tali bacini vicini sono meno convenienti di quelli lontani sfruttati, non ostante la distanza: ed in tal caso è evidente che l'ordine adottato per lo sfruttamento, se anche a prima vista può apparire irrazionale, è invece perfettamente logico e risponde all'interesse tanto particolare che generale. Ed è pure logico che tali linee curino solo i grandi mercati di consumo, lasciando ad altre linee di più modesta consistenza, ed anche magari ad altri impianti produttori locali l'alimentazione dei centri minori e delle zone intermedie.

« Ma non sarà inutile rilevare, sempre a proposito della seconda categoria di casi considerata dal Relatore, la singolarità del pensiero da questi manifestato, in quanto sembra voler deplorare lo scopo di concorrenza industriale. Ci sia consentito dissentire con convinzione da questo pensiero. Le opere che sono costruite a scopo di concorrenza non soltanto dovrebbero essere permesse, ma oseremmo dire favorite dallo Stato, visto che l'appunto principale che si muove all'industria elettrica (per quanto infondato sia), è quello di essere esercitata in regime di monopolio. Che poi l'esecuzione di un'opera sia fatta per costituire una posizione di privilegio o di vantaggio per l'ente proprietario, non ci pare debba costituire motivo nè di sorpresa nè di appunto. L'iniziativa privata (che la Carta del Lavoro dichiara essere lo strumento più efficace e più utile nell'interesse della Nazione) non può proporsi per scopo di perdere denaro, deve anzi proporsi lo scopo diametralmente contrario, ed è ma-

nifesto che il crearsi una posizione di privilegio o di vantaggio costruendo impianti idroelettrici, ossia immobilizzando milioni a decine se non a centinaia, e correndo il relativo rischio, non può essere, anche dal punto di vista etico e sociale, opera meritevole di appunto.

« Dovrebbe piuttosto considerarsi opera meritevole di lode, quando la sua omissione potesse divenire una causa di costrizione nello sviluppo economico della regione. Chi si sentirebbe di assicurare il presagio pro o contro?

« Per la terza categoria di casi, è forse un male per l'economia privata e per l'economia pubblica, che si ometta volutamente la messa in valore di risorse idroelettriche locali, prima che siano collocate le altre energie disponibili? Non è scritto in nessuna legge, non è sostenibile con nessuna dottrina che gli impianti locali debbano eseguirsi prima di quelli lontani. Sola legge, sola norma sono l'iniziativa libera e il tornaconto economico; ma questo deve essere giudicato da chi rischia i propri denari, non dai terzi per definizione irresponsabili. Spesso poi è accaduto esattamente il contrario. Piccoli impianti locali hanno dovuto essere fermati, perchè gli obblighi di legge, specialmente la giornata di otto ore, ne resero l'energia talmente costosa, anche per le sole spese di esercizio, da doversi preferire l'acquisto di energia proveniente da decine e decine di chilometri di distanza. Del resto, non è forse buona regola di economia, lo sfruttamento di ciò che si ha già a disposizione, prima di procedere ad una nuova produzione, anche se facile e conveniente?

« Il Relatore accenna qui *a tutte quelle concessioni, che vengono dette accaparrate, al fine precipuo di evitarne la messa in valore e che fanno passare davanti al Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici domande di proroghe di rinnovo di decadenza, chieste e tenute in asso per anni e anni*.

« A questo proposito ci pare si dovrebbe escludere a priori che *privati* o *Società* facciano studi costosi, anticipino somme ingenti in canoni, depositi, progetti ecc. per non farne nulla. Tutt'al più essi saranno indotti a ritardare l'attuazione dei progetti, nell'intento legittimo di dar prima sfogo all'energia già disponibile nella regione mantenendo però le necessarie e logiche riserve di concessioni per i bisogni futuri. In tal caso il ritardo, mentre non è pregiudizievole all'interesse pubblico, che non ritrarrebbe vantaggio dalla prematura disponibilità di energia esuberante, è giovevole all'economia privata e per riflesso alla pubblica economia (che è la somma delle economie singole), perchè risparmia il danno di intempestivi immobilizzi, i quali sono stati infatti deplorati altrove dalla stessa relazione di cui ci occupiamo.

« Ma indipendentemente da queste osservazioni, ci sembra opportuno chiarire ufficialmente il pensiero dell'industria elettrica a proposito di un'accusa ricorrente da decenni contro le Società che si sono dedicate alla gestione di questa ponderosa attività. Troppo spesso l'industria elettrica è accusata di *accaparramento*, e troppo spesso l'industriale privato si sente qualificato come uno *speculatore*, in contrapposto agli esercizi statali ai quali si elevano inni di disinteresse. Ci sia consentito di dire con molta schiettezza che il cosidetto *accaparramento* delle concessioni e delle domande non soltanto non è un'azione biasimevole, ma costituisce per l'industria elettrica l'adempimento di un suo preciso dovere. Chi oserà contestare all'industriale distributore di energia elettrica in una determinata zona, il dovere morale (che i nostri capi hanno affermato ripetutamente in tutte le loro pubblicazioni) di prevenire il consumo e di provvedere a soddisfarlo?

« Ebbene, come abbiamo già rilevato, il tempo occorrente alla costruzione di impianti idroelettrici è così lungo, che per necessità di cose la previsione deve spingersi lontano nel futuro, con inevitabili incertezze e con inevitabili probabilità di errori, anche cospicui, in più od in meno, per eccesso di ottimismo, o per eccesso di pessimismo. Ma questi errori non tolgono il dovere morale della preveggenza; e finchè la logica avrà diritto di essere ascoltata, non potranno mai permettere di giudicare e qualificare come biasimevole la così detta azione di accaparramento. Al contrario, il capo di un'impresa elettrica deve studiare un piano regolatore della sua azione e tenerlo continuamente aggiornato. Deve per conseguenza predisporre per fronteggiare i probabili incrementi futuri nella vendita dell'energia con nuove successive costruzioni scaglionate nel tempo, ossia deve avere nel cassetto un complesso di concessioni già ottenute e di domande in corso, che gli permettano di soddisfare, con metodo che vorremmo dire d'organizzazione scientifica, a questo compito fondamentale per la sua industria. Se ciò non facesse meriterebbe biasimo, onde è sorprendente che il biasimo si pretenda di infliggergli precisamente quando assolva al proprio dovere.

« Altrettanto dicasi della qualifica di speculazione, troppo spesso usata come una espressione di dispregio contro industriali privati. Dare dello speculatore ad un ente vuol dire in ultima analisi, manifestare il proprio disprezzo per gli enti che riescano a realizzare dalla loro attività un utile più o meno cospicuo. Si dovrebbero dunque avere in gran pregio soltanto gli enti che perdono denaro, o non ne guadagnano, perchè soltanto a questi non è possibile applicare con fondamento la qualifica di speculatore, intesa nella comune eccezione: di uomini ed organismi che guadagnino senza merito, senza creare vantaggi a terzi, e con metodi poco corretti dal punto di vista della morale.

« Noi dobbiamo per tutti questi motivi pregare il Comitato Consultivo, e per suo mezzo l'On. Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici di voler ricordare che l'iniziativa privata, come abbiamo già avuto occasione di dire, è considerata dalla Carta del Lavoro come lo strumento più utile e più efficace per la prosperità del Paese e che non si può senza contradizione pretendere che l'iniziativa privata metta a scopo della sua azione la perdita di denaro e la rinuncia a qualsiasi beneficio, mentre anzi è nostra ferma convinzione che da questi falsi princìpi dovrebbero essere accuratamente tenute lontano anche le imprese industriali gestite dallo Stato e dagli altri enti pubblici.

« Per quanto riguarda l'ultima categoria il *Relatore accenna alle remore che si sono e si vanno verificando in molti bacini idroelettrici di quasi tutti i bacini alpini e specialmente di quelli nord-occidentali e nord-orientali* donde hanno origine i trasporti *trasversali e longitudinali a distanze grandissime dai centri di produzione ed attraverso regioni già ricche di energia elettrica propria*.

« Ma crede proprio il Relatore che se tali remore si verificano a favore di altri bacini, ciò sia esclusivamente per il desiderio di costruire impianti poderosi e lunghi e potenti elettrodotti? Non ritiene invece che la preferenza cada su uno piuttosto che sull'altro bacino perchè l'energia, pur tenuto conto delle spese e perdite di trasporto, è ritenuta più conveniente se prodotta nei bacini lontani che non in quelli vicini? Ritiene egli proprio gli industriali che ciò hanno fatto, così maldestri da preferire il maggior al minor costo? Non lo crediamo perchè la relazione è tutta permeata da un senso di fiducia nei dirigenti la nostra industria. E allora? Sarebbe logico e giusto chiedere ed imporre l'esecuzione di impianti meno convenienti solo perchè più vicini? ».

***

« Concludendo, noi riconosciamo non essere facile esporre dei dubbi (anche se fondati) sulla bontà della tesi *che lo Stato non può essere assente in tutta questa materia, per la tutela della superiore necessità del Paese in ogni tempo e specialmente in quelli più torbidi e difficili*. Ci sia almeno consentito rilevare timidamente che finora l'iniziativa privata, nel campo dell'industria elettrica ha assolto degnamente al suo compito, se da tutte le parti, compresa la avversa e la preconcetta, e non escluse alcune pregevoli relazioni di Commissioni nominate dal Ministero e dal Consiglio Superiore dei LL. PP. sono state riconosciute e le nostre benemerenze e la nostra discrezione. Se così non fosse stato noi non rappresenteremmo oggi, dal punto di vista degli industriali, la prima industria d'Italia. Accontentiamoci dunque di prendere nota di quanto dichiara il Relatore, e cioè che lo Stato *vi deve intervenire però nei modi e limiti che la delicatezza stessa della materia a lui impongono*, perchè crediamo che lo Stato ed i suoi organi non potranno dimenticare che al di sopra e al di là delle visioni tecniche ci sono le necessità economiche: che le leggi economiche sono incoercibili, e quando ad esse si vuol fare violenza, si ottiene spesso il risultato opposto a quello che si vuole conseguire.

« Orbene è stato riconosciuto, coll'ammissione di una rappresentanza dell'industria elettrica in questo Comitato, che la collaborazione di chi vive la propria vita tra i molti e complessi problemi, che debbono esservi discussi e risolti, è giovevole allo stesso interesse generale. Ebbene, ci sia consentito ripetere ancora una volta con i nostri sinceri ringraziamenti per tale riconoscimento che tuttavia tale collaborazione non potrà dare i frutti che se ne possono attendere se non quando la rappresentanza dell'industria sarà presente e potrà esprimere il suo parere ed il suo consiglio, anche nella trattazione di tutti i problemi generali che riguardano la produzione dell'energia, la trasmissione e lo scambio di essa. Per esprimerci meglio e più compiutamente, diremo che soltanto essendo presenti là dove le decisioni sono prese e nel momento in cui si decide, possiamo sperare di portare una collaborazione e un contributo utili al Paese. Soltanto in questo modo infatti la nostra competenza specifica (che speriamo non ci vorrà essere negata) si svolgerebbe nel momento opportuno, cioè sarebbe tempestiva, come è necessario che sia per la sua maggiore efficacia, cioè per evitare equivoci ed errori, che poi, soltanto con enorme impiego di tempo e logorio di forze si può riuscire a riparare. Ecco perchè (in perfetta armo-

nia del resto col principio di collaborazione fra gli organi statali e quelli corporativi, sul quale poggia l'azione economico-sociale del Fascismo, e perfino con un decreto, tuttora vigente, promulgato dal Ministro dei LL. PP. dopo maturo esame) l'industria elettrica spera poter far sentire la sua voce diretta nella terza Sezione, od in una speciale istituenda Sezione del Consiglio Superiore che si occupi dei problemi generali dell'industria elettrica. Solo in tal modo, ripetiamo, potranno essere chiarite molte posizioni, risolti molti dubbi, eliminate molte incertezze, e assicurate insomma alla produzione e distribuzione dell'energia quelle condizioni che, scaturite dalla perfetta conoscenza delle vere necessità tecniche ed economiche nostre oltrechè del Paese, saranno fonte di nuovo progresso.

« È stato obiettato contro tale nostra presenza, che noi siamo degli interessati. Ci riserviamo di dimostrare ampiamente l'errore fondamentale di questa concezione. I soli che abbiano interessi contrastanti con quelli dello Stato e che quindi non possano come categoria essere rappresentati nel Consiglio Superiore dei LL. PP. sono gli appaltatori di opere eseguite per conto dello Stato o delle Amministrazioni statali. Ma il concessionario di impianti icroelettrici spende e rischia denaro suo.

« Lo Stato non è un suo contraente. Non c'è nè può esserci fra lo Stato e la nostra industria alcun conflitto di interessi. Invece a noi sembra chiaro che quando il Consiglio Superiore dei LL. PP. discute di industria elettrica, delle sue necessità, delle sue caratteristiche, dovrebbe esso per il primo desiderare la presenza di una rappresentanza autorizzata di tale industria, (come è la UNFIEL) perchè la nostra assenza trasforma il dialogo in un soliloquio, mentre soltanto la nostra presenza potrebbe conferire all'alto consesso anche quel carattere di Consiglio Superiore dell'Industria Elettrica che a noi sembra dovrebbe essergli preliminarmente dato se dovesse assumere e svolgere le funzioni di supremo moderatore della nostra attività industriale.

« Non si chiede nulla di eterodosso riprospettando questa necessità; non si fa che chiedere anche per noi ciò che per tutte le altre industrie è sempre stato riconosciuto utile nel Consiglio Superiore dell'Industria fino a poco tempo fa, nel Consiglio Nazionale delle Corporazioni attualmente ».

Energia idraulica e termica

(*Discussione svolta al Congresso di Bolzano della Società italiana per il progresso delle Scienze*)

La relazione del Prof. Sen. Orso Mario Corbino

L'adozione della corrente alternata e la trasmissione delle forze a distanza fu resa possibile, com'è noto, sopratutto dalle indagini di Galileo Ferraris, non soltanto per la scoperta del campo rotante, ma anche per la nozione di sfasamento tra forze elettromotrici e corrente.

L'energia elettrica, creata nei centri naturali di possibile produzione con lo sfruttamento delle cadute idrauliche, venne trasportata nei posti di consumo e si trovò in diretto contatto con l'antico organo di produzione della forza: la motrice a vapore.

Il primo contatto fu duro e difficile.

La forza elettrica doveva combattere tradizionalismi, consuetudini, interessi costituiti; pesava anche, a suo danno, il fattore economico; poichè i primi impianti, male organizzati, con sistemi di trasporto primitivi, con scarsa garanzia di continuità di servizio, si presentavano in condizioni sfavorevoli rispetto ai vecchi metodi di fabbricazione della forza in ciascun opificio con le antiche motrici a vapore.

Fu perciò compito grave, e magnificamente assolto dagli elettrotecnici dell'epoca, quello di realizzare in breve tempo, la sostituzione quasi integrale, nei punti dove l'energia idroelettrica poteva giungere, della vecchia sorgente di energia con la nuova.

Naturalmente fu necessario ridurre i prezzi di vendita dell'energia idroelettrica in modo da rendere più attraente la sostituzione. Questa osservazione serve a dimostrare che i prezzi di vendita dell'energia elettrica, prima della guerra, non erano nè prezzi di monopolio e ancor meno di abuso; erano prezzi di aspra concorrenza contro sistemi preesistenti; aspra concorrenza che si esplicava talvolta con vendite sotto costo, in quanto gli impianti ormai erano eseguiti e si era costretti a contentarsi anche di un minimo interesse sui capitali investiti.

L'industria idroelettrica italiana ha pertanto la grande benemerenza di aver potuto fornire alla Nazione nell'ante guerra e nell'epoca seguente energia a prezzi notevolmente più bassi che in tutto il resto del mondo. Se si considera che, alla stessa epoca, l'Italia aveva il privilegio del basso prezzo della mano d'opera, si giustifica la rapida ascesa delle industrie italiane in quel periodo, ascesa che costituì la base principale della fortuna economica seguente nel nostro Paese e rese possibile la vittoria nella grande guerra.

La centrale termica fu così ricondotta a funzioni più modeste; nei casi in cui occorreva illuminare le città, per premunirsi contro le interruzioni di corrente e assicurare i servizi pubblici di grande importanza, era necessario avere sul posto una sorgente di energia capace di sostituire quella idroelettrica anche per poco tempo; e così in tutte le grandi città dove l'energia idroelettrica giungeva da distanze maggiori o minori, esisteva una centrale termica, molto spesso inoperosa, ed avente per compito, esclusivamente, di costituire la riserva dell'impianto lontano.

Intanto gli ingegneri idroelettrici italiani, favoriti da una legislazione che tutti i paesi civili hanno preso adesso a modello — mi riferisco alla legge Bonomi del 1916 — iniziarono studi approfonditi su tutte le possibili sorgenti di energia idroelettrica, favoriti dalle disponibilità di grandi capitali che la guerra e la susseguente inflazione monetaria avevano messo in movimento.

I problemi di tecnica idraulica ed elettrica relativi alla costruzione di dighe, di gallerie, di centrali, di linee, di cabine, problemi che sono fra i più alti dell'ingegneria, furono risolti in modo mirabile dall'ingegneria italiana.

Ma i problemi di carattere idrografico erano ancora più gravi. È facile, quando si ha una caduta d'acqua come quella del Niagara dove l'acqua cade a milioni di metri cubi, impostare una centrale e corredarla di nuove turbine a misura che aumenta il consumo.

Ma il problema nostro era più grave: i fiumi sono quelli che sono, con portata variabile di giorno in giorno, di mese in mese, di stagione in stagione, e con una portata media annua che può oscillare di oltre il 50% del valore medio.

Anche il bisogno dell'energia collocabile era molto variabile, poichè le richieste dell'utente mutano con le stagioni, coi giorni, con le ore.

Adattare un impianto in modo da corrispondere a questa mutevolezza di bisogni dell'utenza, e raggiungere la maggior efficienza con la più razionale utilizzazione dei corsi d'acqua e producendo l'energia a basso costo era pertanto un problema assai arduo.

Io ho avuto occasione, come Presidente del Consiglio Superiore delle Acque, di esaminare i progetti preparati a quell'epoca per quasi tutti i corsi d'acqua italiani e posso fare testimonianza della genialità e dell'abilità grandissima esplicata in quel compito dai nostri ingegneri.

Insieme allo studio delle caratteristiche da dare agli impianti idroelettrici, si miglioravano i meccanismi, sebbene di poco. Nelle turbine idrauliche il rendimento che era all'inizio del 75%, raggiunge oggi circa il 90%. Ulteriori progressi non possono dar luogo a spostamenti sensibili dal punto di vista economico. Quanto al macchinario elettrico, era già di molto perfezionato, dal punto di vista costruttivo, e non si possono sperare miglioramenti notevoli, dato che il totale complesso idroelettrico ha già un rendimento globale di circa il 75%.

In quanto alla razionale utilizzazione dell'energia idroelettrica, alle Aziende capaci di utilizzare un solo impianto per un gruppo limitato di utenti si è sostituito, per necessità economiche e industriali, il grande gruppo che utilizza molteplici impianti e serve molte categorie di utenti. Il riunire molti utenti, poichè i momenti di maggior bisogno in generale non coincidono, attenua lo scarto fra le maggiori e le minori richieste. La presenza di molti impianti alimentatori della medesima rete permette l'utilizzazione più efficiente di impianti con caratteristiche diverse. Infine la migliorata conoscenza delle particolarità idrografiche dei vari bacini, acquistata attraverso l'ultradecennale funzionamento degli impianti esistenti, ha permesso

di ricostruirli con nuovi criteri così da ottenere una integrale utilizzazione dell'energia idrica disponibile. In alcuni casi tale utilizzazione può dirsi perfetta. Così sarebbe difficile trovare in tutto il mondo un esempio di utilizzazione integrale superiore a quello offerto dagli impianti del bacino del Toce, inizialmente costruiti dal Senatore Ettore Conti, ed oggi ulteriormente perfezionati per opera della Società Edison.

Progressi in questa direzione, per i vari bacini italiani, sono ancora possibili; ma essi non sempre faciliteranno la costruzione di nuovi impianti. E invero in passato le caratteristiche idrografiche dei vari nostri bacini erano ignorate o assai scarsamente conosciute. I progettisti erano obbligati perciò ad eseguire misure affrettate sulle portate dei corsi d'acqua o sulla pioggia che cade nei vari bacini, e disgraziatamente molto spesso si trovava a impianto finito che le acque disponibili erano in assai minore misura di quella che era stata presa a base nel progetto iniziale. Il risultato era che nella fase di ignoranza idrologica si progettavano e si costruivano anche impianti di nessuna convenienza economica. Ma dopo la costituzione del Consiglio Superiore delle acque, per merito del Prof. Fantoli, fu organizzato in Italia il servizio idrografico che funziona magnificamente: dopo quindici anni di osservazioni accurate il servizio idrografico è capace di fornire per i bacini italiani gli elementi indispensabili per guidare l'opera dei progettisti.

Questo diminuisce la possibilità di troppo rosee prospettive e rende più cauto il progettista e il finanziatore al quale il primo si rivolge. Da questo lato il progresso funziona quindi come una rèmora alla costruzione di nuovi impianti.

Ciò nonostante noi abbiamo ragione di ritenere che siano utilizzabili in Italia dei bacini capaci di produrre 30 miliardi di kilowattora, compresa la parte già utilizzata. Adesso, con gli impianti eseguiti, siamo a circa un terzo della disponibilità totale. È appena necessario sottolineare l'importanza nazionale di proseguire l'opera così magnificamente avviata per ottenere l'utilizzazione integrale delle nostre riserve idrauliche.

Ma mentre questo piano imponente si va svolgendo, la centrale termica non ha dormito. Nel 1921 si era dovuto lamentare una fase di eccezionale siccità, con grande diminuzione nella quantità d'acqua disponibile. Fu perfino necessario provvedere al razionamento dell'energia elettrica per tutti gli stabilimenti industriali. Sorse così il problema di esaminare come provvedere all'eventuale mancanza di energia elettrica — anche se questo poteva succedere ad intervalli di anni — ciò che avrebbe potuto paralizzare ogni attività produttiva del Paese.

Si pensò allora alle centrali termiche che erano rimaste come semplici centrali di riserva nei grandi centri. La centrale termica mutò di fisionomia e di compito, cioè si pensò ad essa per potere negli anni eccezionali di magra, integrare la quantità di energia occorrente ai bisogni del Paese.

I grandi gruppi tecnico-finanziari a cui sono affidate le industrie elettriche italiane, provvidero in conseguenza, ed oggi ognuno di essi possiede una grande centrale termica attrezzata come le migliori del mondo: il gruppo Edison ne costruì una a Genova, il gruppo Sip una a Turbigo, l'Adamello a Piacenza, il gruppo dell'Adriatica a Marghera, il gruppo dell'Italia centrale a Livorno, il gruppo dell'Italia meridionale a Napoli.

Intanto in America, dove la lontananza dai grandi centri dell'Est di fiumi capaci di dare notevole energia a buon prezzo aveva fatto sì che la maggior parte dell'energia fosse prodotta per via termica, si era dato grande impulso al perfezionamento della motrice a vapore.

E così nel preparare le nuove Centrali noi ci siamo trovati di fronte a un risultato notevolissimo. La quantità di energia ricavabile da un chilogramma di carbone si è raddoppiata per i perfezionamenti tecnici introdotti nelle macchine a vapore. Si può ritenere che prima della guerra le centrali elettriche potevano produrre 1 kWh di energia per non meno di 1 kg di carbone; oggi invece lo si può ottenere con ½ kg e, in alcune prove di carattere sperimentale, si è potuto andare anche oltre nella riduzione del consumo.

Spostamenti di questa entità hanno immediatamente determinato una modificazione profonda nel confronto economico tra i due sistemi di produzione dell'energia.

Dal punto di vista economico bisogna distinguere fra spese di impianto e spese di esercizio. L'impianto della centrale termica costa relativamente poco; si può dire che di fronte a 1000 lire occorrenti per un impianto con centrale termica corrispondono oltre 3500 lire per un impianto con centrale idraulica, la quale perciò immobilizza un capitale maggiore. In compenso, se si guardano le spese di esercizio, per la centrale idraulica, esse comprendono in gran parte il servizio del capitale (interessi e ammortamenti) e in quota minore le spese di puro esercizio. Nel caso termico, alle spese necessarie per il servizio capitale si aggiungono le spese permanenti per l'acquisto del carbone.

Dunque, come caratteristica economica, abbiamo predominanza nel campo idroelettrico del servizio capitale, che è indipendente dal fatto che la centrale venga o no utilizzata; nel caso della centrale termica predominanza delle spese vive di esercizio che si modificano col fatto che la centrale venga più o meno utilizzata. I conti sono stati fatti in base ai normali tipi di impianti idroelettrici quali possono essere costruiti oggi e ai migliori tipi di centrale a vapore; le conseguenze sono poco liete per l'industria idroelettrica, in quanto che di fronte ad un prezzo medio dell'ordine di 14÷15 cent. per kWh prodotto idraulicamente stanno circa 17 cent. per kWh prodotto termicamente. Ora questa differenza è assai piccola e può essere colmata dal costo di trasporto dell'energia dai centri di produzione idroelettrica, generalmente lontani, a quelli di consumo. Pertanto può diventare discutibile in certi casi la convenienza dell'esecuzione di un grande impianto idroelettrico, sopratutto a serbatoio, se è troppo lontano dai centri di consumo, quando vicino a questi sia possibile la costruzione di una centrale termica con criteri moderni.

Ho richiamata l'attenzione su questa nuova situazione perchè è qui che si cela il pericolo più grave futuro per l'industria idroelettrica nei riguardi dell'industria termoelettrica.

Ho detto invero che nei riguardi degli impianti idroelettrici non si possono attendere minori costi in avvenire; invece per la centrale termica si è guadagnato circa metà del costo di produzione e in una diecina di anni soltanto.

Si potrà guadagnare ulteriormente?

Si osservi che, anche dopo i nuovi progressi della macchina a vapore, del carbone bruciato si utilizza come calore che diviene lavoro utile, solo il 30% e anche meno.

Ora l'utilizzazione del calore trova un ostacolo insormontabile in un grande principio di fisica scoperto da Carnot. Egli stabilì che anche con una macchina teoricamente perfetta non si può ottenere da una determinata quantità di calore più di una certa quantità di lavoro che è connessa alla temperatura della caldaia. Solo elevate temperature della caldaia permettono un miglioramento nel rendimento. E i progressi, di cui ho fatto cenno, nella recente costruzione delle macchine termiche, si devono al fatto che, avendo la metallurgia prestato ai costruttori meccanici dei nuovi materiali metallici capaci di resistere a più alte pressioni e a più elevate temperature, si è potuto guadagnare molto nei riguardi del rendimento teoricamente stabilito dal principio di Carnot.

Nelle condizioni attuali di temperatura e di pressione che sono circa di 400°÷500° e 25÷30 atmosfere, il principio di Carnot dà un rendimento teorico del 54%; noi abbiamo raggiunto il 30%. La differenza, del 24%, è dovuta ad imperfezioni pratiche delle macchine. Si potrà andare oltre se la metallurgia farà ulteriori progressi che consentano di ricorrere a più alte temperature e pressioni. Così sono già in esperi-

mento turbine a 100÷200 atmosfere, ma solo in ricerche di laboratorio. Ma poichè già oggi la spesa del carbone comincia a pesare non molto sul costo del kWh prodotto termicamente, ulteriori riduzioni dovute ad un miglioramento tecnico nel funzionamento della turbina non potranno avere grandissima influenza.

Si pone in ogni caso per tutte le industrie del mondo, in modo particolare per noi italiani, il problema come comportarci di fronte a questa lotta che mette già adesso quasi in parità la produzione termoelettrica con quella idroelettrica.

Naturalmente l'industria privata deve badare in prima linea al suo tornaconto economico. Quando si dice altrimenti, o si mentisce o si fa male il proprio dovere.

Quale interesse di più vasta portata deve invogliarci a favorire la produzione di nuovi impianti idroelettrici?

Si suol dire che con le macchine termiche occorre acquistare carbone, ciò che significa esodo di oro verso l'estero. È questo un argomento di cui si è spesso abusato. Senza andare a ragionamenti troppo sottili di economia pura, bisogna tener presente la differenza notevole fra la spesa d'impianto nel caso idroelettrico e nel caso termo-elettrico: differenza dell'ordine di 2500 lire per ogni kW installato. Ma il capitale occorrente noi per ora non l'abbiamo; siamo cioè nella necessità di importare capitali, e bisogna fare i conti non solo sul semplice fatto che si paga oro all'estero per comprare carbone, ma tenere anche presente l'oro che va all'estero per pagare gli interessi sui capitali importati.

Sulla base di L. 2500 di differenza, quando gli interessi pagati all'estero siano dell'ordine di grandezza dell'8% e il costo del carbone considerato al punto di partenza sia dell'ordine di grandezza di 100 lire, c'è quasi parità: altrettanto oro va all'estero per pagare l'interesse sul maggior capitale d'impianto quanto ne andrebbe per pagare il carbone. La situazione si è peggiorata nei riguardi degli impianti idroelettrici per doppia ragione; perchè mentre il consumo del carbone si è ridotto a metà, l'interesse sul maggior capitale richiesto dagli impianti idroelettrici è nelle attuali condizioni del mercato circa il doppio dell'ante guerra.

Restano invece a favore degli impianti idroelettrici importanti ragioni di carattere nazionale. Come ho già detto con le costruzioni idroelettriche si impegna un maggiore capitale. Ma di tutto il capitale investito circa il 40 per cento viene speso per mano d'opera; in periodi di disoccupazione ciò è di grande importanza, permettendo di impiegare molti operai, anche non qualificati, in lavori di indubbia utilità.

Ragioni evidenti di sicurezza ci spingono inoltre ad assicurarci quanto più è possibile l'autonomia che viene ad un Paese dal fatto di poter disporre, in casa propria, della sorgente di energia necessaria.

Pertanto, anche nei casi in cui il semplice criterio del tornaconto privato, consiglierebbe la preferenza per il metodo termoelettrico di produzione dell'energia, l'interesse nazionale suggerisce e anzi impone che si dia il maggiore sviluppo alla più ampia utilizzazione delle nostre risorse naturali.

Nei casi frequenti di questo genere l'industria privata suole chiedere alla Nazione un aiuto che può essere dato o sotto forma di protezione doganale contro l'importazione straniera (in questo caso un dazio d'importazione sul carbone) o un premio sul prodotto nazionale, per esempio un sussidio in ragione dei kW idraulici installati o dei kWh prodotti. Il secondo sistema fu adottato, nella misura tenue di circa il dieci per cento delle spese di derivazione, poco dopo la guerra; tale contributo fu però limitato nel tempo; in modo da non agire più, al presente, come incitamento alla costruzione di nuovi impianti idroelettrici.

Per mio conto non esito a dichiarare di essere contrario a queste forme di incoraggiamento che se vengono troppo generalizzate finiscono col diventare nocive all'economia nazionale. Se al privato imprenditore riesce non conveniente la costruzione di navi, o l'esecuzione di una bonifica agraria, o lo sfruttamento di una miniera, o la costruzione di un impianto idroelettrico, o quello di una centrale termoelettrica a lignite e così via, si fa presto a sollecitare per questi e per tutti i casi possibili l'aiuto della finanza statale. Poichè lo Stato non ha un pozzo da cui prelevare a volontà i danari occorrenti, esso finisce col prenderli dagli stessi privati cui li restituisce sotto forma di contributi, che perciò finiscono col diventare più apparenti che reali.

Penso perciò che non sia nè utile nè desiderabile prorogare le disposizioni sui sussidi che vanno a scadere e ancora meno renderli più larghi ed efficaci come sarebbe richiesto dalla peggiorata situazione delle utilizzazioni idroelettriche.

A mio parere si deve lasciar cadere il sistema dei sussidi. E per assicurare che l'esecuzione di nuovi impianti continui col ritmo necessario, basterebbe promuovere nella opinione pubblica uno spirito di minore avversione verso coloro che rischiano il proprio denaro per costruirli. C'è invero un elemento psicologico che giova molto nello spingere i privati verso le utilizzazioni idriche. Quando ho proceduto al confronto dei costi fra i due sistemi mi riferivo ai prezzi medi degli impianti idroelettrici; ma ogni progettista che ne elabora qualcuno crede sempre che il suo costerà meno della media; il finanziere si lascia persuadere facilmente, e quando a cose finite la spesa è stata molto maggiore il danno è tutto suo ma l'impianto è già eseguito.

Ciò che in ogni caso preme di porre in evidenza si è che nella mutata situazione in cui si vengono a trovare rispetto alle centrali a carbone le centrali idrauliche, noi verremo a perdere rispetto agli altri Paesi la superiorità che ci veniva dal minor costo dell'energia idroelettrica; invero se questa può appena competere con quella termica fabbricata in Italia dove il costo del carbone è gravato dalle spese di trasporto, è chiaro che si troveranno in situazione di privilegio rispetto alle nostre quelle industrie straniere le quali potranno usufruire per la produzione della forza di miniere di carbone vicine.

Possiamo allora domandarci: Questa situazione di inferiorità è da considerare come definitiva, o può l'avvenire riserbarci delle condizioni più favorevoli? Potremo noi avvantaggiarci dagli auspicati progressi della Scienza che porrebbero a disposizione dell'Uomo nuove sorgenti di energia?

Io ho già accennato l'anno scorso nella riunione di Firenze a quali enormi quantità di energia potrebbe dare origine la decomposizione artificiale dei nuclei degli atomi. Ma trattavo allora di problemi di fisica teorica, e perciò quelle prospettive avevano piuttosto un sapore futuristico.

Ma anche restando nel campo delle possibilità più prossime non è da escludere che si riesca ad utilizzare direttamente altre sorgenti di energia, e in prima linea quella solare.

È sorprendente la immensità della energia che versa continuamente il Sole sulla Terra. Sopra appena un metro quadrato, in montagna, cade tanta energia per minuto secondo da equivalere alla potenza di circa un kilowatt. E perciò su un cerchio avente meno di un chilometro di raggio viene tanta energia da superare quella che si può produrre con tutti gli impianti idroelettrici italiani messi insieme. Se anche il rendimento della trasformazione fosse non molto elevato, si riconosce subito quali grandi conseguenze economiche potrebbe avere la risoluzione del problema di trasformare direttamente quella energia in energia elettrica. Le conseguenze sarebbero particolarmente favorevoli alla nostra Nazione, poichè noi potremmo assistere a una nuova emigrazione di ricchezza e di potenza verso i Paesi come il nostro, tanto ricchi di sole e di minerali a base di metalli leggeri.

Lasciate che io concluda augurando che, come in altri campi della Elettrologia, anche in questo il miracolo sia compito per opera di un genio italiano.

La discussione

S. E. De' Stefani:

Con molto interesse è stato seguito da noi tutti il discorso del nostro eminente collega che ha avuto un contenuto pratico e contingente ma una conclusione ideale e futuristica: l'utilizzazione dell'energia del sole.

Io non posso seguirlo, per mancanza di dati, su questo terreno della anticipazione scientifica. Ma non vorrei che il discorso di un così eminente uomo avesse lasciato nei suoi uditori un senso di scoraggiamento e di pessimismo derivante dai limiti, che l'oratore ha precisato, delle nostre future utilizzazioni idroelettriche. Poichè il pessimismo non è certo nella natura e negli scopi del Senatore Corbino, desidero mettere in evidenza alcuni aspetti del problema che possono togliere quella impressione.

Mi soffermo soltanto su due punti fondamentali, pregiudiziali del discorso dell'oratore, e cioè:

1º) la prospettata mancanza di convenienza degli impianti idroelettrici in confronto degli impianti termici;

2º) la insufficienza del risparmio nazionale a provvedere i capitali necessari al proseguimento della nostra attrezzatura idroelettrica.

Il primo punto non ci deve molto impressionare. Non bisogna pensare che tutta l'attività economica italiana e tutti i suoi rapporti economici con l'estero sieno chiusi nel ciclo delle industrie idroelettriche. Il rallentarsi dello sviluppo dell'attività idroelettrica dipendente dall'esaurirsi della disponibilità di energia idrica di conveniente sfruttamento può essere compensato dalla utilizzazione delle acque per scopo agricolo e la maggiore importazione del carbone, oltre quella che si sarebbe avuta se non fossero stati operanti i limiti economici dell'industria idroelettrica, può essere compensata dalle minori importazioni di derrate agricole. Presso che tutta l'Italia agricola ha bisogno di acqua per duplicare, triplicare, quadruplicare la propria produzione. Le maggiori importazioni dall'estero appartengono alla categoria delle derrate alimentari. Si tratta di oltre quattro miliardi di lire contro un miliardo e mezzo di carbone. Sulla bilancia del ragionamento del Senatore Corbino bisogna porre da un lato il carbone, dall'altra le derrate alimentari. Egli non vi ha mostrato che un piatto solo della bilancia facendovi vedere un peso assoluto e non il peso relativo. Anche nell'industria idroelettrica vale il principio che una scelta esclude le altre, ma un giudizio economico su di una scelta non può prescindere dalle altre scelte possibili. Il problema delle scelte in materia idraulica si identifica con quello dello studio dei piani regolatori dei nostri bacini imbriferi. Nel quale problema si è fatto un certo cammino passando, nelle accordate concessioni, dal criterio della priorità al criterio del grado di utilità tra i progetti presentati. Un passo ulteriore ci porta a considerare le disponibilità idrauliche dei bacini imbriferi nel loro complesso e in relazione alle loro varie possibili utilizzazioni.

Nella seconda parte del suo discorso il Senatore Corbino ha affermato la insufficienza dei capitali nazionali per il finanziamento di ulteriori impianti per cui occorreranno, secondo le dichiarazioni dell'On. Motta, un miliardo–un miliardo e mezzo. Io ritengo che il risparmio nazionale interno è sufficiente a tali finanziamenti. Potrebbe farsi questione di prestiti per quanto riguarda le macchine e le materie prime (rame, ecc.) che dobbiamo comperare all'estero. Per tutto il resto il prestito estero si risolve non in un aumento di potenzialità capitalistica della nazione, ma in uno spostamento del capitale dalle altre attività economiche all'attività economica idroelettrica. Il prestito estero da tale aspetto, che è anche l'aspetto quantitativamente prevalente, si risolve in una pura apparenza di potenziamento nazionale accompagnata da effetti sicuramente disturbatori.

Anche su questo punto il Senatore Corbino ci ha presentato un solo piatto della bilancia il piatto su cui pesa il carbone importato e non l'altro che gli si deve contrapporre dell'interesse dei prestiti e delle quote di ammortamento e dei disturbi che i prestiti esteri provocano alla nazione che li contrae. Se si volesse porre il problema nei suoi veri termini, si dovrebbe concludere che il risparmio nazionale è sufficiente purchè non venga dissipato in intraprese male concepite e male dirette o destinato a scopi che non hanno nulla a vedere, o poco hanno a che vedere, col progresso economico della nazione. Ho anticipato oggi dei punti di vista, che documenterò domani, sulla grande e tragica illusione dei prestiti esteri, cui sono dovuti per gran parte il mancato assestamento economico post-bellico e l'anarchia economica del mondo.

La replica del Senatore Corbino:

Devo anzitutto ringraziare l'On. De Stefani per aver dato un inatteso lustro al mio discorso intervenendo con la sua alta autorità a discutere i punti di vista da me esposti.

Sono d'accordo nel riconoscere che la legge Bonomi non può rappresentare l'ultima parola in materia di legislazione sulle derivazioni idrauliche. Ma se si dovesse trattare solo di render possibile un intervento diretto dello Stato nei casi in cui sia non abbastanza attiva l'iniziativa privata, occorre dire che già il decreto legge del 1919 prevede tale possibilità nel senso più ampio e secondo i desideri dell'On. De Stefani. E infatti nei provvedimenti intesi ad agevolare la costruzione di serbatoi e laghi artificiali si stabilisce che il Ministero dei Lavori Pubblici studierà la sistemazione dei bacini imbriferi mediante serbatoi e laghi dove si renda necessario che lo Stato ne promuova direttamente la costruzione. Seguirà una pubblica gara per la presentazione di progetti dettagliati con la concessione di sussidi maggiori dei normali da accordarsi alla Ditta prescelta. E in mancanza di offerte l'Amministrazione può provvedere direttamente alla costruzione dell'impianto e concedere il solo esercizio.

Queste clausole, non hanno però avuto pratica applicazione: anzitutto perchè non è mai mancato il maggior fervore dell'iniziativa privata; ma specialmente perchè l'Amministrazione Statale si è convinta che la preparazione di questi piani regolatori dei bacini avrebbe inevitabilmente condotto a gravi errori tecnici ed economici. Invero dove la utilizzazione idraulica è stata eseguita nei modi più razionali, come nel Toce, non si è seguito un piano regolatore tracciato sulla carta, ma si è cominciato a costruire, e traendo profitto dell'esperienza e dei successivi progressi della tecnica si è via via modificato, procedendo, per dir così, col metodo delle approssimazioni successive alla utilizzazione ideale.

Non credo che convenga abbandonare questo sistema. E vengo al secondo punto, quello relativo alla necessità di ricorrere a capitali stranieri.

Servano o no per la costruzione di impianti elettrici sta il fatto che ingenti capitali sono stati importati in Italia dall'estero negli ultimi anni. Finchè questa importazione c'è vale il mio argomento che cioè non basta guardare all'oro che va all'estero per il carbone ma bisogna tener presente anche quello che va fuori per gli interessi sui capitali importati. Del resto è notorio che tale importazione è avvenuta in grande entità proprio per gli impianti elettrici, attraverso dei mutui ipotecari che gravano su quasi tutte le nostre istallazioni. Naturalmente se in avvenire il risparmio nazionale sarà sufficiente a provvedere per tutti i bisogni di espansione dell'attività economica del Paese, la mia osservazione non avrà più ragione di essere.

Ma in ogni caso insisto nel ritenere non conveniente il metodo dei sussidi. Occorre piuttosto circondare l'industria idroelettrica di maggiori simpatie, così da aumentare la fiducia del capitale, ciò che si traduce in una richiesta di interessi meno onerosi e quindi in minor costo dell'energia producibile su cui grava tanto il servizio dei capitali. In un'atmosfera di maggior fiducia ci sarà sempre, come ho detto, il capitalista che darà i mezzi per eseguire l'impianto, anche cullandosi, nella speranza che l'impianto da lui finanziato sarà meno oneroso degli altri.

Il valore delle concessioni idroelettriche e il sovraprofitto dei concessionari

Il Popolo d'Italia *dell'11 novembre pubblicava, sotto questo titolo, un articolo dell'on. Motta, Presidente dell'UNFIEL. Data la sua importanza riteniamo utile riprodurlo :*

Nel dibattito periodicamente risorgente, e non in Italia soltanto, sui prezzi dell'energia elettrica, ha fatto la sua comparsa una affermazione, anzi una teoria, che viene presentata come gravida di deduzioni logiche impeccabili, per la politica statale da adottare in materia.

Si dice in sostanza: le acque scorrenti alla superficie del suolo sono un *bene demaniale*; il prezzo del prodotto che si ottiene dal loro sfruttamento, nella fattispecie l'energia elettrica, non può sottrarsi al controllo dello Stato; perchè questo supremo tutore dell'interesse « di tutti » deve impedire l'indebito arricchimento del cittadino al quale lo Stato ha concesso lo sfruttamento di un bene « di tutti ».

In linea generale, anzi pregiudiziale, sarebbe forse lecito chiedere se questa così detta teoria non debba per avventura applicarsi anche all'industria della pesca, visto che per i pesci, molto più che per l'energia elettrica l'acqua è elemento indispensabile di vita e di produzione.

Analogie

Meglio ancora la domanda potrebbe farsi per i prodotti agricoli ottenuti con l'irrigazione (fermiamoci verbi grazia ai foraggi ed ai prodotti relativi) visto che anche qui l'acqua è elemento indispensabile alla costituzione dei prodotti. L'energia elettrica ottenuta dalle forze idrauliche, invece, non distrugge e non menoma nessuna delle qualità dell'acqua che attraversa le turbine, la quale può essere destinata ancora a tutti gli usi agricoli o famigliari come prima.

D'altra parte non si vorrà dimenticare che anche i prodotti del sottosuolo sono stati proclamati in molti paesi (compresa l'Italia) beni demaniali, *e assoggettati a un regime di concessione tutt'affatto analogo a quello delle acque*; cosicchè secondo la cosidetta teoria di cui ci occupiamo si dovrebbe proclamare la necessità del controllo statale sui prezzi del carbone, del ferro, del mercurio, e per dire tutto, sui prezzi di tutti i minerali e di tutti i metalli.

In Russia poi, se non ci sbagliamo, si sono dichiarati beni comuni (non facciamo disquisizioni giuridiche noi; non ci imbarazza quindi la sottile distinzione fra beni demaniali e beni comuni; ci limitiamo a ragionare col buon senso degli incolti in giure) anche i prodotti del suolo. E una volta incamminati su questa via il pensiero dei teorizzatori non si sa più dove potrebbe finire.

Torniamo dunque alle concessioni idroelettriche, ed esaminiamo se esse abbiano, prima del loro sfruttamento, ed indipendentemente o quasi dall'entità dei capitali richiesti a tale fine, un valore intrinseco così notevole e sicuro, dunque generale, da potervi fondare sopra la teoria, anzi dedurre attraverso l'arricchimento indebito dei concessionari la necessità, dell'intervento Statale nella determinazione dei prezzi. Per esaurire l'argomento si dovrebbe veramente spingere più oltre la ricerca; esaminare cioè se, come dicono i francesi, *le jeu vaut la chandelle*, vale a dire se effettivamente dalla predeterminazione dei prezzi ad opera di organi statali possa derivare un beneficio ai consumatori, tale per la sua entità da spiegare, se non giustificare, l'ardore con cui viene chiesto. Anzi in un certo senso questo esame è pregiudiziale, perchè se risultasse inesistente o trascurabile l'effetto pratico dell'intervento, si eviterebbero discussioni puramente accademiche.

Una pregiudiziale pratica

Ma questa seconda indagine è stata ripetutamente ed ampiamente svolta dalla UNFIEL e dai capi della industria elettrica italiana, segnatamente all'ultimo Congresso di quella associazione tenutosi in Roma nel giugno 1930. Per evitare inutili ripetizioni, osserveremo dunque soltanto, a questo proposito, che nessuno contesta la legittimità del desiderio dei consumatori di vedere ridotti i prezzi di ciò che acquistano, come è certo che tutti trovano modesto il prezzo di ciò che vendono, o del servizio che prestano. Non sarà tuttavia inutile rilevare che una ipotetica grande riduzione nei prezzi dell'energia elettrica avrebbe per la popolazione una importanza molte volte minore di una piccola riduzione sul prezzo o nel consumo di altri prodotti; e che perciò lo sforzo che si compie per tentare di imporre una diminuzione (che non potrebbe essere se non piccola) sul prezzo dell'energia elettrica, sarebbe molto ma molto più redditizio se avesse per oggetto la riduzione dell'onere di quei prodotti beni o servizii che hanno sui bilanci di tutti una incidenza per esempio dieci volte maggiore.

In questo senso crediamo di essere noi nel vero, e nell'errore siano invece coloro i quali si illudono di svalutare queste considerazioni dicendo che *tutte* le spese devono ridursi in tutti i bilanci; non c'è dissenso possibile su ciò, mentre è certo che una stessa riduzione percentuale produce effetti ben diversi a seconda del fattore della produzione su cui viene operata, onde il prescegliere e l'accanirsi sui fattori dei quali l'incidenza sia piccola, diventa una pura giostra accademica.

Prendiamo ad esempio il pane. Secondo autorevoli recenti pubblicazioni, sembrerebbe che una diminuzione di 20 lire al quintale nelle farine abbia prodotto una diminuzione di sole 5 o 10 lire nel prezzo del quintale di pane. Se le cose stessero realmente così, deve essere ben lecito a chiunque rilevare che cinque centesimi al chilogrammo di ulteriore riduzione rappresenterebbero, per settanta milioni di quintali di frumento annualmente consumati in Italia, una minore spesa di forse tre-

cento cinquanta milioni di lire, mentre per ottenere lo stesso beneficio per esempio sulla luce elettrica, bisognerebbe dimezzarne il prezzo, ossia quasi *annullare qualsiasi retribuzione al capitale azionario* delle imprese elettriche, cioè rovinarle.

Così ridotto il campo della nostra indagine, torniamo all'affermata esistenza di un valore intrinseco dell'acqua concessa.

È risaputo che gli impianti idroelettrici non sono tutti uguali; ergo non hanno tutti lo stesso costo unitario, intendendo con questa espressione lo sborso di danaro necessario alla loro costruzione, riferito all'unità di prodotto ottenibile in condizioni esattamente confrontabili.

Le nostre acque...

Le concessioni richiedenti impianti meno costosi, nel senso enunciato, hanno dunque innegabilmente un vantaggio economico rispetto a quelle che richiedono impianti più costosi. Ed una mente frettolosa potrebbe senz'altro ritenere per tal modo dimostrata l'esistenza del valore intrinseco delle concessioni. Ma la pratica ha sanzionato e riconosciuto questo stato di cose; e il valore commercialmente attribuito alle concessioni (per essere più esatti *alle domande di concessione che riescano vittoriose*) si misura in una cifra esigua; compresa fra un millesimo e meno d'un centesimo di lira, una volta tanto, per ogni kilowattora presumibilmente ottenibile in ciascun anno dalla concessione. Non è certo questo trascurabilissimo coefficiente che possa servire da trampolino per le deduzioni di cui ci occupiamo.

Giocoforza è dunque ammettere che i teorici del valore intrinseco pensino di dimostrarne l'esistenza per altri fatti. Tuttavia basterebbe già la modestia relativa ed assoluta dei compensi usualmente concordati nel commercio delle domande di concessione, per presumere che il loro valore intrinseco non sia superiore. Se l'esperienza avesse dimostrato facile e pressochè gratuito l'arricchimento del concessionario, nessuno vorrebbe cedere le domande per un piatto di lenticchie. Invece ci sono, oltre questa semplice osservazione di buon senso, ben gravi ragioni specifiche ad indurre gli interessati a queste ragionevoli condizioni di vendita di un diritto che viene dagli avversari dell'industria elettrica tanto sopravalutato.

Gli è per esempio che l'energia elettrica si può produrre anche senza costruire impianti idroelettrici; e ci sono infatti paesi immensi serviti esclusivamente o prevalentemente con energia prodotta per via termica.

Il valore intrinseco delle concessioni idroelettriche non può dunque essere affermato come un'assioma; nè a dimostrarne l'esistenza può bastare il fatto dei compensi che si accordano ai cedenti le concessioni stesse, nè il fatto che i costi unitari del prodotto ottenibile varii dall'uno all'altro impianto, *essendo invece necessario preliminarmente confrontare il costo della produzione idraulica col costo della produzione termica*, per parlare di eventuale valore intrinseco soltanto e sempre quando il costo dell'energia idroelettrica risulta in definitiva — *coeteris paribus* — inferiore al costo di quella producibile termicamente.

...e il carbone degli altri

Nell'indagare su questo problema non si può dunque prescindere della *concorrenza* della produzione termica, accentrata o frazionata, non importa.

Ed i fatti confermano questa conclusione in molti modi, fra i quali basterà citare i seguenti: primo, l'industria elettrica italiana ha cominciato a rinunciare ad alcune concessioni idroelettriche, perchè giudicate, ad un semplice riesame del preventiovo, economicamente sconsigliabili; secondo, quasi tutti i pictli impianti idroelettrici, con l'avvento della giornata di otto roe e con le altre leggi sociali, hanno dovuto essere chiusi, perchè le spese di gestione risultarono eccessive; terzo, nella clientela industriale delle imprese elettriche si manifestano da qualche tempo delle defezioni sintomatiche, da parte di consumatori che preferiscono produrre termicamente l'energia loro occorrente, anzichè acquistarla dal distributore locale.

In questo ordine di idee il recente Congresso della UNFIEL ha autorevolmente concluso che la produzione termica può anche in Italia tener testa alla produzione idraulica, quando la prima avvenga in condizioni favorevoli, e la seconda in condizioni sfavorevoli.

Si deve dunque ritenere, sul terreno dei fatti, che se il progresso termodinamico continuasse, e se conseguentemente il costo relativo diminuisse ulteriormente, potrebbe, anzi dovrebbe giungere il momento, deprecabile per l'Italia, in cui la produzione termica fosse economicamente da preferire alla idraulica.

A partire da quel momento il valore intrinseco delle concessioni idroelettriche (già oggi discutibile e comunque modesto), diventerebbe negativo; e lo Stato, se ritenesse vantaggioso per altri motivi continuare fino all'esaurimento l'utilizzazione delle forze idrauliche italiane, dovrebbe provvedervi con mezzi proprii, o con sovvenzioni commisurate in modo da ricostituire almeno l'equilibrio fra la produzione termica e l'idraulica.

Poichè fortunatamente questa deprecabile condizione di cose non è ancora giunta a maturazione, per quanto i sintomi premonitori siano numerosi e importanti, potrebbe sembrare che, almeno per ora, sussistendo la possibilità teorica dell'indebito arricchimento del concessionario si possa o si debba conseguentemente ricorrere all'intervento statale per impedirlo.

Per guadagnare bisogna lasciar guadagnare...

Ma bisogna non dimenticare che lo sviluppo e la prosperità dei sistemi e procedimenti industriali più economici, fra tutti quelli che danno lo stesso prodotto, non possono manifestarsi, e meno ancora possono durare, se il vantaggio da essi consentito non viene ripartito fra tutti i fattori che intervengono a concretarlo.

Se uno degli elementi della catena volesse sequestrare a suo beneficio esclusivo la totalità dell'economia, sugli altri anelli della serie cesserebbe di agire lo stimolo a servirsi del prodotto e la fonte dei guadagni si inaridirebbe.

Nel caso concreto e nel periodo attuale di lotta ancora sostenibile (e speriamo per molto tempo) fra carbone ed acqua, i fattori che concorrono a determinare il margine esistente a vantaggio dell'acqua sono: lo Stato concedente; l'industriale concessionario; il consumatore. Ebbene chi oserebbe sostenere sul terreno dei fatti, che il concessionario italiano si sia ritagliata la parte del leone nel riparto di questa differenza ognora più ristretta?

...allo Stato

Per ciò che riguarda lo Stato, non bisogna dimenticare gli oneri che accompagnano la concessione fra altro il trapasso gratuito degli impianti allo Stato alla fine della medesima e le tasse e le imposte che esso ricava dagli impianti stessi. Si tratta di somme più che cospicue, le quali da una parte rappresentano una quota non indifferente del margine disponibile fra i due sistemi e dall'altra non possono a meno di gravare sul prezzo dell'energia idroelettrica, rendendole meno facile la lotta contro la termoelettrica.

...agli utenti...

Per ciò che riguarda gli utenti, si rifletta che le imprese elettriche hanno dovuto subire la bufera monetaria quasi come i proprietari di case d'affitto; esse cioè, a motivo della consuetudine dei lunghi contratti, hanno continuato per parecchi anni

a fornire energia a prezzi inadeguati, e talvolta d'assai, al diminuito potere d'acquisto della moneta; e molte forniture, quelle per esempio alle Ferrovie Statali, sono sostenute ancora oggidì a prezzi di molto inferiori al costo. Non sarà allora difficile persuadersi che, fosse soltanto per questo motivo transitorio, gli utenti hanno avuto un beneficio considerevole, anzi enorme.

Se ci si sospettasse di esagerazione, ecco qui la dimostrazione del contrario, dimostrazione che limitiamo all'energia per illuminazione, non perchè non possa darsi per tutto il resto del consumo, ma soltanto perchè i prezzi della luce sono più notorii e facilmente controllabili.

Prima della svalutazione della lira, la luce si vendeva in Italia a un prezzo medio di 60 centesimi per Kilowattora, equivalenti ad almeno 2,40 delle lire odierne. Oggidì la media generale dei prezzi non è superiore a L. 1,30 o 1,40 per Kilowattora. Gli utenti godono dunque un ribasso di una lira circa per ogni Kilowattora. E siccome il consumo per luce tassata è di oltre 700 milioni di Kilowattora così il minore incasso dei venditori si può oggi misurare in almeno 700 milioni di lire ogni anno per la luce. Nel decennio trascorso dall'epoca della svalutazione della lira, il cumulo di questa differenza sale certamente a qualche miliardo di lire, ossia è diventato enorme.

...e ancora allo Stato...

È vero che la tassa e il dazio, prima dello sconvolgimento monetario non superavano 11 centesimi per Kilowattora pari a 44 odierni, mentre oggi il massimo è di 75 centesimi, cosicchè per gli utenti il risparmio si riduce ai due terzi della cifra indicata. Ma questa diversa distribuzione dell'incasso fra il produttore e gli enti pubblici dimostra che furono gli enti pubblici non il concessionario, a beneficiare del buon mercato del prodotto; essi soli, infatti, hanno aumentato la loro porzione approfittando del beneficio derivato agli utenti dalla diminuzione di prezzi praticata dagli elettrici, senza l'intervento di chicchessia, in occasione del cambiamento di moneta.

E che altro rappresenta questo incremento nei tributi pagati agli enti pubblici sulla luce elettrica (ed in virtù dei quali l'onere per i consumatori è salito a forse cinquecento milioni annui) se non una revisione unilaterale del riparto fra i tre interessati del supposto valore intrinseco delle concessioni idrauliche adibite alla illuminazione, in confronto di tutti i sistemi concorrenti di produrre luce artificiale?

...e anche alle imprese elettriche...

Nè ci si obbietti che le imprese elettriche hanno fatto così buoni affari, e distribuiscono dividendi così lauti, da risultarne se non la prova, la presunzione della prova che, nonostante i fatti enunciati, esse lucrano od hanno lucrato indebitamente sul valore intrinseco delle concessioni idroelettriche. La verità è ben diversa. Intanto non sono mancate purtroppo, neanche fra le imprese elettriche, le aziende che dovettero ridurre il loro capitale anche in misura cospicua. Poi, se è vero che la percentuale del dividendo distribuito è buona per molte di esse, si riscontrano percentuali identiche ed anche maggiori in altre categorie di industrie; ciò che denota una condizione economica generale, piuttosto che un privilegio delle aziende elettriche; inoltre non si dimentichino le molte società che non distribuirono dividendi per molti anni; infine e sopratutto si consideri che basterebbe una riduzione del dieci o dodici per cento sui prezzi dell'energia elettrica, per ridurre il dividendo nientemeno che alla metà; ossia praticamente per arrecare alla industria elettrica un danno irreparabile, neanche lontanamente compensato dal correlativo vantaggio dei consumatori, per via della scarsissima incidenza rappresentata dalla energia elettrica sulla quasi totalità dei bilanci industriali commerciali o famigliari.

Quest'ultima considerazione, più e meglio forse di tutte le altre, vale a dimostrare che l'affermato o temuto prepotere delle imprese elettriche nel sequestrare a proprio beneficio il valore intrinseco delle concessioni idroelettriche non ha fondamento maggiore dell'affermata esistenza di tale occulto superprofitto. Se basta infatti ridurre del 10 o 15 per cento i prezzi di tutta l'energia venduta per dimezzare i dividendi (i quali mediamente non superano l'8 per cento) dove è il sovraprofitto confiscato dal concessionario?

che hanno fatto qualche cosa

In conclusione, non è quando l'assillo della concorrenza termica obbliga i concessionarii idroelettrici a lottare sul terreno del loro profitto, com'è il caso oggidì, che si può seriamente sventolare davanti agli occhi dei consumatori e delle autorità la teoria di un indebito sovraprofitto, per farne il motivo politico all'intervento statale nella determinazione dei prezzi.

Senza altra forma di intervento che non sia stata la concorrenza di nuove iniziative private o pubbliche (le quali costituiscono il solo modo sano di raggiungere risultati buoni per tutti, sempre che naturalmente i gestori delle iniziative pubbliche si ricordino che i *contribuenti* non devono contribuire nè punto nè poco a pagare il servizio goduto dagli *utenti*), l'energia elettrica, dal principio del secolo ad oggi, è ribassata di prezzo in misura più che cospicua. Oggi in tutta Italia la luce elettrica si paga al venditore con lo stesso numero di lire nuove che era richiesto allora di lire vecchie, o poco più.

In altre parole, se si tiene conto del potere di acquisto, i prezzi attuali sono il quarto di allora. Sono molti i prodotti di cui si possa dire altrettanto? Davanti ad un risultato simile, ottenuto mercè il coraggio del capitale italiano che, avendo fede nell'avvenire della nazione, non ha esitato ad immobilizzare somme di oltre venti miliardi di lire, creando impianti ed organismi che primeggiano in Europa e nel mondo, anche la necessità dell'intervento basata sulla demaniabilità delle acque sembra perdere qualsiasi valore pratico.

GIACINTO MOTTA.

Classificazione delle grandi utilizzazioni idroelettriche italiane in base alla potenza media, al salto e alla portata

Le caratteristiche degli impianti idroelettrici italiani variano sensibilmente, come è noto, da regione a regione, ma più ancora variano, in una stessa regione, con l'altitudine e con i caratteri geomorfologici dei bacini dominati. In generale, nei bacini impermeabili prevalgono, per potenza, gli impianti ad alta quota con salto elevato e con piccole e medie portate mentre in quelli prevalentemente permeabili gli impianti più notevoli sono caratterizzati da salti piccoli e medi e da portate relativamente grandi.

Nei bacini impermeabili, inoltre, le utilizzazioni idroelettriche interessano generalmente tratti più estesi dei corsi d'acqua sfruttati, che non nel caso dei bacini permeabili e perciò presentano nel loro complesso una maggiore varietà di caratteristiche, in quanto, scendendo dalle quote più elevate sino alle più basse di uno stesso bacino, si passa gradualmente dagli impianti ad alta caduta e a piccola portata a quelli caratterizzati da piccoli salti e grandi portate (1).

Anche senza giungere però a distinzioni molto particolareggiate, in rapporto alla maggiore o minore permeabilità dei diversi bacini idrografici, è interessante verificare la distribuzione delle utilizzazioni idroelettriche esistenti, in relazione alle loro caratteristiche principali.

A tale scopo si è fatto riferimento, per ogni impianto, alla portata media derivabile, al salto medio disponibile e alla potenza media continua da esso ritraibile.

Per semplicità si sono espresse le potenze suddette in HP effettivi moltiplicando i valori delle potenze medie di concessione o di collaudo per un coefficiente (convenzionale) di rendimento $\eta = 0{,}75$; ciò equivale a porre semplicemente:

$$N \text{ (in HP)} = 10\, Q.\, H$$

ove Q rappresenta la portata derivabile in m³/sec
ed H » il salto disponibile in m.

I dati assunti per la classificazione in oggetto sono stati rilevati in buona parte dalle statistiche del Servizio Idrografico Italiano relative al 1928 ed integrati in base alle più recenti statistiche della UNFIEL.

Per la ripartizione geografica si è fatto riferimento alla classificazione regionale adottata dalla UNFIEL, assegnando:

1º) all'Italia settentrionale, tutti i bacini delle Alpi venete, lombarde, piemontesi e liguri, nonchè i bacini dell'Appennino settentrionale dalla Bormida al Savio inclusi;

2º) all'Italia centrale, i bacini del versante adriatico dal Marecchia sino all'Aterno-Pescara escluso, e i bacini del versante tirrenico dal Magra sino al Liri-Garigliano incluso;

3º) all'Italia meridionale, tutti i bacini posti a sud del Pescara nel versante adriatico, e a sud del Garigliano nel versante tirrenico, oltre ai bacini del versante ionico;

4º) all'Italia insulare, i bacini della Sicilia e della Sardegna.

La distribuzione delle utilizzazioni idroelettriche italiane in rapporto agli elementi caratteristici sopra specificati è messa sinteticamente in rilievo nella rappresentazione grafica allegata e nei prospetti I, II e III, (1) relativi agli impianti con potenza media effettiva superiore ai 750 HP (ovvero sia con potenza media teorica superiore ai 1000 HP).

Nel diagramma si sono riportati come ascisse i logaritmi delle portate medie derivabili e come ordinate i logaritmi dei salti medi disponibili; le linee di ugual potenza media sono pertanto delle rette inclinate parallele fra loro e passanti ciascuna per i punti di incrocio delle ascisse e delle ordinate corrispondenti alle possibili coppie di fattori del prodotto

$$Q \cdot H = \frac{N}{10}$$

Dall'esame di questa rappresentazione grafica si rileva anzitutto la netta prevalenza degli impianti alpini, i quali, in armonia con quanto si è detto più sopra, interessano tutto il campo delimitato dalle coordinate estreme; le caratteristiche degli impianti dell'Appennino settentrionale, i quali sono peraltro in numero limitatissimo, presentano escursioni assai meno ampie: da 40 a 350 m di salto, da 0,4 a 9 m³/sec di portata e da 750 a 12.000 HP di potenza media effettiva. Gli impianti dell'Italia centrale, pur interessando una zona relativamente estesa del piano di rappresentazione, ricadono, per la maggior parte, nella striscia caratteristica degli impianti a media portata con salti piccoli e medî. Le utilizzazioni dell'Italia meridionale, invece, sono quasi tutte caratterizzate da piccole e medie portate con salti superiori ai 65 m. Gli impianti delle isole non sono che sette: quattro della Sicilia e tre della Sardegna. I primi sono del tipo a piccola portata con salti medî e grandi (da 100 a 470 m circa); gli ultimi invece sono caratterizzati da portate più elevate (intorno ai 20 m³/sec) e da salti relativamente piccoli (da 16 a 90 m circa).

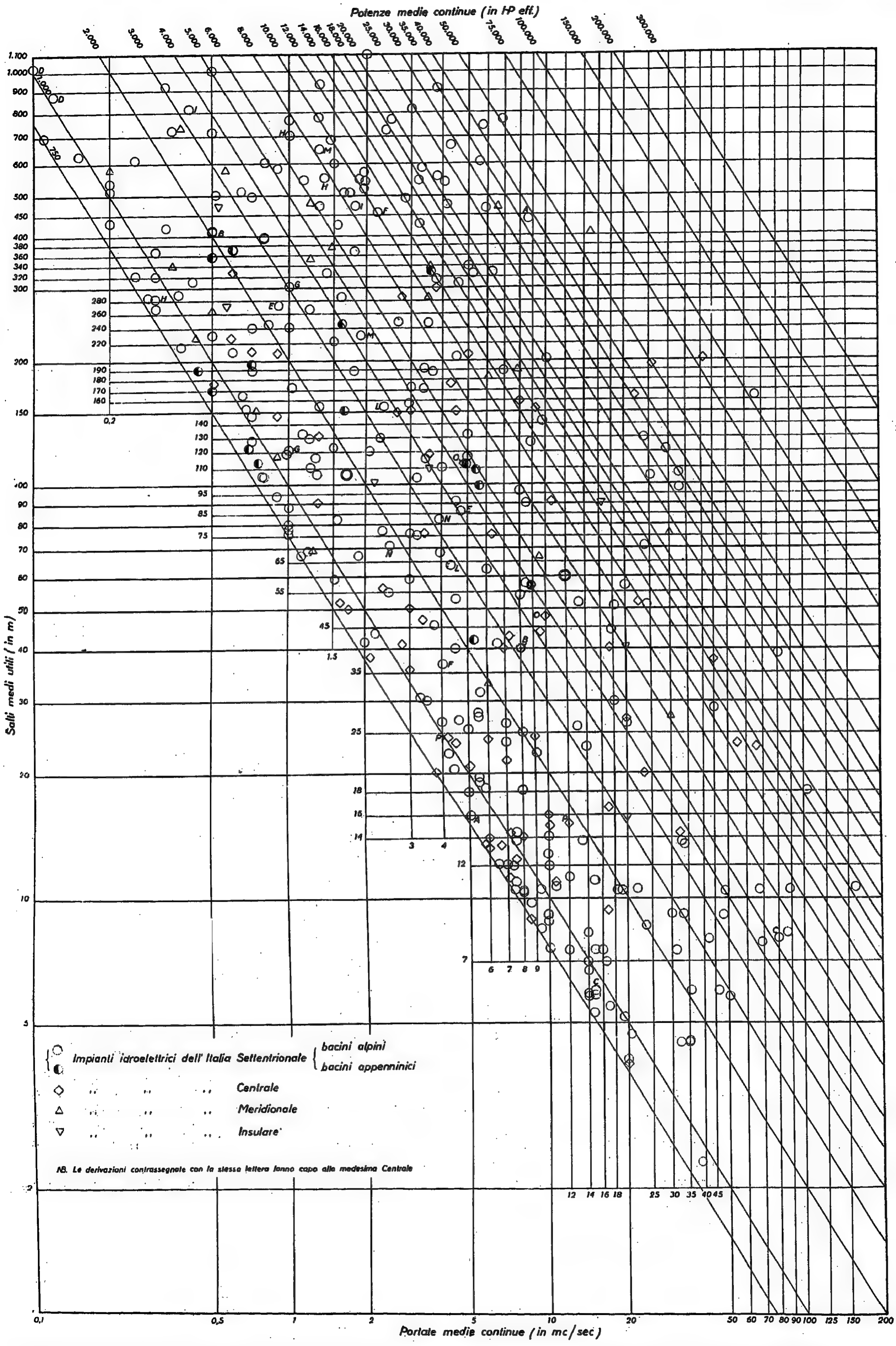
Elementi di giudizio anche più significativi circa la ripartizione in oggetto si possono trarre dall'esame dei prospetti dianzi citati.

---

(1) Allo scopo di meglio precisare il significato degli aggettivi *piccolo, medio* e *grande* qui adottati per i salti e le portate delle utilizzazioni idroelettriche, faremo riferimento alle seguenti classificazioni convenzionali:

Salti	*piccoli:*	sino a 50 m	Portate	*piccole:*	sino a 2 m³/sec
	medi:	da 50 a 300 m		*medie:*	da 2 a 20 m³/sec
	grandi:	oltre 300 m		*grandi:*	oltre 20 m³/sec

(1) Nel compilare questi prospetti, si sono considerati quali impianti distinti le singole derivazioni di acqua facenti capo ad una stessa centrale sotto salti diversi. Nella rappresentazione grafica allegata si sono distinte le derivazioni appartenenti al medesimo impianto contrassegnandole con la stessa lettera maiuscola.



Rappresentazione grafica della distribuzione degli impianti idroelettrici italiani in relazione alla portata media utilizzabile, al salto medio disponibile e alla potenza media ritraibile.

PROSPETTO I.

CLASSIFICAZIONE DEGLI IMPIANTI IDROELETTRICI IN BASE ALLE POTENZE MEDIE RITRAIBILI

Potenze effettive in HP	Italia settentrionale		Italia centrale		Italia meridionale		Italia insulare		Totali	
	N.° imp.	Potenza (HP)	N.° imp.	Potenza (HP)	N.° imp.	Potenza (HP)	N.° imp.	Potenza (HP)	N.° imp.	Potenza (HP)
750–1 000	56	47.980,47	13	10.750,18	2	1843,25	—	—	71	60.573,90
1 001–2 000	70	96.397,07	24	33.424,56	6	7851,15	1	1.544,13	101	139.216,91
2 001–3 000	29	69.431,11	4	10.353,21	1	2774,00	2	4.767,55	36	87.325,87
3 001–4 000	22	74.321,64	3	10.292,50	1	3225,60	2	7.084,85	28	94.924,59
4 001–5 000	13	58.195,93	7	31.747,45	1	4224,00	—	—	21	94.167,38
5 001–6 000	13	70.121,38	2	10.862,00	2	11.266,82	—	—	17	92.250,20
6 001–8 000	20	139.723,05	4	29.211,09	1	6.289,00	—	—	25	175.223,14
8 001–10 000	10	89.624,80	1	9.638,11	2	18.215,45	1	8.140,00	14	125.618,36
10 001–12 000	10	108.744,45	3	33.277,50	1	10.974,60	—	—	14	152.996,55
12 001–14 000	6	78.272,69	2	25.782,20	1	12.154,10	—	—	9	116.208,99
14 001–16 000	2	28.072,00	2	29.321,30	1	15.010,00	1	14.899,50	6	87.302,80
16 001–18 000	6	103.059,58	1	16.596,80	—	—	—	—	7	119.656.38
18 001–20 000	4	77.611,79	—	—	—	—	—	—	4	77.611,79
20 001–25 000	6	129.959,13	—	—	1	22.770,00	—	—	7	152.729,13
25 001–30 000	3	82.326,40	—	—	—	—	—	—	3	82.326,40
30 001–35 000	6	198.494,36	—	—	1	30.485,00	—	—	7	228.979,36
35 001–40 000	2	73.191,40	1	36.190,00	—	—	—	—	3	109.381,40
40 001–50 000	1	42.303,10	—	—	—	—	—	—	1	42.303,10
50 001–75 000	1	51.937,87	1	50.078,60	1	60.720,00	—	—	3	162.736,47
75 001–100 000	—	—	1	83.207,25	—	—	—	—	1	83.207,25
100 001–150 000	1	107.583,00	—	—	—	—	—	—	1	107.583,00
Totali	281	1.727.351,22	69	420.732,75	22	207.802,97	7	36.436,03	379	2.392.322,97

PROSPETTO II.

CLASSIFICAZIONE DEGLI IMPIANTI IDROELETTRICI IN BASE ALLE PORTATE MEDIE UTILIZZABILI

Portate in m³/sec	Italia settentrionale		Italia centrale		Italia meridionale		Italia insulare		Totali	
	N.° imp.	Potenza (HP)	N.° imp.	Potenza (HP)	N.° imp.	Potenza (HP)	N.° imp.	Potenza (HP)	N.° imp.	Potenza (HP)
0,1–0,5	29	44.489,95	—	—	5	7.423,35	—	—	34	51.913,30
0,51–1,0	32	65.370,43	6	8.847,73	3	5.415,75	2	4.109,13	43	83.743,04
1,01–2,0	43	231.743,45	4	4.570,96	4	16.355,82	—	—	51	252.670,23
2,01–3,0	17	120.498,73	8	22.236,88	—	—	1	2.202,55	26	144.938,16
3,01–4,0	21	183.231,71	5	20.295,45	2	22.089,55	1	3.944,85	29	229.561,56
4,01–5,0	20	150.431,54	6	32.209,09	2	12.964,50	—	—	28	195.605,13
5,01–7,5	27	242.874,59	13	20.674,44	1	30.485,00	—	—	41	294.034,03
7,51–10,0	25	133.377,13	9	44.635,10	2	21.299,00	—	—	36	199.311,23
10,01–15,0	20	43.255,09	4	14.113,80	1	60.720,00	—	—	25	118.088,89
15,01–20,0	12	48.594,48	5	17.666,15	—	—	3	26.179,50	20	92.440,13
20,01–25,0	6	65.957,90	3	52.570,00	—	—	—	—	9	118.527,90
25,01–30,0	3	65.808,40	1	50.078,60	2	31.050,00	—	—	6	146.937,00
30,01–40,0	11	89.810,50	1	4.683,50	—	—	—	—	12	94.494,00
40,01–50,0	5	28.480,20	2	99.804,05	—	—	—	—	7	128.284,25
50,01–75,0	4	122.726,48	2	28.347,00	—	—	—	—	6	151.073,48
75,01–100,0	4	54.434,38	—	—	—	—	—	—	4	54.434,38
100,01–150,0	1	19.306,26	—	—	—	—	—	—	1	19.306,26
150,01–200,0	1	16.960,00	—	—	—	—	—	—	1	16.960,00
Totali	281	1.727.351,22	69	420.732,75	22	207.802,97	7	36.436,03	379	2.392.322,97

PROSPETTO III.

CLASSIFICAZIONE DEGLI IMPIANTI IDROELETTRICI IN BASE AI SALTI MEDI DISPONIBILI

Salti medi in m	Italia settentrionale		Italia centrale		Italia meridionale		Italia insulare		Totali	
	N.º imp.	Potenza (HP)	N.º imp.	Potenza (HP)	N.º imp.	Potenza (HP)	N.º imp.	Potenza (HP)	N.º imp.	Potenza (HP)
1 –10,0	38	70.518,14	3	3.174,42	—	—	—	—	41	73.692,56
10,1–15,0	26	72.501,31	11	14.528,84	—	—	—	—	37	87.030,15
15,1–20,0	7	25.681,61	4	10.918,30	—		1	3.140,00	12	39.739,91
20,1–30,0	17	47.419,45	10	42.857,06	1	8.280,00	—	—	28	98.556,51
30,1–40,0	5	37.615,97	4	21.670,60	1	1.989,90	—	—	10	61.276,47
40,1–50,0	7	19.603,08	8	25.479,18	—	—	1	8.140,00	16	53.222,26
50,1–75,0	21	106.385,18	4	15.352,03	2	7.154,00	—	—	27	128.891,21
75,1–100,0	16	76.982,73	4	18.087,48	1	22.770,00	1	14.899,50	22	132.739,71
100,1–150,0	31	215.489,11	5	16.561,10	1	1.053,90	2	6.147,40	39	239.251,51
150,1–200,0	18	169.428,04	8	132.834,93	3	27.120,85	—	—	29	329.383,82
200,1–250,0	12	63.952,87	5	98.212,82	1	978,25	—	—	18	163.143,94
250,1–300,0	8	15.843,61	2	19.101,25	2	11.256,55	1	1.544,13	13	47.745,54
300,1–400,0	17	120.868,06	1	1.954,74	4	23.074,92	—	—	22	145.897,72
400,1–500,0	14	153.250,33	—	—	3	96.965,00	1	2.565,00	18	252.780,33
500,1–600,0	18	175.437,97	—	—	2	4.385,60	—	—	20	179.823,57
600,1–800,0	17	249.864,07	—	—	1	2.774,00	—	—	18	252.638,07
800,1–1100,0	9	106.509,69	—	—	—	—	—	—	9	106.509,69
Totali	281	1.727.351,22	69	420.732,75	22	207.802,97	7	36.436,03	379	2.392.322,97

Così, ad esempio, il prospetto I dimostra la netta prevalenza — come numero — degli impianti minori; infatti, le utilizzazioni con potenze medie da 750 a 5000 HP sono 257, pari cioè al 68 % circa del totale, mentre quelle con potenze fra i 5.000 e i 20.000 HP sono 96 (25% del totale) e quelle con potenze superiori sono soltanto 26, corrispondenti al 7% del numero totale degli impianti classificati.

Rispetto alle potenze, risulta invece prevalente l'importanza delle derivazioni maggiori (con potenze superiori ai 5.000 HP). I due ultimi gruppi di impianti sopra distinti (da 5.000 a 20.000 HP e da 20.000 HP in poi) hanno pesi pressochè equivalenti nella formazione della potenza media totale.

Circa la ripartizione regionale, i prospetti in esame confermano in modo quanto mai suggestivo la preponderanza degli impianti dell'Italia settentrionale i quali corrispondono, come numero, al 75% circa del totale e possono fornire da soli il 72% della potenza media complessivamente ritraibile dalle utilizzazioni di tutta Italia.

Per quanto concerne le portate medie derivabili, si rileva dal prospetto II che in Italia prevalgono, per numero e sopratutto per potenza, le utilizzazioni con portate medie comprese fra i 2 e i 20 m^3/sec, le quali corrispondono, per potenza, al 53,5% circa del totale. Gli impianti a forti e a fortissime portate sono pochi (46 in tutto) e limitati ai bacini più estesi e dotati delle migliori disponibilità idriche.

Per riguardo ai salti utilizzati, infine, risulta dal prospetto III che gli impianti a piccola caduta (sino a 50 m), pur essendo in numero pressochè uguale a quelli con cadute comprese fra i 50 e i 300 m sono tuttavia assai meno importanti di questi agli effetti della potenza. Mentre infatti la potenza dei primi corrisponde al 17% circa della totale, quella degli ultimi ne rappresenta il 43,5%.

Il divario fra la potenza complessiva degli impianti con salti medi e quella delle derivazioni con forti salti è piccolissimo.

In definitiva, la ripartizione per salti mette quindi in rilievo la prevalente importanza degli impianti con salti medi ed elevati.

A. T.

DIRITTO E GIURISPRUDENZA

Di alcune questioni legali riguardanti il contratto di fornitura di energia elettrica

(Note ed appunti in occasione dei lavori della Sottocommissione per lo studio dei contratti - Genn. 1930).

La Commissione nominata dall'UNFIEL per «La propaganda e la vendita» nominò nel suo seno una Sottocommissione per lo studio dei contratti.

Questa Sottocommissione tra l'altro fu invitata a riprendere in esame lo studio dei contratti su modulo, con particolare riguardo al modulo proposto dai sigg. ingg. Banfi e Piccinini in occasione del I° Congresso dell'ANIEL (2-4 ottobre 1925), modulo che con la annessa relazione venne pubblicato su questa Rivista a pag. 953 e segg. del 1925.

Nella mia qualità di membro della Sottocommissione presentai per iscritto agli egregi Colleghi alcuni rilievi e proposte che formarono poi oggetto di discussione.

Credo opportuno riassumere, per i lettori della Rivista, i rilievi da me formulati nella fiducia che essi possano servire per dar ragione di talune modificazioni che appariranno nel nuovo modulo proposto dalla Sottocommissione. Ad ogni modo essi richiamano questioni di attualità sulle quali frequentemente l'autorità giudiziaria è chiamata a decidere.

È opportuno tener viva l'attenzione degli interessati sulle questioni che molto spesso si presentano nei rapporti con gli utenti ed in genere coi terzi, perchè la conoscenza delle questioni stesse e delle decisioni dei magistrati costituisce un importantissimo elemento di guida nel comportamento coi terzi, nella predisposizione di norme contrattuali e nella proposta di riforme per la miglior tutela degli interessi delle aziende.

Potrà pensare taluno che fosse intempestiva la ripresa dell'argomento a soli quattro anni dalla relazione presentata al I° Congresso dell'ANIEL, tanto più che la relazione stessa si addimostrò in allora esaurientissima.

Ma il riesame compiuto dalla Sottocommissione non fu che un lavoro di aggiornamento, avendo riguardo agli ammaestramenti della pratica quotidiana, alle esigenze tecniche del momento ed a quelle che si possono prevedere nel prossimo futuro, ai nuovi orientamenti della giurisprudenza nella applicazione delle clausole contrattuali.

In ogni campo dell'attività umana ora si progredisce con passo accelerato: situazioni che sembravano rappresentare il raggiungimento delle ultime mète lasciate alla nostra aspirazione, sono rapidamente raggiunte e superate.

E se taluno nell'affrettato andare si volta a ritroso per ammirare il cammino compiuto, non ha bisogno di lanciare lo sguardo a distanza di lustri: pochi anni, pochi mesi, sono stati sufficienti per creare nuove meravigliose applicazioni.

Non è chi non sappia come fra i primissimi in questa nobile gara, in questa corsa al perfezionamento, siano gli studiosi dei problemi dell'elettricità, in tutte le svariate e innumerevoli applicazioni di questa forza non ancora del tutto conosciuta nella sua illimitata potenza.

Sono quotidiane meraviglie che faranno nei secoli segnalare questo periodo della storia in cui ancora una volta primeggia il nome degli studiosi italiani.

Si comprende come non siano facilmente prevedibili tutte le nuove situazioni a cui le nuove scoperte possono dar luogo e come sorga rapidamente la necessità di norme contrattuali o legali di cui prima non si avvertiva il bisogno.

Talvolta, senza che proprio ricorrano situazioni completamente nuove, tuttavia le vecchie formule non sono più adatte a contenere le nuove esigenze. Insomma, al continuo modificarsi, al progredire nel tecnicismo si accompagna parallelamente la necessità di analoghe modificazioni nelle norme legali.

Sotto questo profilo può ritenersi opportuna la ripresa dell'argomento: e, se soltanto quattro anni sono trascorsi dal primo congresso in cui venne formulato il modulo per i contratti di somministrazione di energia elettrica, tuttavia l'esperienza di questo pur breve periodo potrà dare suggerimenti per ulteriori perfezionamenti. Anche il diritto si evolve, prepara una nuova coscienza giuridica in armonia alle nuove norme fondamentali di vita: in alcuni campi del diritto le mutazioni e le innovazioni sono state assai profonde, fondamentali; in altri, più lente e caute, ma non meno evidenti.

Gli stessi Codici sono stati ripresi in esame: è allo studio la loro riforma.

Ciò che a taluno poteva sembrare intangibile ed eterno, quasi fosse la espressione della suprema saggezza umana, già si modifica, aderendo alle nuove concezioni sotto la spinta invincibile del progredire.

Riporto dunque con qualche necessario adattamento ciò che riferivo per iscritto agli egregi Colleghi della Sottocommissione.

Il nostro lavoro sarà modesto: un riesame del modulo di contratto per metterne in rilievo le lacune che sono apparse nella pratica attuazione e per segnalare le nuove necessità a cui occorre provvedere.

Fin d'ora credo opportuno per facilitare il programma dei lavori significare che, allo stato degli atti, intendo limitare il mio esame ad alcuni punti che per maggior chiarezza indicherò con riferimento alle relative condizioni generali, come enumerate nel modulo compilato dagli ingg. Banfi e Piccinini.

E così:

Sul Patto Primo – *Scopo e richiesta della fornitura* accennerò alla questione dei contratti *per adesione*, che ha per oggetto la forma esteriore dei contratti di fornitura.

Sul Patto Secondo – *Inizio e durata dell'impegno* in relazione al Patto Decimoquarto – *Inosservanza dei patti* riferirò su tre questioni che ritengo importanti; e precisamente:

a) sulla clausola di esclusività;

b) sulla clausola di preferenza;

c) sugli effetti della interruzione del contratto a causa del fallimento dell'utente.

Sul Patto Sesto – *Impianto di utilizzazione* sulla responsabilità della impresa distributrice per danni derivanti dagli impianti interni.

Sul Patto Nono – *Pagamenti* sulla facoltà di sospendere la fornitura dell'energia.

Sul Patto Decimo – *Anticipo* sulla natura giuridica della somma anticipata specie in riguardo al fallimento dell'utente.

Su questi singoli argomenti riferirò brevemente per iscritto formulando alcune proposte che di poi gli egregi Colleghi della Sottocommissione vorranno vagliare e discutere.

***

Richiesta della fornitura

(*Patto I°, modulo Banfi e Piccinini*).

Con riferimento al programma formulato con la mia precedente comunicazione, prendo ora in esame la forma esteriore del contratto di fornitura di energia elettrica.

Al primo congresso dell'ANIEL, i sigg. ingg. Banfi e Piccinini sull'argomento riferivano come segue: «La preferenza «del modulo di richiesta colla firma del solo utente trova «ragione in ciò che la compilazione di esso e la raccolta della «firma è quasi sempre affidata ad installatori autorizzati o «ad agenti speciali del distributore il quale ha interesse ad «avere impegnato l'utente, ma non ad impegnare se stesso, «finchè non abbia giudicato della possibilità e della conve-

« nienza di allacciare l'utente, dell'eventuale contributo da ri-« chiedergli per l'allacciamento e del regolare funzionamento « dell'impianto di utilizzazione ».

Sono considerazioni intuitive e facilmente accettabili da chi conosca il modo di formazione della maggior parte dei contratti di fornitura di energia elettrica, non solo per quelli comuni di lievissimo conto per illuminazione, ma anche per quelli riguardanti piccole richieste di forza motrice.

In questo modo si è accettato dagli ingg. Banfi e Piccinini il sistema del *contratto per adesione*, detto anche « contratto a stampo » o « contratto di massa ».

Esso ha grande diffusione nella vita moderna, e, come scrive l'avv. Salandra in una sua recente monografia, rappresenta un fenomeno caratteristico della attività economica odierna, e cioè la tendenza alla uniformità nella produzione delle cose e dei servigi necessarii alla vita e al movimento commerciale.

Questa uniformità, da una parte rispecchia la identità dei bisogni umani fondamentali, dall'altra risponde alla necessità della economia nella produzione che si raggiunge massimamente con la formazione dei prodotti a tipi costanti e con la concentrazione della attività produttiva.

La uniformità nella produzione porta alla uniformità delle condizioni di godimento e di scambio delle cose e dei servigi prodotti; quindi alla omogeneità dei contratti mediante i quali avviene lo scambio. Cosicchè la conclusione dei contratti per adesione tende a sostituirsi sempre più alla conclusione mediante trattative personali proprie di un sistema di economia individualistica. Questa diffusione dei contratti di adesione si manifesta con l'uso di moduli a stampa, formularii, regolamenti, nei quali il contratto si trova già preparato nelle più minute clausole.

La adozione pertanto di un modulo generale (salve ben si intende le eccezioni per i casi che debbano avere un particolare trattamento o per importanza o per altre contingenze) è decisione che sarà da noi certo riconfermata.

Non è qui il caso di indagare quale sia la natura giuridica di questo contratto e come sorga il vincolo bilaterale fra la parte proponente e quella che ha aderito.

È però invece necessario, ai fini che ci siamo proposti, sapere che si è discusso sulla validità di simili contratti, in quanto si è cercato di disconoscere la forza e la efficacia vincolativa per la parte che abbia semplicemente aderito alla proposta, senza che a tale adesione sia seguito un ulteriore vincolo obbligatorio. E la questione non può dirsi definitivamente risolta.

È recente la sentenza che il Tribunale di Milano ha pronunciato in argomento.

La questione si dovette portare a giudizio dalla Soc. Anonima per Azioni per distribuzione di energia elettrica Ing. Banfi di Milano.

Un di costei utente, dopo avere sottoscritto il modulo a stampa e prima che avesse inizio la fornitura, si pentì della sottoscrizione e ne contestò la efficacia giuridica. Quale legale della Soc. Banfi, consigliai di convenire in giudizio l'utente: nella causa così instaurata intervenne la richiamata sentenza 13-21 febbraio 1929 del Tribunale di Milano (Pres. Petrone, estensore Gregoraci). Ritengo opportuno riferire la motivazione della sentenza in quanto essa tratta perspicuamente, sia pure con la dovuta sobrietà, tutta la questione, ed indica in tal modo agli egregi colleghi della Sottocommissione gli accorgimenti per superare quegli scogli che ancora possano rendere dubbia la validità dei contratti per adesione.

Così dunque ha motivato il Tribunale: « Osserva il Collegio « che tutto il nodo della controversia nella specie sta nel ve-« dere se col modulo a stampa predisposto dalla Società attrice « e sottoscritto dalla ditta convenuta, che ora ne contesta la « forma e l'entità giuridica avversariamente attribuitagli, siasi « effettivamente posto in essere fra le parti in causa un vero e « proprio contratto di fornitura di energia elettrica. Si assume « dalla ditta azionata che nel modulo in discussione firmato da « uno dei suoi titolari non può fondatamente ravvisarsi un va-« lido contratto pienamente vincolativo per gli interessati, ma « una semplice domanda-proposta, soggetta alla accettazione « della controparte ed impegnativa per entrambi solo e per « effetto di tale necessaria accettazione. Si sostiene dalla so-« cietà istante invece che il documento da essa prodotto con-« sacra un effettivo accordo intervenuto fra le parti in causa « senza riserva di modificazione delle clausole ivi inserite, ben « conosciute ed approvate.

« Ora tra siffatte opposte tesi l'autorità decidente ritiene « che meriti considerazione ed accoglimento quella esposta « dalla parte attrice a sostegno della propria domanda perchè « è informata a criteri giuridici che appaiono i più esatti dal « punto di vista dottrinario ed è più opportuna dal punto di « vista pratico.

« Tenendo presente infatti che il patrio diritto non è affatto « formalistico e tende sempre più ad una concezione più larga « della disciplina e dello svolgimento dei rapporti giuridici e « che il ritmo accelerato delle operazioni commerciali richiede « la più grande sveltezza nella conclusione di esse, non può « non riconoscersi anche in questa sede la validità e l'efficacia « di quei negozi giuridici che, come quello in esame, vanno sotto « la denominazione di contratti di adesione ed hanno tutta la « essenzialità richiesta per porre in essere una perfetta relazione « giuridica sorgente di obbligazioni precise ed inderogabili.

« Di vero, se il consenso è la base di ogni contratto ed un « vincolo giuridico sorge per l'accordo di due o più volontà, « non v'è chi non veda come possa anche nei summenzionati « contratti attualmente frequentissimi nelle convenzioni aventi « uniformità di prestazioni ed omogeneità di patti, ravvisarsi « esattamente un rapporto giuridico che non difetti degli ele-« menti essenziali alla efficace determinazione e manifestazione « di volontà e che non privi i contraenti di quei vantaggi, « oggettivamente considerati, che sempre conseguono alle ob-« bligazioni reciprocamente assunte.

« Ciò pel riflesso che quando la parte che prende l'iniziativa « di una contrattazione in negozi di tal genere predispone lo « schema del contratto con tutte le sue condizioni generali e « particolari, evidentemente altro non fa che manifestare nel « modo più esplicito la volontà di impegnarsi in base alle clau-« sole fissate nel suo schema, onde l'assenso dell'altra parte, « che adotta integralmente i patti del modulo a stampa sotto-« posto al suo esame ed alla sua approvazione, e sottoscrive « senza riserve e modifiche il modulo stesso, indubbiamente « rappresenta la estrinsecazione di una volontà diretta ad in-« contrare la prima ed a porre in essere con la medesima un « perfetto rapporto contrattuale, non più suscettivo di revoche « o di abbandono per successivi pentimenti. Così essendo e non « altrimenti, è assolutamente da escludere che nella specie possa « a buon diritto negarsi ogni valore ed importanza ad un vin-« colo giuridico in cui chiaramente ed inequivocabilmente ri-« sulta il pieno accordo dei contraenti nella corrispettiva presta-« zione stipulata e contro il cui perfezionamento non si fornisce « nè si chiede di fornire la prova di modifiche o riserve, sia pure « di indole tecnica, nel periodo precontrattuale ai patti prepa-« rati dalla società proponente e fatti propri puramente e sem-« plicemente con la sottoscrizione del documento in questione « dalla ditta, cui occorreva la richiesta somministrazione di « energia elettrica.

« Del pari è da escludere che possa costituire serio motivo di « invalidità delle stipulazioni in discussione la circostanza che « manchi il nulla osta alla esecuzione della pattuita sommini-« strazione di elettricità da parte del proprietario dei locali ove « si sarebbe dovuto effettuare tale somministrazione, in quanto « che non è ragionevolmente concepibile che una formula di « stile indipendente dalla contrattazione ed in calce allo schema « di un contratto standardizzato di fornitura possa, colla sua « inosservanza, scemare od annullare gli effetti giuridici di una « perfetta obbligazione là dove la particolare situazione con-« trattuale posta in essere non richieda affatto una altrui spe-« ciale autorizzazione.

« Bene quindi era tenuta l'odierna azionata ad eseguire il « contratto stipulato con la controparte ed a ragione pure te-« nuta, ove ancora non intenda dare esecuzione al contratto « stesso del quale attualmente si domanda la osservanza dalla « società istante, ed in via principale a risarcire questa ultima « della perdita di utilità che il suo comportamento le ha arrecato, « nonchè alle altre conseguenze dannose da dimostrarsi in pro-« sieguo, ma che per la specialità della fornitura ineseguita « ben possono in realtà essersi risentite ».

Per la migliore intelligenza della questione, riporto il tenore del modulo a stampa che diede luogo alla questione. Nella prima facciata del modulo stava scritto: « Il sottoscritto..... presa esatta cognizione delle prescrizioni e condizioni generali e particolari qui unite che regolano la distribuzione di codesta società, domanda la fornitura di energia elettrica a scopo di..... »

Nelle *condizioni generali* stava il patto I°: « Scopo e richiesta della fornitura. - Il fornitore fornisce energia elettrica a scopo di illuminazione, forza motrice, riscaldamento ed usi industriali nell'ambito delle proprie reti di distribuzione a chi ne faccia richiesta col modulo predisposto in relazione all'uso ed alla tariffa prescelta e nel quale sono riportate a stampa queste condizioni generali. Si intende con ciò che l'utente assume per il solo fatto della richiesta l'obbligo di osservare e rispettare senza riserve ed eccezioni le condizioni stesse e quelle speciali inerenti alla applicazione della tariffa da lui scelta ».

In fine, in calce all'elenco delle condizioni generali e delle condizioni particolari, stava scritto: « Il richiedente in accettazione di tutto quanto è espresso nel presente modulo si firma » e qui era apposta la firma dell'utente.

Appare dunque da queste indicazioni come nel caso si trattasse di un tipico contratto per adesione nel quale non era

intervenuta alcuna manifestazione formale di accettazione da parte della azienda distributrice dopo la firma da parte dell'utente.

Nel modulo proposto dagli ingg. Banfi e Piccinini al patto I° sta scritto: « La Società..... fornisce energia elettrica a scopo « di illuminazione, forza motrice, riscaldamento ed usi indu- « striali nell'ambito delle proprie reti di distribuzione a chi ne « faccia richiesta col modulo predisposto in relazione all'uso « ed alla tariffa prescelta e nel quale sono riportate a stampa « queste condizioni generali.

« Si intende con ciò che l'utente assume per il solo fatto « della richiesta l'obbligo di osservare e rispettare senza ri- « serve ed eccezioni le condizioni stesse e quelle speciali ine- « renti alla applicazione della tariffa da lui scelta. La Società..... « si riserva in ogni caso di accettare o meno a suo esclusivo « giudizio la domanda dell'utente, la quale si intenderà accet- « tata soltanto con esplicita dichiarazione della società od anche « con la emissione della prima bolletta di pagamento della « energia ».

Questa formulazione nel caso sopra riportato della controversia tra la soc. Banfi e la Impresa Bregani & Gianoli non avrebbe portato alcun elemento a favore della tesi della validità, perchè nè la Società aveva fatta formale dichiarazione di accettazione, prima che la richiedente avesse manifestato il proprio pentimento e notificato la revoca della richiesta, nè la fornitura era stata iniziata; di guisa che nessuna bolletta era stata emessa. Chè anzi si può dire che la formulazione del modulo Banfi e Piccinini avrebbe pregiudicato la questione teorica, in quanto per la espressa condizione del contratto la accettazione da parte della società avrebbe dovuto risultare da una declaratoria esplicita, da una manifestazione positiva, oppure nell'altro modo pattuito, dalla emissione cioè della bolletta.

Vero è bene che con ogni probabilità al momento in cui venne formulato il patto i sigg. Ingg. Banfi e Piccinini erano dominati da un'altra preoccupazione, e cioè quella di non rendere vincolativa la richiesta per la azienda distributrice fino a quando questa non avesse potuto valutare nel suo complesso l'impegno che avrebbe assunto.

Ecco che ora l'esperienza dimostra come la clausola debba anche provvedere all'altra ipotesi, forse meno frequente, ma che pure può verificarsi, e cioè di un pentimento dell'utente e del tentativo di togliere efficacia alla sottoscrizione da lui fatta del modulo.

In relazione alle motivazioni sopra svolte e sopratutto in riferimento a quanto ha scritto il Tribunale di Milano nella sentenza sopra riportata, io proporrei che l'ultima parte venisse modificata, togliendo il richiamo ad una *esplicita dichiarazione* che può dar luogo a contestazioni, per sostituire a tale frase una condizione precisa quale, ad esempio, la sottoscrizione del modulo.

E in calce al modulo, dopo la firma dell'utente, propongo che si aggiunga la clausola che non appare nel modulo Banfi-Piccinini forse per una semplice dimenticanza più che per una voluta esclusione; è la clausola di stile in quasi tutti i contratti di somministrazione di energia elettrica (sulla falsariga dei contratti di assicurazione) e non vi era quindi motivo che venisse soppressa nella proposta fatta dagli ingg. Banfi e Piccinini.

Comunque, posto che essa manca nel modulo presentato al primo congresso dell'ANIEL, torna opportuno il richiamo.

Propongo quindi che l'ultima parte del patto I° venga così formulata: « La società si riserva in ogni caso di accettare o « meno a suo esclusivo giudizio la domanda dell'utente la quale « si intenderà accettata soltanto con la sottoscrizione del pre- « sente modulo a stampa da parte del legale rappresentante « della società od anche con la semplice emissione della prima « bolletta di pagamento dell'energia ».

In calce poi al modulo, subito dopo la firma dell'utente, propongo che si aggiunga la clausola: « La società..... dichiara « di accettare la suddetta richiesta, intendendosi così che la « fornitura dell'energia elettrica sarà fatta ai prezzi ed alle « condizioni tutte sopra indicate ».

Clausole di esclusività e di preferenza.

(*Patto II°, modulo Banfi e Piccinini*).

Dichiaro anzitutto che il mio richiamo a queste due clausole assai importanti nel contratto di fornitura e conseguentemente alla formulazione del relativo patto del modulo Banfi-Piccinini non ha lo scopo di proporre modificazioni sostanziali, ma solo di far presenti i responsi della giurisprudenza sull'argomento, specialmente di quella locale, che in questi ultimi tempi ha avuto occasione di pronunciarsi ripetute volte.

Accenno congiuntamente a queste due pattuizioni per la stretta analogia del loro contenuto e degli scopi che esse si prefiggono; ma sopratutto per il fatto che identiche sono le ragioni di diritto che vengono invocate per affermare o la validità o la inefficacia dell'una e dell'altra clausola.

La giurisprudenza, salvo qualche deviazione non autorevole, è decisamente favorevole alla tesi della validità.

La nostra Rivista ha segnalato notevoli e numerose decisioni al riguardo.

Anche la giurisprudenza locale in questi ultimi due anni è stata chiamata a risolvere la questione: richiamo qui due sentenze della Corte di Appello milanese (delle quali la prima fu pubblicata nella nostra Rivista) che per l'autorità dell'estensore dànno affidamento siano il frutto di ben meditata decisione, senza la possibilità quindi di mutamenti di indirizzo.

La prima è delli 13 gennaio 1928, Pres. Fracassi, Est. Carini in causa Zanchi contro Soc. Elettrica Bergamasca.

La seconda è delli 30 ottobre 1928, Pres. Raimondi, Est. Carini in causa Arte Vetraria Italiana contro Soc. Elettrica Bergamasca.

Più recentemente il Tribunale di Milano fu chiamato a giudicare siffatte clausole in due cause promosse dalla Soc. An. Banfi di Milano contro utenti che le avevano violate.

La prima sentenza è delli 5 agosto 1929, Pres. Pinto, Est. Poddighe (1).

La motivazione della sentenza è breve; ma interessa perchè afferma che in caso di arbitraria anticipata risoluzione del contratto da parte dell'utente, questi debba risarcire non solo i danni derivati dalla risoluzione contrattuale, ma anche quelli provocati dalla conseguente violazione del patto di preferenza.

Scrive dunque il Tribunale: « A ragione la società attrice ri- « chiede la condanna del Polati anche per altro titolo, e cioè « per violazione del patto di preferenza di cui al n.° 1 delle « *condizioni generali* così concepito: "L'utente si impegna di « usare esclusivamente dell'energia fornita dal fornitore per « tutta la durata degli accordi allo scadere dei quali si obbliga « a dargli la preferenza pel successivo quinquennio a parità di « condizioni con eventuali concorrenti.

« Ora, il convenuto non ha disdettato il contratto con la « Banfi per cessazione della sua industria, chè anzi egli continua « nella stessa ed a tale scopo ha domandato ed ottenuto la for- « nitura da una azienda concorrente della Banfi. Egli non ha « avvertito la Banfi di tale suo intendimento, non ha richiesto « alla stessa quali fossero le condizioni che essa avrebbe fatto « nei confronti della concorrenza; ma ha interrotto arbitraria- « mente il contratto in corso con la Banfi per richiedere ad altri « la fornitura.

« Se il patto sopra riportato fosse stato osservato dal con- « venuto, allo scadere del termine pattuito per la cessazione del « contratto la Soc. Banfi avrebbe potuto contare sopra un « ulteriore svolgimento della propria attività nei confronti « dell'utente già acquisito, anche dopo la scadenza contrattual- « mente stabilita al 31 agosto 1931 per la fornitura dell'energia. « Inoltre il patto di preferenza tendeva a escludere l'intervento « della concorrenza nella zona già acquisita alla Banfi: onde, « anche per questo riflesso, il convenuto violando il patto ha « causato alla Banfi un altro danno apprezzabile.

« Nè si possono avanzare dubbi sulla legittimità ed efficacia « del patto di cui si tratta tenute presenti le norme di inter- « pretazione dettate dagli articoli 1123, 1124 e 1131 Cod. Civ. « Il patto è stato voluto dalle parti e trova la sua giustificazione « nelle condizioni di esercizio in cui si trovano le aziende distri- « butrici, costrette ad impiegare notevoli capitali in impianti « costosi. D'altra parte non si può dire che il patto abbia una « durata infinita e illimitata. Basta osservare che esso doveva « aver vigore per una sola volta alla scadenza del contratto e « solo per il quinquennio successivo ».

***

Ancora più recentemente lo stesso Tribunale di Milano, sez. I, Pres. Pinto, Est. Ciaccia, con sentenza 7-21 ottobre 1929 ribadiva questi concetti così scrivendo: « La Corbetta, Pavesi, « Gilardi impugna la validità della clausola di esclusività e di « quella di preferenza contenute nell'art. 1° delle *condizioni « generali* accennate avanti. Quanto alla clausola di esclusività « si sostiene che essa vincolasse eccessivamente la libertà della « Corbetta, Pavesi, Gilardi e perciò fosse illecita in base ai

(1) Così questa sentenza, come quella successivamente richiamata e intervenuta fra la soc. Banfi e la Corbetta Pavesi e Gilardi, dopo la redazione di queste note sono state confermate dalla Corte di Appello di Milano, la prima con la decisione 8-16 Maggio 1930 la seconda con la decisione 16 Maggio 1930.

« principî generali di diritto desunti dall'art. 1628, Cod. Civ.
« Analoghe ragioni si adducono quanto al patto di preferenza, « aggiungendosi che lo stesso avrebbe dovuto spiegare influenza « anche dopo lo esaurimento del contratto in corso.

« Ora siffatte eccezioni sono infondate, poichè, secondo i « principî generali di diritto, non ogni limitazione imposta ai « contraenti riveste i caratteri dell'illecito, ma può rivestirli « solo in quanto sopprima la loro libertà, vincolandola indefi- « nitamente nel tempo e nello spazio. Questo non può dirsi « certo della clausola di esclusività di cui si discorre, divenuta « di uso comune nei contratti di somministrazione, avendo essa « efficacia limitata all'oggetto del contratto ed ispirandosi a « criteri di convenienza reciproca tra produttori e consumatori.

« Tali sono i principii insegnati dal Supremo Collegio, da « ultimo con sentenza 25 maggio 1929 Cuniberti-Forze Idrau- « liche Alto Po, con cui si ritenne appunto " valida la clausola « con la quale l'utente di energia elettrica si obbliga per un « tempo determinato a servirsi esclusivamente dell'energia pro- « dotta dall'azienda fornitrice " (*Giur. It.*, 1929, I, 1926).

« Le stesse osservazioni valgono quanto al patto di prefe- « renza stipulato dalla Banfi a suo favore per i contratti futuri, « mentre nulla di leonino o di vessatorio può riscontrarsi nel « patto stesso, essendo la ditta Corbetta, Pavesi, Gilardi garan- « tita dalla libertà della concorrenza. Secondo il patto, invero, « il diritto di preferenza avrebbe potuto esercitarsi soltanto « a parità di condizioni offerte da eventuali concorrenti, e come « tale tendeva a raggiungere il fine lecito ed utile di assicurare « alla Banfi il consumo della sua energia, rendendone la produ- « zione meno aleatoria, e perciò stesso meno costosa per i me- « desimi utenti. Per le esposte ragioni la domanda della Banfi « merita accoglimento ».

La motivazione di questa sentenza è notevole perchè non si limita ad una astratta disamina dei principii teorici, ma richiama anche il contenuto delle pattuizioni alle necessità pratiche a cui esse provvedono.

Per l'esperienza professionale fatta nella discussione della soggetta materia avanti ai Giudici, riterrei di completare la formulazione contenuta nel modulo Banfi-Piccinini.

Lo ripeto: si tratta di un completamento non necessario; ma, dacchè siamo chiamati ad un riesame del modulo, ritengo opportuno proporre quelle aggiunte che renderanno più sicura la integrale applicazione del patto stesso.

Proporrei quindi questa formulazione: « L'utente si impegna « di usare esclusivamente dell'energia fornita dalla Società..... « per tutti i suoi bisogni presenti e futuri di forza motrice e di « illuminazione e ciò per la durata della fornitura stessa allo « scadere della quale..... ».

In sostanza specificherei che il patto di esclusiva vale per ogni bisogno presente e futuro, per forza motrice e per illuminazione. Si tratta di una generalizzazione che può giovare ad una maggior comprensione ed estensione della efficacia della clausola.

Il patto di preferenza dovrà essere formulato in modo che sia la Società che eserciti il diritto: ad essa dovrà spettare la scelta: l'utente quindi dovrà comunicare le offerte reali e documentate della concorrenza: e, nel caso di mancato esercizio del diritto, la Società potrà richiedere in visione il contratto stipulato dall'utente con la ditta concorrente.

Interruzione del contratto a cagione del fallimento dell'utente.

(*Patti II° e XIV°, modulo Banfi e Piccinini*).

Questo argomento è già stato da me trattato in un breve studio pubblicato nell'ottobre 1927 sulla nostra Rivista.

Dico subito che in questi ultimi due anni le manifestazioni giurisprudenziali sono state decisamente contrarie alla tesi da me allora prospettata, salvo qualche eccezione di Magistratura inferiore.

Aggiungo ancora che il progetto di riforma del Codice di Commercio contiene la espressa condanna della mia tesi.

Si tratta di questione di grande rilievo e che può importare notevoli conseguenze nella economia dei contratti.

Il fallimento dell'utente, con la inevitabile interruzione del contratto (se si esclude il caso eccezionale di esercizio provvisorio che, come indica la sua stessa denominazione, è di breve durata) rappresenta per la azienda distributrice una perdita effettiva, reale, che si concreta nell'importo delle mensilità non ancora maturate, fino alla scadenza pattuita.

Il contratto di fornitura di energia elettrica è un rapporto *sui generis*; e, se da molti venne parificato ad una vendita a consegne ripartite, di fatto però gli elementi differenziali sono numerosissimi: un interessante studio sulla natura giuridica di questo contratto si può leggere nella sentenza 15 febbraio 1929 della Corte di Appello di Bologna, riportata nella Rivista 1929 pag. 546.

Il venditore, che abbia promesso la consegna ripartita nel tempo, ad esempio, di un certo quantitativo di carbone ad un compratore di poi fallito durante il corso della fornitura, risente certamente un danno per la mancata esecuzione del contratto, danno che si concreta nel mancato guadagno che poteva ripromettersi dalla integrale esecuzione del contratto stesso.

Ma è anche vero che questo venditore, in conseguenza delle mancate consegne, ha potuto conservare per sè la merce e di essa ha potuto disporre, realizzando un guadagno che per avventura potrebbe essere maggiore di quello a lui assicurato dal precedente contratto.

Invece il distributore di energia elettrica, sia che la produca direttamente, sia che la acquisti da altri per rivenderla, non si trova in siffatte condizioni.

Assuntosi l'impegno nei confronti dell'utente di fornire l'energia per un dato periodo ed in una determinata misura, il fornitore deve precostituirsi una riserva sufficiente; e così deve predisporre gli impianti per una produzione sufficiente, oppure deve acquistare da altri il quantitativo necessario per provvedere a sua volta alle erogazioni promesse.

In questa opera di necessaria previdenza il fornitore dovrà, ben si intende, agire sempre con criteri di larga prudenza (anche a costo di costituire una scorta superiore al bisogno) perchè non è praticamente possibile che egli, o produttore o rivenditore, abbia a costituire una riserva nè superiore nè inferiore al bisogno: troppi elementi di incertezza intervengono a rendere impossibile o almeno difficilissimi questi calcoli preventivi: e nel dubbio egli dovrà largheggiare nel rifornirsi per evitare il pericolo di non poter soddisfare gli assunti impegni.

Ora, se prima del termine prefisso, improvvisamente, viene sospesa la esecuzione del contratto, il fornitore di energia elettrica risente un danno che non può essere paragonato a quello che risentirebbe in caso identico il fornitore di qualsiasi altra merce.

La azienda elettrica non si trova in grado di subito utilizzare la energia che viene lasciata libera dall'utente, nè può immagazzinare l'energia stessa per future erogazioni.

Essa subisce la perdita completa dei canoni pattuiti fino allo esaurimento del contratto.

Abbiamo sostenuto che il fallimento non risolve i contratti continuativi, di guisa che se tali contratti non siano più eseguiti dopo la dichiarazione di fallimento, la massa è tenuta al risarcimento del danno.

E, poichè il danno si concreta nella perdita dei canoni pattuiti, abbiamo affermato che il credito della azienda verso la massa è costituito dall'importo di tutti questi canoni.

La sentenza 29 novembre 1912 della Corte di Appello di Casale accolse la tesi; precedentemente la Cassazione di Torino con la decisione 10 aprile 1912 aveva affermato analoga massima.

Nè si poteva accusare la azienda di creare a sè uno speciale trattamento di favore nei confronti degli altri creditori, perchè, a parte il rilievo che essa doveva sempre concorrere alla pari degli altri a ricevere il suo avere nella ridotta moneta fallimentare, a parte ciò, il credito suo non poteva essere contestato nella sua esistenza.

La azienda elettrica, alla pari delle altre aziende che concludono contratti continuativi (quali le compagnie di assicurazione), dando in corrispettivo una prestazione personale, un servizio, per il normale svolgimento della propria attività, deve fare affidamento sopra la continuazione dei contratti stipulati fino al termine della loro durata.

Del resto la azienda accoglie la domanda dell'utente e concorda una tariffa solo sotto determinate condizioni: cauzione, concorso a fondo perso per presa, durata del contratto, garanzia di un consumo minimo mensile, clausola penale, ecc. Mentre è logico e naturale ammettere che tutte le accennate determinazioni hanno influito su quella dello stesso prezzo unitario, irragionevole sarebbe il considerare questi obiettivi documentati presupposti come fondamento di un mero accordo obbligatorio non concretabile in un credito vero e reale. L'utente con la propria sottoscrizione vincolò il proprio patrimonio nell'atto stesso in cui perfezionavasi il negozio giuridico posto in essere, poichè fin da quel momento egli beneficiò di una fornitura concessagli solo sotto determinate condizioni.

Sono considerazioni di buon senso, sanzionate da precise disposizioni di diritto; ma purtroppo, lo ripeto, la esperienza di questi ultimi anni è stata una triste prova per la tesi da noi sostenuta.

Il Tribunale di Milano oramai si è pronunciato con numerose sentenze; e si può dire che al riguardo la giurisprudenza sua sia ormai consolidata senza speranza di prossime modificazioni.

Per la Soc. An. Ing. Banfi di Milano la questione è stata proposta ripetutamente al Tribunale di Milano.

Nel fallimento Maier, il Tribunale di Milano (sentenza 13 maggio 1929, estensore il giudice Moioli) respinse la domanda motivando che « con la dichiarazione di fallimento si arrestavano i rapporti bilaterali a tratto successivo dei quali il fallito era il soggetto; e l'amministrazione fallimentare rappresentante la massa dei creditori salvi casi ben determinati non entra al posto del fallito nell'adempimento della obbligazione da quest'ultimo contratta, ma ha semplicemente facoltà, se lo ritiene di interesse per la massa, di surrogarsi al fallito nel rapporto precedente; ne deriva quindi che non può domandarsi il risarcimento dei danni a chi non ha l'obbligo giuridico di adempiere l'obbligazione ».

Pareva alla Soc. Banfi che potesse facilmente dimostrarsi il contrario della tesi sostenuta dal Tribunale, e cioè che generalmente la massa fallimentare sottentri al fallito nella esecuzione dei contratti continuativi, e solo eccezionalmente la legge la dispensi dalla osservanza degli stessi (ad es. contratto di locazione).

E pertanto propose appello alla sentenza.

Ma la locale Corte (con la sentenza 22 giugno-23 luglio 1929, Pres. Ronga, Est. Giudice), confermò la decisione del Tribunale.

La Corte, in questo modo, seguiva la giurisprudenza affermata pure in altre due decisioni; quella 19 luglio 1927 nella causa Peron contro Fallimento La Fornitrice Industriale e quella 30 luglio 1929 nella causa della Soc. Orobia contro il Fallimento Passoni, quest'ultima pubblicata sulla nostra Rivista.

La sentenza della Corte di Appello nella causa della Soc. Banfi contro il Fallimento Maier, è notevole per un rilievo su cui sarà opportuno soffermarci; ciò che si farà più oltre, perchè a mio avviso questo rilievo è decisivo nella questione.

Qui, faccio presente che ancora il Tribunale di Milano, nella causa della stessa Soc. Banfi contro il fallimento Silvio Angelini con la recente sentenza 17 ottobre-7 novembre 1929 (non ancora passata in giudicato) ebbe a confermare la inammissibilità della domanda dei danni per inesecuzione contrattuale (1).

Conformemente giudicò la Cassazione del Regno con la decisione 17 dicembre 1928 (*Settimana della Cassazione* 1929, pag. 106, n.° 4528).

Fu buona cosa l'aver provocato parecchie decisioni sulla questione perchè da talune sentenze (e precisamente da quella del Tribunale e della Corte di Milano) venne affermato un concetto che può essere tenuto presente dalle aziende distributrici quale norma per il comportamento nei confronti degli utenti inadempienti, quando appaia che la inadempienza dipenda dalle condizioni dissestate dello stesso utente.

La difesa della Soc. Banfi aveva prospettato alla Corte di Appello nella causa contro il Fallimento Maier un punto di vista sotto il quale poteva essere esaminata la questione: l'utente Maier, quando intervenne il fallimento, era già da qualche mese inadempiente; chè anzi aveva avuto ripetute sollecitazioni e minacce di azioni legali.

Prendendo lo spunto da questa circostanza di fatto, la difesa della Soc. Banfi aveva affermato avanti la Corte che l'inadempienza del Maier si era già verificata anteriormente al fallimento; in sostanza egli aveva risolto il contratto. Al patto 9° delle condizioni generali di fornitura dello stesso contratto, era pattuita la clausola risolutiva espressa. Col mancato pagamento del canone mensile, il Maier si era reso inadempiente al contratto dando luogo alla applicazione della clausola risolutiva espressa.

In base a questo rilievo, affermò la Soc. Banfi che non potesse nel caso in esame ritenersi che si trattasse di inadempienza successiva alla dichiarazione di fallimento, da imputarsi cioè esclusivamente alla massa e per essa al curatore, ma piuttosto di una inadempienza già verificatasi precedentemente, di guisa che il corrispondente credito per danni era già acquisito a favore della Soc. Banfi prima che il fallimento venisse dichiarato; tale diritto venne fatto valere ritualmente con la proposizione al passivo chirografario del corrispondente credito.

A questo riguardo la Corte motivò:

« Anche codesta tesi ad avviso della Corte è infondata. Poichè l'appellante potesse avere diritto al risarcimento dei danni per risoluzione anticipata per colpa del Maier, bisognava che essa avesse agito prima della dichiarazione di fallimento per ottenere la risoluzione del contratto e il risarcimento dei danni. La clausola risolutiva espressa da sola non vale a sciogliere il contratto se non interviene la sentenza del giudice la quale, accertata e dichiarata la sussistenza dell'inadempimento, pronuncia la risoluzione. Non avendo la Soc. Banfi agito a tempo opportuno, non si potrebbe ora in un giudizio in cui il Maier non è presente affermare che egli si fosse reso colpevole di inadempimento e che perciò la clausola risolutiva fosse applicabile ».

La stessa motivazione venne adottata quasi alla lettera dalla recente sentenza più sopra richiamata del Tribunale di Milano nei riguardi del fallimento Angelini.

***

Questi rilievi possono intanto dare una norma di condotta per le aziende nei confronti degli utenti.

Non si tratta già di una norma di ordine generale e che comunque possa essere adottata per la risoluzione teorica del quesito che ci siamo proposti, e cioè la formulazione del patto contrattuale più idoneo a salvaguardare gli interessi delle aziende; ma sibbene soltanto di un consiglio pratico che la esperienza può suggerire per rendere più facile la proposizione della questione teorica avanti il Tribunale.

Secondo la locale Corte di Appello, quindi, se la Soc. Banfi al verificarsi di una inadempienza da parte dell'utente moroso nei pagamenti e prima del di costui fallimento avesse richiesto giudizialmente che entrasse in funzione la clausola risolutiva espressa, avrebbe acquisito a sè il diritto ai danni, che pertanto avrebbe potuto far valere anche nei confronti della massa fallimentare.

In sostanza la Corte di Appello impartisce un monito alle aziende, consigliandole, quando si accerti un ritardo nei pagamenti, ad agire subito giudizialmente nei confronti dell'utente moroso, chiedendo con regolare citazione avanti il Tribunale la dichiarazione di inadempienza con la conseguente condanna ai danni.

La proposizione di una siffatta domanda non significa già che in seguito si debba forzatamente continuare fino alla sentenza definitiva, e cioè sino alla effettiva declaratoria di risoluzione del contratto.

La domanda può essere proposta e di poi tenuta in sospeso con gli opportuni rinvii della causa, cosa non difficile da ottenere, perchè, come è risaputo, i rinvii fatalmente devono essere concessi o subiti anche quando non si desiderano.

Se si tratta di una crisi passeggera la causa sarà abbandonata; se la crisi invece sboccasse in un dissesto, sarà bastato l'aver proposto la domanda, e cioè l'aver invocato la clausola risolutiva espressa: la insinuazione dei danni al passivo del fallimento costituisce la prosecuzione del giudizio già proposto e, secondo la motivazione della Corte di Appello di Milano, è domanda ammissibile.

Naturalmente, si tratta di un provvedimento da attuare con molto tatto, tenendo ben presenti le varie circostanze del caso che possono anche dissuadere dalla notifica di una citazione che potrebbe sembrare intempestiva.

Una considerazione di grande rilievo sarà quella della maggiore o minore durata del contratto: se il contratto avrà una durata notevole e quindi se la ragione di credito per danni a seguito di anticipata interruzione sarà cospicua, converrà attuare il provvedimento per salvaguardare il relativo diritto.

In caso contrario, se cioè la scadenza del contratto sia prossima e quindi esiguo il credito per canoni futuri, converrà soprassedere, curando piuttosto il ricupero dei mensili scaduti, ricupero che talvolta più facilmente si ottiene con insistenze stragiudiziali e accorgimenti pratici che non con la proposizione di una causa.

Ma questo è un semplice consiglio pratico che non risolve certo la questione teorica che ci preoccupa, e cioè la formulazione di una clausola contrattuale che garantisca anche questa non indifferente ragione di credito della azienda.

***

L'insistere avanti l'autorità giudiziaria nel riproporre la questione allo scopo che un più maturo esame possa indurre in contrario avviso, è decisione che non dà sicuri affidamenti di prossimi risultati favorevoli, in quanto, lo ripetiamo, le recenti manifestazioni sono decisamente contrarie ed hanno reso per lo meno assai disputabile la questione che pochi anni or sono poteva sembrare pacificamente decisa in favore della tesi da noi proposta.

---

(1) Questa decisione venne parzialmente riformata dalla Corte di Appello di Milano con la sentenza 10-14 marzo 1930, pubblicata in questa *Rivista* 1930 pag. 540 con nota del sottoscritto. Si rimanda il lettore a quella sentenza assai interessante per il punto che riguarda il diritto ai danni, quesito prima della dichiarazione di fallimento, di cui si fa cenno più oltre.

Ma a distogliere in modo assoluto da un siffatto proposito sta il rilievo fatto dalla Corte di Appello di Milano nella sentenza riguardante il Fallimento Maier ed al quale ho più sopra accennato.

Riporto quanto scrive al riguardo la detta sentenza:

« Inoltre la tesi è stata accolta nel progetto di riforma del « Codice di Commercio compilato dalla Sottocommissione « reale B. Per l'art. 774 del progetto, nel caso di contratti già « eseguiti, la parte non fallita si insinua al passivo del falli- « mento senza diritto al risarcimento dei danni che non siano « già dovuti anteriormente. Nel caso di vendita non ancora « eseguita, sebbene sia conservata al curatore la facoltà di su- « bentrare o di sciogliersi, il venditore *in bonis* può consegnare « la cosa insinuandosi per il prezzo (art. 775). Ma se la vendita « è a consegne ripartite il venditore non ha questa facoltà, nè « può far valere nel passivo il suo credito per il prezzo (art. 777 « ultimo capoverso) e l'art. 778 dispone che le regole sulla ven- « dita ineseguita si applicano a tutti i contratti bilaterali quando « la prestazione del fallito consista in denaro ».

E prosegue la Corte: « Le quali disposizioni del progetto, « compilato dal fiore dei nostri cultori del diritto commerciale, « non sono innovatrici, ma riassumono i risultati più sicuri e « più accettabili della elaborazione dottrinale e giurispruden- « ziale maturata allo stato attuale dalla legislazione nei rispetti « della questione controversa ».

A questo riguardo per vero il rilievo della Corte poteva prestarsi precisamente alla argomentazione opposta: e cioè che, se nel progetto di riforma si era sentita la necessità di stabilire tali norme, ciò significa che esse non potevano ritenersi già sanzionate dalle disposizioni generali contenute nel vecchio codice.

Comunque sia, torna inutile soffermarsi su questa controversia puramente astratta e priva di contenuto pratico di fronte al fatto che il progetto di riforma del Codice di Commercio quasi certamente diventerà legge positiva.

Il rilievo, lo si ripete, dissuade dall'insistere ora in una tesi che se anche per avventura potesse avere sorte favorevole per la personale opinione di qualche Magistrato, dovrebbe pur sempre fatalmente essere condannata in un tempo più o meno prossimo, quando la riforma del codice fosse attuata.

***

E così risorge il problema: quale nuova formulazione dei patti suggerire che meglio salvaguardi il diritto in questione rispetto al nuovo orientamento della giurisprudenza ed alle nuove future norme legali.

Nel fascicolo di ottobre 1929 della nostra Rivista è stata pubblicata una sentenza del Tribunale di Alessandria (5 gennaio 1928) nella causa promossa dalle Imprese Elettriche del Piemonte Orientale contro il fallimento Cavallero; opportuna è la nota messa dalla Redazione in calce alla sentenza stessa, che richiama la attenzione sulla impostazione ivi data alla questione controversa.

In sostanza la sentenza supera l'argomento avversario, e cioè che la domanda al passivo del fallimento per la inesecuzione contrattuale costituisca un credito per danni sorgenti dalla risoluzione del contratto a causa del fallimento.

Essa afferma che si tratta invece di un credito stabilito fin dalla origine del contratto, semplicemente rateato per comodità dell'utente.

La sentenza si richiama alla speciale fisionomia del contratto di somministrazione in dipendenza del particolare carattere della merce che ne forma l'oggetto; scrive la sentenza: « L'ener- « gia elettrica è una merce *sui generis*: è una forza, epperò in « tanto e per tanto ha valore in quanto essa è prodotta, ossia « è una forza il valore della quale consiste tutto nel costo di « produzione e non è come un'altra qualsiasi merce, che, non « adoperata appena prodotta, possa essere immagazzinata, te- « nuta a disposizione di eventuali acquirenti e riversata sul « mercato nei momenti di maggiore richiesta. Da ciò deriva che « quando la società fornitrice di energia elettrica si impegna « di tener questa a disposizione dell'utente, ad altro non si « impegna se non a produrre la energia medesima, cioè a fare « un determinato necessario impianto o ad accrescere in pro- « porzione quello già esistente per la produzione e la trasmis- « sione, a provvedere alla manutenzione della conduttura, ad « assumere ed a mantenere il personale necessario, sia tecnico « che operaio, e via dicendo.

« Di fronte a siffatto impegno che costringe la società ad una « spesa certa, determinata e continuativa per tutto il tempo « del contratto, lo utente si impegna a sua volta ad un minimo « di consumo che altra finalità non ha e non può avere se non di « concorrere con la società fornitrice alle suaccennate spese, « non già per un esoso aggravio e per stipulare una condizione « ad esclusivo vantaggio della società, bensì per porre le parti « contraenti in istato di parità come nei diritti così pure negli « obblighi assunti ».

Prosegue poi la sentenza, svolgendo considerazioni veramente perspicue, rilevando come il patto del consumo minimo non sia un impegno a consumare energia anche quando non se ne abbia bisogno, ma un obbligo di pagare in ogni caso, vi sia o non vi sia consumo, una somma a titolo di contributo o di concorso nelle spese di impianto e di manutenzione, l'ammontare della quale viene ad essere in modo concreto determinata fin dall'inizio del contratto di guisa che su quel minimo di contributo possa la società fornitrice fare assegnamento sicuro.

È concetto che trova i suoi precedenti nelle argomentazioni svolte dai fautori della tesi della proponibilità del credito al passivo fallimentare; ora però esso viene presentato in altra forma; e la diversa formulazione sua consente, se non la proposizione di una nuova teoria, almeno la possibilità di una più facile comprensione degli argomenti favorevoli alla tesi propugnata dalle aziende distributrici.

Certo è sottile la distinzione che il Tribunale di Alessandria fa in riguardo alla natura e alla funzione del patto del minimo consumo.

È ingegnoso l'affermare che la rateazione sia concessa non solo a favore dell'utente, ma anche per necessità pratiche contabili, perchè è pattuito che in caso di consumo dell'energia il minimo venga conglobato e compensato nel maggior consumo.

È una ricostruzione astratta che certo sarà accusata di artificiosità: il più forte argomento che sarà invocato contro di essa sarà la evidenza del carattere corrispettivo che ha il pagamento del canone rispetto alla consegna dell'energia. Di guisa che gli avversarii insisteranno nell'affermazione che in realtà si tratti di vendita a consegne ripartite.

Ma, pur ammettendo che l'argomentazione del Tribunale di Alessandria non sia insuperabile, ciò non vuol dire che non si debba cercare di trar partito da questo nuovo aspetto della controversia.

In sostanza, proporrei di dare rilievo, nella formulazione del patto di consumo minimo, a questa particolare funzione che il patto stesso ha nella economia del contratto di somministrazione.

Quando questo rilievo venga concretato in un espresso riconoscimento da parte dell'utente che formi la premessa logica di una precisa pattuizione, mi sembra che si abbiano approntati argomenti notevoli per la decisione della futura controversia.

Forse torna opportuno in questo momento richiamare in vigore un patto che vidi già in alcuni vecchi contratti di fornitura di energia elettrica; patto che io allora giudicai non conveniente per le aziende e che gli ingg. Banfi e Piccinini abolirono nel modulo da loro predisposto: il patto cioè che riduceva ad una determinata percentuale sui canoni non riscossi fino alla fine del contratto (ricordo che in taluni contratti si indicava il 20%) l'importo che la azienda avrebbe potuto pretendere in ogni caso di anticipata risoluzione del contratto.

Quando non pareva dubbio il diritto di pretendere anche nei confronti del fallimento la integrale esecuzione del contratto, non aveva giustificazione la preventiva volontaria riduzione di questo diritto, che poi doveva essere ulteriormente falcidiato essendo pagato in moneta fallimentare; il patto si risolveva in una vera e propria rinuncia non giustificata da alcun corrispettivo.

Ora la cosa si prospetta in modo alquanto diverso.

Qualora il minimo consumo venga considerato come una preventiva determinazione degli oneri che la azienda viene ad incontrare per la fornitura, di guisa che esso debba essere corrisposto in ogni caso, sia che l'utente usi, sia che non usi della energia; se la inesecuzione dipenda dal fallimento dell'utente, e cioè da causa che escluda nel modo più sicuro la ripresa della fornitura, potrebbe ritenersi equa una modica riduzione sul minimo pattuito, in quanto la azienda non avrebbe più l'obbligo di tenersi pronta alla ripresa anche per una eventuale futura erogazione dell'energia.

Rispetto a qualsiasi altra inadempienza, fino a che non sia intervenuta una formale dichiarazione dell'utente, oppure una sentenza di magistrato, può sempre accadere che l'utente richieda di nuovo la fornitura e la azienda deve essere sempre pronta ad aderire a tale richiesta, nell'ipotesi che essa domandi la integrale esecuzione del contratto.

Quindi non solo teoricamente, ma anche praticamente, l'azienda ha l'onere di mantenere in efficienza i proprii servizii per essere pronta a far fronte alle richieste.

Ma quando, lo si ripete, come nel caso di fallimento, si sappia a priori che una ripresa siffatta non potrà verificarsi, la

azienda non è più tenuta ad attendere una eventualità certamente esclusa, e può, disponendo come meglio crede delle cose sue, del proprio personale e fors'anche dell'energia, ricuperare almeno parzialmente quelle spese che erano state oggetto di considerazione al momento della fissazione dei minimi.

Ecco perchè riterrei opportuno, solo per il caso di fallimento, richiamare in vigore la pattuizione a cui sopra ho fatto accenno.

Certo, è opportuno dire fin d'ora che la clausola contrattuale che si propone, può ancora fornire argomento di discussione.

Allo stato attuale della giurisprudenza, per i fini pratici che ci proponiamo, essa rappresenta un indiscutibile miglioramento delle clausole contrattuali con i chiarimenti dati alle intenzioni ed alla volontà delle parti.

Concludendo, fermo l'avvertimento dato circa la convenienza di proporre sollecitamente l'azione giudiziaria nella previsione di fallimento di un utente il contratto del quale abbia ancora notevole durata, propongo, salvi l'illuminato parere e i suggerimenti dei colleghi che il capoverso II del modulo Banfi-Piccinini venga sostituito con il seguente:

« La fornitura è stata assunta dalla Società avendo riguardo « ad ogni condizione pattuita e particolarmente alla durata del « contratto. In relazione alla durata è stato determinato il mi- « nimo consumo mensile garantito che nel suo complessivo am- « montare per tutte le mensilità dovute rappresenta il corri- « spettivo minimo dell'utente per l'impegno assunto dalla so- « cietà di garantire la consegna dell'energia per la durata con- « trattuale. Di guisa che resta pattuito che l'utente sarà tenuto « alla corresponsione di tutti i minimi mensili garantiti fino « alla scadenza contrattuale, anche se per qualsivoglia motivo « cessasse dall'usare energia prima di tale scadenza. Se la ces- « sazione dell'uso dell'energia dipendesse dal fallimento del- « l'utente, l'importo complessivo dei minimi mensili dovuti « dalla massa fallimentare sarà ridotto del 20% in considera- « zione della intervenuta risoluzione del contratto a seguito « del fallimento e della conseguente facoltà della società forni- « trice di non tenere a disposizione la energia fino alla scadenza « del contratto stesso ».

Corrispondentemente dovrebbe parzialmente modificarsi il patto 14° il quale riguarda le inadempienze da parte dell'utente: in detto patto sarà opportuno fare espresso richiamo alla clausola del minimo consumo; e così il patto 14° potrebbe essere formulato come segue:

« Qualora l'utente non ottemperasse..... avrà il diritto di so- « spendere la fornitura senza preavviso e senza procedura giu- « diziale, perchè così convenuto per patto espresso, salvo sem- « pre ogni altro suo diritto di rivalsa per danni e spese e salvo « quanto disposto al capoverso II° dell'art. 2 ».

Impianto di utilizzazione.

(Patto VI°, modulo Banfi e Piccinini).

Oggetto della presente relazione è la clausola segnata col n.° 6 del modulo Banfi e Piccinini e che, sia pure in diversa forma, si ritrova in quasi tutti i contratti di fornitura di energia elettrica.

Intendo riferirmi all'*impianto di utilizzazione*, vale a dire allo impianto interno di proprietà dell'utente.

È evidente come l'impianto interno abbia sempre formato oggetto di vigilanza e di controllo da parte dell'azienda distributrice, non solo allo scopo di evitare frodi nell'uso dell'energia da parte dell'utente (frodi che, purtroppo, in questi ultimi tempi hanno assunto un carattere di speciale pericolosità per la frequenza e per i mezzi adottati nel perpetrarle): ma anche allo scopo di evitare che imperfette installazioni, od impianti in condizioni di trascurata manutenzione, avessero a portare pregiudizio alla rete di distribuzione della azienda fornitrice.

Già nella relazione degli ingg. Banfi e Piccinini, sotto il n.° 11, i relatori, accennando a questa clausola, aggiungevano che era prudente far rilevare che i diritti in tal modo assicurati a sè dal fornitore di energia non potevano importare responsabilità di sorta per eventuali danni dell'impianto da parte dell'utente.

Già fin d'allora cioè si era rilevata la contraddizione che poteva derivare praticamente fra quanto voluto dalla impresa con la adozione di una siffatta clausola e le conseguenze che certo ne sarebbero derivate con la interpretazione che di tale clausola avrebbero potuto dare i Giudici chiamati ad applicarla.

Sta bene che la azienda fornitrice dichiari di riservarsi un semplice diritto e non già un obbligo, ed aggiunga ancora che la esplicazione di un siffatto diritto miri soltanto alla tutela dei propri interessi; certo si è che a siffatti argomenti torna facile la risposta che al diritto corrisponde anche un dovere: e che, se la azienda ha imposto all'utente di servirsi di installatori da essa autorizzati, ed inoltre si è riservata la facoltà di iniziale collaudo e di successive verifiche, ne deriva la conseguenza che così per la originaria eventuale insufficienza dell'impianto, come per la successiva mancata manutenzione e derivante pericolosità dell'impianto stesso, essa debba rispondere o per l'art. 1153 Cod. Civ. nel primo caso, o per una negligente vigilanza, e quindi per colpa diretta, nella seconda ipotesi.

Il problema si presenta attualmente con carattere di attualità per la adozione frequente di numerosi apparecchi domestici per il funzionamento dei quali viene usata l'energia elettrica che nelle case di abitazione in precedenza serviva solo ad illuminare le lampadine per l'illuminazione.

In moltissime famiglie si usa il ferro elettrico da stiro; sono frequentissime le applicazioni termo-elettriche nella cucina, ed anche gli apparecchi radiofonici, alimentati dalla corrente alternata mediante spina di attacco all'impianto e spesso collegati alla rete interna che serve da antenna, costituiscono altrettante occasioni di riprova della resistenza e della perfetta manutenzione dell'impianto.

Anche un recente tragico caso toccato ad un radio-amatore ha potuto in un primo tempo far dubitare che le cause della di lui morte si dovessero far risalire ad un guasto dell'impianto interno e quindi ad una irregolarità nella erogazione della energia.

È certo che questi incidenti, fortunatamente non frequenti, offrono sempre difficoltà di indagini per l'accertamento delle cause che li hanno provocati.

Quindi è opportuno lo studio che ci siamo proposti, la ricerca cioè di quella clausola contrattuale che negli incidenti provocati dall'impianto interno metta senz'altro fuori causa l'azienda distributrice nell'accertamento delle responsabilità.

Per evidenti considerazioni di natura pratica occorre scartare la ipotesi di rinuncia ad ogni potere di vigilanza e di controllo.

Certo, se la impresa distributrice potesse disinteressarsi completamente dell'uso che l'utente faccia dell'energia e potesse dichiarare esplicitamente tale suo disinteresse, in modo che dopo la consegna fatta dell'energia ai misuratori cessasse ogni suo intervento di vigilanza o di controllo, non vi sarebbe possibilità di dubbio. Ma è evidente che le aziende non possano, per evitare la eventualità di una questione e sia pure di una responsabilità per una ipotesi non frequente, rinunciare ad ogni diritto di controllo.

Gli inconvenienti derivanti dalla cattiva esecuzione o dalla trascurata manutenzione dell'impianto interno fanno risentire fatalmente i loro effetti anche sulla rete generale della azienda, disturbando la erogazione dell'energia, o anche causando gravi danni agli impianti; inoltre la mancanza di ogni forma di vigilanza indurrebbe l'utente nella tentazione di frodi che resterebbero impunite.

Stabilita questa premessa ed esclusa quindi la decisione di rinunciare alla facoltà fino ad ora assicurata alle aziende del patto in esame, occorre formulare il patto stesso in modo che non presti argomento alla affermazione di responsabilità della azienda distributrice.

Come si è scritto sopra, non è sufficiente la clausola generica di esonero da ogni responsabilità, sia pure basata alla giustificazione che il diritto di controllo e di verifica serve solo agli interessi della azienda.

Ricorre alla memoria una non antica decisione della Corte di Appello di Milano (sentenza 10-18 novembre 1927) pronunciata nella causa fra la Azienda Municipale di Busto Garolfo e certo Colombo Giuseppe di Villa Cortese.

La fattispecie oggetto di quella lite raffigura con molta efficacia una delle ipotesi che possono verificarsi in riguardo alla clausola in questione.

Il Colombo, che promosse quella causa, era utente della Azienda Municipale di Busto Garolfo; egli conduceva un esercizio di osteria e aveva fatto applicare una lampada per la illuminazione del gioco delle boccie; la lampada era stata installata applicandola ad un filo teso attraverso al campo di gioco, sostenuto da due piantane.

Poichè le oscillazioni del vento scuotevano la lampadina e ne provocavano la frequente rottura, il Colombo fece di sua iniziativa trasportare la lampadina stessa in fondo al campo di gioco, appoggiandola ad un ballatoio della casa e facendo passare il filo conduttore dell'energia intorno ad un ferro della ringhiera del ballatoio stesso.

Col tempo, a causa della ruggine, il rivestimento del filo ebbe a consumarsi ed il filo nudo venne a trovarsi a contatto col ferro della ringhiera. In un giorno di pioggia, e cioè in particolari condizioni sfavorevoli, la bambina del Colombo passando per il ballatoio ed appoggiando le mani alla rinchiera venne investita dalla corrente che la fulminò.

Di qui la causa promossa dal Colombo per i danni, assumendo che responsabile fosse la azienda distributrice.

In quella causa vennero proposte varie questioni che non interessano il presente studio; è invece istruttivo riportare quella parte della controversia che riguarda la responsabilità per le condizioni dell'impianto interno: si pretese dal Colombo: la lampadina era stata posta in luogo pericoloso, e cioè in vicinanza della ringhiera metallica; per di più l'impianto era deteriorato perchè il rivestimento del filo si era corroso, di qui la responsabilità della azienda, la quale si era riservata il diritto di ispezione e controllo.

L'azienda di Busto Garolfo (la quale non essendo ente autonomo era esercita direttamente dal Comune e pertanto si identificava giuridicamento con lo stesso) aveva un regolamento per la vendita della energia ai proprii utenti: in tale regolamento era stabilito che « tutto l'impianto interno a partire dalle « valvole aeree esterne, nonchè le eventuali riparazioni di esso, « sono a carico dell'utente e devono essere eseguite esclusiva« mente da personale del Comune o da ditte a ciò autorizzate ».

Era pattuito ancora che l'utente dovesse lasciare ispezionare il proprio impianto dagli agenti del Comune e dai Commissarii di vigilanza ogni volta che costoro lo credessero opportuno. Di guisa che, in base a tali risultanze, la azienda si era difesa avanti la Corte di Appello con le seguenti considerazioni: « Gli articoli 8 e 9 del Regolamento comunale fanno carico agli « utenti della manutenzione dell'impianto interno. Tale Regola« mento è stato approvato dalla Autorità tutoria ed esso costi« tuisce pertanto legge fra Comune ed utenti. Ora è pacifico « che la causa del sinistro debba attribuirsi alla corrosione della « copertura del filo. Di guisa che si deve concludere che la causa « immediata del fatto dannoso sia stata la trascurata manuten« zione dell'impianto interno di proprietà del Colombo; costui, « quale comunista e quale utente, doveva osservare le norme « regolamentari dell'azienda, norme imposte per ragioni di uti« lità pubblica in difesa così degli interessi del Comune come di « quelli dei comunisti.

« Nè si dica che per l'art. 11 del regolamento, l'azienda elet« trica avesse l'obbligo di ispezionare gli impianti. Tale facoltà « di ispezionare costituisce un semplice diritto, ed essa, come « risulta da tutte le norme del regolamento, è dettata per la di« fesa del Comune stesso, allo scopo di evitare le frodi da parte « degli utenti.

« È obbligo della azienda di collaudare all'inizio l'impianto « onde vedere se esso sia tale da garantire insieme con il ri« spetto delle norme tecniche gli interessi di essa azienda; ma « l'obbligo della azienda non si estende oltre questi limiti; e « così, come il regolamento recita espressamente, la manuten« zione dell'impianto interno è a carico dell'utente il quale « deve vigilare affinchè il deperimento portato dall'uso della « cosa propria non abbia a causare pericoli e danni.

« La azienda non può assumersi l'obbligo di controllo con« tinuo degli impianti interni, obbligo di impossibile osservanza, « solo che si consideri il numero stragrande degli impianti « interni (quasi duemila utenti di luce) disseminati in una vasta « zona, con lampade situate nei luoghi più diversi, come stalle, « cortili, cascine, camere di abitazione ecc. (*omissis*). Occorre « ricordare sempre che la azienda di Busto Garolfo è rappresen« tata da un ente pubblico (il Comune), il quale nei confronti « degli utenti (che erano anche suoi comunisti) non poteva « validamente obbligarsi oltre le prestabilite norme di legge « e di regolamento. Nel caso, la distribuzione della energia era « disciplinata dalle norme contenute nel regolamento approvato « dal Consiglio Comunale nella seduta del 18 giugno 1911 e « pure approvato dalla autorità tutoria nella seduta 6 luglio 1911 « della Giunta Provinciale Amministrativa.

« Ora le disposizioni degli articoli 8 e 9 sono molto chiare: « il Comune provvede alle linee e in genere a tutto l'impianto « fino al confine della proprietà dell'utente, e più propriamente « fino alle valvole aeree esterne. Da quel punto comincia la « linea e l'impianto dell'utente il quale deve assumere la spesa « e curarne la manutenzione. Così l'impianto come le ripara« zioni devono essere eseguite da personale del Comune o da « ditte a ciò autorizzate (ultima parte art. 9). Quest'ultima di« sposizione deve essere intesa nella sua vera portata e non in « modo che essa venga a ditruggere in effetto quella cautela « che il regolamento invece ben chiaramente voleva stabilire.

« La imposizione che gli impianti e le riparazioni siano ese« guite con personale del Comune o a mezzo di aziende autoriz« zate non viene a togliere il fatto che proprietario dell'impianto « al di là delle valvole aeree esterne e responsabile della sua ma« nutenzione sia l'utente. Il Comune non volle altro che premu« nirsi contro la imprudenza o la insipienza degli utenti che « affidassero a mani inesperte l'impianto interno con pericolo « di danno anche agli impianti comunali ed eventualmente « con possibilità di frodi. È appunto per questo motivo il Co« mune al patto II del Regolamento si riservò il diritto di ispe« zione in qualunque momento degli impianti. Ma la norma « dell'ultima parte dell'art. 9, dettata per una maggiore ga« ranzia da parte del Comune, non può essere intesa ed appli« cata in modo che da essa derivi invece un capo di responsa« bilità per il Comune stesso.

« Imponendo che la costruzione dell'impianto interno fosse « eseguita da persone tecnicamente capaci e indicando le ca« tegorie di persone che a parer suo riteneva idonee, il Comune « non intendeva già di assumersi la paternità degli eseguiti « impianti e le responsabilità per le conseguenze che ne po« tessero derivare: il fine a cui mira l'art. 8 è ben chiaro ».

A siffatte considerazioni, molto brevemente, ma recisamente, rispose la sentenza di appello: « È facile rispondere che gli ar« ticoli 8 e 9 sono male interpretati dalla azienda; in essi non « si tratta che di spese di impianto e di manutenzione, non « già di responsabilità di qualsiasi genere; tanto è vero che « impianti e riparazioni devono essere fatti in base all'art. 9 « solo dal personale dell'azienda o da personale da essa auto« rizzato, e quindi nessuna responsabilità per l'impianto tra« scurato può risalire all'utente..... L'obbligo di manutenzione « dell'impianto interno da parte dell'inquilino non può signifi« care altro che una manutenzione di carattere economico, non « tecnico, cioè a spese dell'utente; mentre l'impianto esterno è « a carico dell'azienda. Chi fa la installazione dell'impianto deve « agire in modo che il naturale logorio del rivestimento non porti « a pericolo di contatti o di corti circuiti, poichè lo utente che « può essere di limitatissime cognizioni, non può conoscere « quale consumo delle condutture renda pericoloso il circuito ».

Di guisa che la Corte di Appello pronunciò condanna dell'Azienda Municipale al risarcimento dei danni.

Ciò premesso, ne deriva la conclusione che ben difficile sia il mantenimento del patto in esame con la certezza di esclusione di ogni responsabilità in relazione al patto stesso.

Si potrà invece escogitare una formulazione del patto che abbia ad accentuare il diritto di proprietà dell'utente con le conseguenze derivanti da tale diritto, e con la corrispondenza messa in rilievo degli scopi a cui tende il patto stesso.

In questo modo, se non si raggiunge la certezza di aver assicurato l'esonero da ogni responsabilità, tuttavia si sarà resa più facile la difesa della azienda distributrice.

Il rilascio della *autorizzazione* da parte della azienda fornitrice all'installatore privato costituisce altro argomento di responsabilità per la azienda stessa. Il cosidetto *licenzino* rappresenta quasi il rapporto da commesso a committente, anche se l'incarico per l'impianto interno venga impartito dall'utente e se la relativa spesa faccia carico a lui.

A questo proposito mi pare che possa prendersi occasione dalla prossima pubblicazione del « Regolamento per gli installatori presso privati » a cura dell'UNFIEL per l'esame anche di questo particolare aspetto della questione.

Anzitutto a me pare che potrebbe inserirsi nel Regolamento per gli installatori, quasi a titolo di premessa, una dichiarazione che chiarisca lo spirito del regolamento stesso e gli intendimenti da cui furono mosse le aziende associate nella formulazione sua; il che darebbe poi lo spunto per una migliore sistemazione del rilascio del *licenzino* da parte delle singole aziende. E cioè la azienda non darebbe più una *autorizzazione*, sibbene si limiterebbe ad una semplice *designazione*.

Mentre la *autorizzazione* involve necessariamente il presupposto della esistenza di ordini o di condizioni a cui essa autorizzazione è sottoposta, e che sono quindi impartiti dalla azienda autorizzante, *la designazione* avrebbe una portata minore e comunque essa farebbe sempre riferimento al regolamento della UNFIEL che non è opera dell'azienda.

Quindi per formulare una proposta pratica ed attuale, che è l'oggetto del presente studio, sottopongo ai Colleghi della Sottocommissione la idea di proporre questa premessa al Regolamento degli installatori:

« Per una regolare e sicura erogazione dell'energia elettrica « occorre che anche gli impianti interni di utilizzazione di pro« prietà dei singoli utenti abbiano ad essere eseguiti in modo « perfetto e rispondenti alle migliori norme tecniche. Con la « compilazione del presente Regolamento si è voluto elencare « una serie di disposizioni di ordine generale e particolare che « gli installatori privati debbono seguire nella esecuzione degli « impianti.

« Si consiglia alle aziende distributrici di imporre agli utenti « che la esecuzione degli impianti venga eseguita solo da in« stallatori che siano designati dalla azienda stessa come per« sone che diano garanzia di esatta osservanza delle norme del « presente regolamento.

« E ciò nell'interesse generale e senza contraddire comunque « al principio della proprietà nell'utente dell'impianto interno

« e quindi della di lui esclusiva responsabilità per l'esecuzione « e la manutenzione dello stesso ».

In relazione a questa premessa e alle modifiche che più oltre propongo al patto 6° delle condizioni generali, il così detto *licenzino* agli istallatori potrebbe essere così formulato:

« La sottoscritta Società attesta che il sig...... nella sua qua- « lità di installatore di impianti elettrici fornisce garanzia di co- « noscenza e di osservanza del *Regolamento per gli installatori* « presso privati edito dalla UNFIEL; e pertanto subordinata- « mente alla esatta osservanza del Regolamento stesso ed ai « limitati effetti del patto 6° delle *Condizioni generali di vendita* « ai privati stabiliti dalla sottoscritta, esso sig. ..... è designato « fra gli installatori di cui l'utente può servirsi per l'esecuzione « dell'impianto interno ».

Tornando finalmente al principale oggetto di questo studio, in relazione alle svolte argomentazioni, propongo che il patto 6° del modulo predisposto dagli Ingg. Banfi e Piccinini venga modificato come segue: « L'impianto di utilizzazione dell'energia « dai misuratori deve essere eseguito a cura e spese dell'utente: « e costui ne resta proprietario ed unico responsabile così per « la mala esecuzione come per la negligente manutenzione. « L'utente si assume l'obbligo di usare la massima diligenza « onde evitare la possibilità di danni o disturbi agli impianti « di distribuzione della società fornitrice: pertanto si impegna « di fare eseguire l'impianto da installatori che la società forni- « trice si riserva di designare fra quelle persone che diano ga- « ranzia di esatta osservanza delle norme tecniche fissate dalla « UNFIEL.

« Si impegna inoltre a notificare preventivamente alla Società « le eventuali modifiche e gli impliamenti nell'impianto che non « potranno essere eseguite se non dopo la autorizzazione data « dalla società stessa. Infine si impegna a consentire alle veri- « fiche dell'impianto da parte della società fornitrice ogni qual « volta alla stessa piaccia di addivenire alle verifiche stesse, « coll'impegno di eseguire a proprie cure e spese tutte quelle « riparazioni o modificazioni che ritenesse necessarie al buon « funzionamento ed alla sicurezza dell'impianto.

« Tali verifiche (continua come al patto 6° del Modulo Banfi-Piccinini) ».

Pagamenti.

(*Patto IX°, modulo Banfi e Piccinini*).

La clausola risolutiva espressa contenuta nel patto 9° del modulo Banfi-Piccinini, che autorizza l'azienda distributrice a sospendere la erogazione dell'energia in caso di mancato pagamento dei canoni e in genere al verificarsi di una inadempienza contrattuale da parte dell'utente dovrà senza alcun dubbio essere mantenuta.

La questione formò già oggetto di un mio studio sulla Rivista *L'Impresa Elettrica*, n.° 3 del 1923.

La clausola risolutiva espressa è diventata di comune adozione in tutti i contratti che non si esauriscono in un'unica prestazione ed in un sol tempo, ma che richiedono invece successive prestazioni.

Nelle convenzioni di simile natura si è ben presto rilevata la iniqua situazione in cui veniva a trovarsi quella parte che era costretta a continuare nella pattuita prestazione anche quando l'altro contraente non adempieva agli obblighi che per contratto gli incombevano: tale iniqua situazione già era stata rilevata dalla antica sapienza romana come ripugnante a quel carattere corrispettivo che è prevalente nei rapporti bilaterali e a quella buona fede che deve informare sempre le contrattazioni.

Il funzionamento della giustizia è fatalmente vincolato a necessità procedurali che ne ritardano il corso; la pronuncia della sentenza riparatrice del torto deve essere attesa per lunghi mesi, e intanto la pendenza del giudizio costituisce un ottimo pretesto per la parte inadempiente a persistere nella inadempienza ed a fruire nel frattempo gratuitamente della prestazione della controparte.

Non fu quindi possibile dubitare della applicabilità in tutto il suo rigore della antica massima: *inadimplenti non est adimplendum*.

Per restare alla fornitura di energia elettrica, ben presto i così detti contratti-tipo (somministrazione gas, acqua potabile, ecc.) ebbero la aggiunta del patto espresso della facoltà di sospensione della fornitura senza bisogno di attendere la pronuncia dell'Autorità giudiziaria quando l'utente si fosse reso colpevole di inadempienza contrattuale, specialmente in riferimento al mancato pagamento dei canoni.

Così si sanzionò con una clausola contrattuale quanto del resto stabilivano le regole generali di diritto e la norma dell'art. 1165 C. C. che presuppone nei contratti bilaterali la clausola risolutiva.

La sospensione della fornitura costituisce un'arma potentissima a disposizione dell'impresa: la minaccia della sospensione, specialmente se la energia viene adibita a forza motrice, può mettere in tale preoccupazione l'utente da indurlo a desistere senz'altro da quelle pretese più o meno fondate che avevano fatto sorgere la contestazione con la impresa.

Ma appunto perchè si tratta di un'arma assai efficace essa non poteva non suscitare risentimento e tentativi di reazione che si sono esplicati in contestazioni legali promosse dall'utente col proposito di paralizzare nelle mani della impresa quella forza che le dava la facoltà di sospensione.

Poichè il tentativo mirava al sollecito, chè anzi, all'immediato ripristino della fornitura, gli utenti ricorsero all'azione possessoria.

Nello studio più sopra richiamato abbiamo esaminate le manifestazioni dell'autorità giudiziaria in riguardo giungendo alla conclusione che la grande maggioranza delle decisioni nega la ammissibilità della azione possessoria per siffatta ipotesi.

Comunque, ripetesi, il presupposto dell'art. 1165 C. C. è stato accolto mediante analoga espressa pattuizione ed al riguardo si deve convenire nella opportunità che la clausola abbia ad essere mantenuta.

Giustamente in riguardo la relazione degli Ingg. Banfi e Piccinini scriveva: « In pratica a quest'ultima misura della sospen- « sione della fornitura si ricorre assai raramente per ovvie ra- « gioni, e tanto meno vi si ricorre quanto più importante è la « utenza; quando vi si ricorre è preceduta da diffide scritte, e « quindi da congrui preavvisi; ma consigliamo di lasciarla come « fu esposto nelle condizioni generali dato che nessun distri- « butore ne ha mai abusato ».

Il richiamo alla moderazione nell'uso della facoltà di sospensione è opportuno, specialmente nei periodi di crisi industriale, quando cioè ricorre più frequentemente la ipotesi di ritardo nei pagamenti.

Certo non bisogna però trascurare l'attuale orientamento della giurisprudenza, quale venne ricordato in riguardo alle modifiche proposte alle clausole 2 e 13: ha ritenuto la giurisprudenza che debba la azienda proporre la propria domanda di danni per interruzione del contratto (nella ipotesi di sospensione dei pagamenti) prima che sia dichiarato fallito l'utente. Questo rilievo potrebbe indurre le aziende distributrici ad affrettare le proprie iniziative giudiziarie nei confronti dell'utente moroso per la ipotesi non improbabile della successiva dichiarazione di fallimento.

È un tema in cui è difficile dare consigli di massima: occorre risolvere caso per caso, con criterii di opportunità, secondo le circostanze.

Il patto 9° del modulo Banfi-Piccinini potrebbe essere parzialmente modificato al secondo capoverso al solo scopo di tener conto della modifica proposta al patto 2°, riguardante i diritti della azienda per il minimo di consumo in caso di anticipata risoluzione del contratto.

Esso potrebbe venire così concretato:

« Il mancato pagamento darà facoltà alla società distribu- « trice otto giorni dopo la data dell'avviso rilasciato dagli esat- « tori, di sospendere senz'altro e specialmente senza d'uopo di « procedura giudiziale, perchè così convenuto per patto espresso, « la fornitura dell'energia, salvi i suoi diritti per il pagamento « di quanto dovutole, per la corresponsione di tutti i minimi « mensili garantiti fino alla scadenza contrattuale e per la ri- « fusione di ulteriori eventuali danni e delle maggiori spese di « esazione e di mano d'opera nel caso venga sospesa e poi « riattivata la fornitura ».

Anticipo.

(*Patto X°, modulo Banfi e Piccinini*).

Nel modulo presentato al primo Congresso dell'ANIEL nell'ottobre 1925 la clausola riguardante l'anticipo era posta sotto il n.° 10 delle condizioni generali e nella relazione veniva consigliato il mantenimento della clausola stessa, praticamente buona, la quale poteva compensare il danno spesso derivato alle aziende da improvvisi mutamenti di domicilio degli utenti che lasciavano insolute le ultime bollette del consumo: questo particolarmente per gli utenti di luce nei centri urbani.

La clausola che del resto è comune a tutte le somministrazioni a tratto successivo, specialmente per quelle che sono pagate in via posticipata, non ha nulla di particolarmente gravoso per l'utente, ed alla sua giustificazione non occorrerebbero ulteriori discorsi.

Si vuole invece fin d'ora accennare ad una questione che già venne presentata talvolta, ma che certo ora risorgerà molto più vivacemente dopo le ultime manifestazioni della giurisprudenza e delle quali si è già fatto cenno nella relazione che riguarda la *durata del contratto*.

Intendiamo riferirci alla efficacia ed al trattamento del deposito cauzionale nel caso di fallimento dell'utente.

Nel volume IV anno 1927 della nostra Rivista già ebbi ad accennare alla questione; ma in allora la giurisprudenza non aveva ancora manifestato l'odierno orientamento; per di più non si conoscevano le modifiche che al Codice di Commercio intendono apportare coloro che stanno compilando il progetto di riforma.

In quello studio osservavo che sopravvivendo il contratto nei suoi rapporti costitutivi nei confronti del curatore, il quale aveva diritto di sottrarsi alla continuazione, ma non poteva negare il risarcimento del danno, ne derivava la logica necessaria conseguenza che il deposito cauzionale conservasse la propria funzione quale venne originariamente pattuita fra la impresa e l'utente di poi fallito.

Scrivevo allora che il principale argomento che viene invocato dai curatori dei fallimenti è che non possa operarsi la compensazione fra il credito della azienda fornitrice per il pagamento del prezzo e il credito della massa per la restituzione del deposito.

Anzitutto se debito e credito dipendono *ex eadem causa*, cioè sono fondati sul medesimo contratto, non vi è motivo perchè la compensazione sia contestata (si vedrà più tardi come in fatto non sussista un credito della massa per la restituzione).

La *indisponibilità* attiva e passiva prodotta dal fallimento rende impossibile la compensazione così convenzionale come legale dopo la sentenza dichiarativa del fallimento (Bonelli: *Del Fallimento*, parte I, paragrafo 255).

Questo concetto non ha sempre prevalso: dal punto di vista del creditore il diritto di compensazione può considerarsi anche come una estensione del diritto di *ritenzione;* nei motivi del Codice delle Obbligazioni germanico il diritto di compensazione è messo insieme coi diritti di ritenzione e di pegno e a tutti e tre viene data una portata reale.

Restano invece compensabili il debito verso il fallito col credito acquistato verso la massa e il debito verso la massa con diritto alla percentuale con la avvertenza che la massa non è obbligata ad attendere per il pagamento del credito esigibile che venga determinata la percentuale spettante ai creditori concorsuali.

Il diritto di compensazione va poi ammesso in quei casi nei quali la obbligazione del fallito diventi propria del fallimento, come se il rapporto bilaterale sia stato continuato anche dopo il fallimento stesso.

Comunque sia, il principale argomento, quello fondamentale, era pur sempre il rilievo della sussistenza del vincolo obbligatorio nei confronti della massa per la continuazione del contratto o in sostituzione per il risarcimento dei danni.

Recentemente la questione è stata portata *in terminis* al Pretore di Rho che la decise con la sentenza 6 maggio 1929 (causa del Fallimento Macchi contro la Soc. An. Luce e Forza di Parabiago).

La Soc. Luce e Forza, da me rappresentata, propose la questione al Pretore di fronte alla pretesa del curatore del fallimento che intendeva avere la integrale restituzione del deposito cauzionale, riservandosi poi di ammettere al passivo fallimentare il credito della società nei confronti dell'utente per arretrati canoni.

Il Pretore motivò come segue: « Dai documenti prodotti « devesi dedurre la chiara conclusione che la somma era stata « versata dal Macchi a garanzia dell'adempimento degli ob- « blighi contrattuali, che questi non furono invece mantenuti « perchè la fornitura, che sarebbe stata continuativa, venne « meno avanti il termine che erasi automaticamente prorogato; « si è verificato pertanto il caso previsto nel suesposto patto « contrattuale col diritto nella società convenuta alla somma « versata dal Macchi. Tutto ciò è vero, come effetto di contratto « liberamente stipulato, ma viene dal fallimento contestato per « diverse ragioni: 1) perchè il contratto stipulato per un anno « era scaduto; 2) perchè, nell'ipotesi di contratto continuativo, « occorrerà la effettività o quanto meno la dimostrazione di un « danno da parte della convenuta; 3) per mancanza di inadem- « pienza contrattuale per intervento del fallimento risolutivo « del contratto; 4) che il risarcimento del danno dovrebbe essere « soggetto alla falcidia fallimentare.

« Tutte queste ragioni sono però infondate: la 1) perchè « contrastante col fatto; la 2) perchè stante il preciso tenore « del patto, nè la dimostrazione del danno, nè la sua effettività « sono necessarii perchè espressamente e consensualmente pre- « visti.

« Nè maggior fondamento può avere il 3) motivo: con la di- « chiarazione di fallimento non è sciolto *ipso jure* il contratto, « e non ne vengono meno gli effetti; e neppure esiste quella « che la curatela asserisce essere facoltà concessa dagli art. 804, « 805 Cod. Comm. alla curatela di ottenere lo scioglimento. « Se così fosse, di tale facoltà la curatela si avvarrebbe sempre « ove le tornasse l'utilità, ed allora sarebbe come dire che in « pratica gli effetti dei contratti cadono col fallimento, ciò che « contrasta apertamente coi disposti di legge e con la costante « giurisprudenza. Bisognerebbe allora asserire e ritenere che il « fallimento costituisca un caso di forza maggiore per la cessa- « zione dei contratti, in contrasto con i concetti dell'istituto « fallimentare che è ritenuto come la conseguenza di uno stato « colposo del fallito con la conseguenza che il fallimento non « può mai invocarsi come motivo giuridico legittimo della ina- « dempienza della obbligazione del fallito. Più serio invece sem- « brerebbe il motivo che la cauzione versata dal Macchi subisca « la falcidia fallimentare, in quanto che sembrerebbe a prima « vista che il creditore si fosse costituito così un privilegio non « ammesso: ma anche ciò cade di fronte al patto specifico, per « cui non di privilegio, ma di diritto di ritenzione deve par- « larsi, in vista del passaggio di proprietà espressamente pattuito « per contratto valido e i cui effetti sopravvivono alla dichiara- « zione di fallimento ».

Come si espose nella precedente relazione, ora la questione rimane alquanto compromessa, se non per ciò che si riferisce ai canoni arretrati (per i quali sull'anticipo la Società distributrice avrà per lo meno un diritto di ritenzione), almeno per quanto riguarda il credito per la mancata esecuzione del contratto.

È evidente che se si ritiene che il fallimento non abbia obbligo nè di continuare l'esecuzione del contratto, nè di corrispondere risarcimento di danno per la anticipata risoluzione, non possa neppure pretendersi che la somma data a titolo di anticipo abbia a rappresentare una cauzione per un diritto che viene disconosciuto.

Di qui l'obbligo della azienda alla restituzione dell'anticipo che ancora fosse per avventura a sue mani e che non avesse corrispondente ragione di credito per energia erogata.

Anche a questo riguardo non si può che consigliare qualche accorgimento di formulazione della pattuizione in esame che consenta una più efficace difesa delle funzioni della clausola di cui si tratta.

Inoltre la clausola stessa dovrebbe essere messa in relazione col patto 2° e con la nuova formulazione proposta.

Di guisa che, avendo riguardo ad ogni cosa, proporrei ai colleghi che il patto 10° riguardante l'anticipo venisse formulato come segue:

« A titolo di anticipo sulle somme che in qualsiasi tempo e « per qualsiasi circostanza in relazione al contratto di fornitura « di energia elettrica risultassero a carico dell'utente, e così « per canoni arretrati, come per danni da anticipata cessazione « del contratto o da altra qualsiasi inadempienza, l'utente « verserà in contanti alla società distributrice una somma com- « misurata all'importanza della fornitura e sulla quale non verrà « corrisposto interesse alcuno.

« La somma così anticipata, con l'insorgenza del credito « della società distributrice per qualsiasi titolo passa in pro- « prietà della stessa società distributrice, la quale non avrà « altro obbligo oltre quello di computare l'importo dell'anticipo « in deduzione del credito da essa vantato verso l'utente, salvo « ben si intende ogni altro diritto dell'azienda, compreso quello « di sospendere la erogazione dell'energia ».

Avv. Rodolfo Frattini.

PRASSI AMMINISTRATIVA

Nella presente rubrica vengono riassunti principii, che hanno carattere generale, ma che vengono affermati dalla giurisprudenza o dalla stessa Pubblica Amministrazione in occasione di specifici provvedimenti amministrativi in materia attinente a derivazioni di acque pubbliche a scopo di produzione di energia elettrica o di provvedimenti relativi a servitù di elettrodotto, concessioni di sussidi a impianti e linee elettriche, laghi e serbatoi artificiali etc. La massima viene desunta dal testo di sentenza o decisione e dal decreto, e dal relativo parere del Consiglio dei LL. PP. La ricerca del provvedimento testuale è resa possibile ai lettori colle indicazioni della decisione o sentenza — che vengono indicati per ciascuna massima — o della data del decreto — e annesso disciplinare che sono pubblicati nel *Bollettino del Ministero dei Lavori Pubblici* — colla data e numero del relativo parere del Consiglio dei LL. PP. In ogni modo la Direzione della Rivista è a disposizione degli interessati per ogni altra ricerca, richiesta di copie e simili.

La Rivista *L'Energia* non ha bisogno di richiamare la importanza di queste massime, che costituiscono precedente giudiziario e amministrativo che vale spesso a risolvere casi pratici controversi, in via di interpretazione giurisprudenziale od autentica attuata in casi analoghi.

Ogni massima ha un numero progressivo che sarà richiamato nell'apposito indice annuale.

124 – *Utilizzazioni idriche abusive - Possibilità di sanatoria - Condizioni.*

In caso di utilizzazioni abusive di acque pubbliche (nella specie varianti non autorizzate di una concessione in atto), può con successivo decreto concedersi sanatoria e nuova concessione a datare dall'esercizio effettivo in specie quando non siavi alterazione al buon regime dell'acqua pubblica, non siavi lesione a legittimi diritti dei terzi e, in fatto, l'utenza per quanto abusiva, corrisponda alle esigenze dei bisogni locali.

D. R. 24 agosto 1928. Concessione alla Società Elettrica di Ponte Valtellina. Derivazione dal torrente Valfontana in Comune di Ponte Valtellina. Parere Cons. Sup. LL. PP. n. 775 del 15 marzo 1927. (*Boll. Min. LL. PP.*, 1928, p. 3192).

125 – *Concessione idroelettrica interferente con altra in corso di istruttoria - Possibilità di concessione della prima, salva la condizione di rispetto dei diritti dell'altra.*

Se la concessione di una prima utilizzazione idrica di una derivazione investe altra domanda in corso di istruttoria (nella specie riguardante un corso d'acqua del bacino, ma di importanza maggiore) ciò non osta alla concessibilità della prima utilizzazione.

In tal caso però il disciplinare può contenere una clausola così formata: « l'Amministrazione si riserva di prescrivere che siano erette stazioni di misura del torrente X (il secondo) in corrispondenza delle sezioni di presa e nella parte inferiore, ove è prevista la restituzione, per stabilire le caratteristiche di deflusso del torrente, nelle varie tratte, agli effetti dei provvedimenti da adottare per la tutela dei legittimi diritti che potranno essere riconosciuti ai titolari di precedenti domande per concessione di derivazione dal torrente X. Nel caso che tale impianto (il secondo, speciale per il torrente X) rientri fra quelli presentati anteriormente a quello della Ditta (concessionaria del primo impianto), quest'ultima dovrà fornire al concessionario di detto (secondo) impianto un quantitativo di energia corrispondente alla diminuita possibilità di utilizzare le acque del getto della presente (prima) concessione. Il quantitativo di energia sarà determinato tenendo conto dei periodi durante i quali il tributo fornito dal fiume ..... e dagli altri affluenti capitati a monte sarà inferiore alla portata massima utilizzabile dell'impianto, e della portata del torrente nei vari periodi in corrispondenza della presa sussidiaria del maggiore impianto ».

D. R. 29 luglio 1928. Concessione Maffei derivazione dal Torrente Locino (Prov. di Trento). Parere Cons. Sup. LL. PP. n. 2094 del 29 agosto 1927. (*Boll. Min. LL. PP.*, 1928, p. 3164).

126 – *Concessione intestata a due persone - Solidarietà e alternazione in caso di inosservanza.*

Ove una concessione idroelettrica sia rilasciata a due persone (nella specie: persone fisiche) e congiuntamente, nel relativo disciplinare è iscritta la clausola che « qualora una delle parti venga meno agli obblighi inerenti alla concessione, l'altra sarà obbligata ad ottemperarvi, restando autorizzata a proseguire i lavori e ad esercitare la concessione con tutti gli oneri relativi ».

Come al numero precedente, loco citato pag. 3177.

127 – *Concessione idroelettrica - Salvezza dei diritti dei terzi - Limiti di estensione.*

Una concessione idroelettrica, normalmente rilasciata sotto la riserva dei diritti dei terzi, può essere sottoposta a un disciplinare in cui siavi una clausola che attribuisce alla Ditta concessionaria la responsabilità « dei danni che derivassero a chicchessia dal funzionamento *o non funzionamento* dei bacini di accumulazione e comunque dalla costruzione delle opere di derivazione date in concessione ».

D. R. 3 agosto 1928. Concessione Soc. Idroelettrica Maceratese. Derivazione dai torrenti La Valle e Fornace nei Comuni di Fiordimonte e Pieve Bovigliana (Prov. di Macerata). Parere Cons. Sup. LL. PP. n. 1926 del 31 gennaio 1925 e 1829 del 15 luglio 1927. (*Boll. Min. LL. PP.* 1928, pag. 3185).

128 – *Concessione idroelettrica - Possibilità di riserva nei riflessi di monumenti.*

Una opposizione a concessione idroelettrica fondata sul rispetto di un parco monumentale, nel cui territorio dovesse costruirsi una centrale elettrica, non può dirsi assoluta e dirimente, in quanto nel disciplinare può essere inserita una clausola che impone alla Ditta concessionaria di attenersi alle eventuali prescrizioni che saranno stabilite dalla R. Sopraintendenza dei Monumenti.

D. R. 17 maggio 1928. Concessione Soc. Acciaierie e Ferriere Franchi Gregorini. Derivazione dal Brembo a S. Pietro a Brembate (Bergamo). Parere Cons. Sup. LL. PP. 15 giugno 1927, n. 1629. (*Boll. Min. LL. PP.*, 1928, pag. 3428).

129 – *Sussidio a costruzione ed esercizio di centrale idroelettrica - Misura convenzionale della potenza media.*

Se a un impianto idroelettrico viene concessa la sovvenzione governativa ai sensi del R. D. 2 ottobre 1919, n. 1995, può assumersi, ai fini del sussidio, una potenza media risultante dal certificato di collaudo e diversa (nella specie: inferiore a quella indicata nel Decreto di concessione).

D. R. 14 luglio 1928. Concessione Società Idroelettrica Piemontese. Derivazione dal Serbatoio di Gressoney La Trinité (Prov. di Aosta). Parere Cons. Sup. LL. PP. n. 681 del 29 marzo 1926. (*Boll. Min. LL. PP.*, 1928, pag. 3291).

NOTE E RIASSUNTI

DETERMINAZIONE DEI MOMENTI DI PRIMO ORDINE AI NODI DI STRUTTURE IPERSTATICHE

Il prof. Hardy Cross (libero docente dell'Università di Illinois) riassume un procedimento da lui escogitato per la determinazione dei momenti principali di incastro in strutture staticamente indeterminate. Il metodo è speditivo e di facile attuazione e non abbisogna dell'intervento di complicati sistemi di equazioni per i quali solitamente è necessario ricorrere all'impiego dei determinanti.

È notorio, d'altra parte, che la ricerca delle sollecitazioni iperstatiche coi procedimenti classici insegnati dalla scienza delle costruzioni, è semplice in teoria, ma è laboriosa e irta di difficoltà in pratica.

1) Premesse.

Consideriamo una trave le cui estremità siano appoggiate e prive di cedimenti.

Definiremo « rigidità » della trave il momento che agendo ad un suo estremo produce in esso una rotazione unitaria quando l'altro estremo è fisso.

Definiremo poi « momento d'incastro d'estremità » il momento che si verifica agli estremi della trave, per azionare dei carichi applicati, quando gli estremi stessi si considerino incastrati.

« Momento squilibrato » ad un nodo sarà inoltre il momento risultante dalla somma algebrica dei momenti d'« incastro di estremità » delle aste in esso concorrenti.

Facendo poi rotare un'estremo della trave e considerando l'altro estremo incastrato, la frazione di quel momento che ha generata la rotazione e che si trasmette all'altro estremo incastrato, sarà definita « coefficiente di trasmissione ».

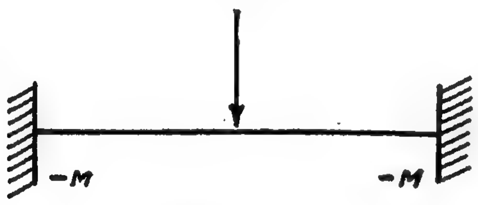


Fig. 1.

Supponiamo poi di avere una struttura iperstatica comunque caricata. In un nodo di essa, finchè questo nodo sarà impossibilitato di rotare, si produrranno dei « momenti d'incastro d'estremità » per ogni membratura, mentre lasciando il nodo libero a se stesso, questo tenderà a rotare per azione del « momento squilibrato ».

Occorre poi fissare una volta per tutte il segno da dare ai singoli momenti. Per questo si fanno le seguenti convenzioni:

Si consideri una qualunque membratura di una struttura iperstatica. Si farà rotare il disegno nel senso orario finchè tale membratura si presenti orizzontale per il lettore.



Fig. 2.

I momenti che si producono agli estremi della trave per l'azione di forze dirette dall'alto in basso sono considerati negativi (fig. 1). Saranno invece positivi quelli prodotti da forze dirette dal basso verso l'alto (fig. 2).

Considerato poi un nodo coi « momenti fissi d'estremità » trasmessi dalle aste ivi concorrenti, si trascurerà per un istante il loro segno e si sommeranno i momenti destrorsi tra di loro e quelli sinistrorsi pure fra di loro. La somma algebrica dei due risultati parziali dà in valore e verso il « momento squilibrato » al nodo.

2) Esposizione teorica del procedimento.

Si considera anzitutto l'intera struttura iperstatica come se tutti i nodi fossero impediti di rotare, il che equivale a supporre ogni singola membratura come una trave incastrata alle estremità. I carichi applicati ad ogni asta produrranno dei momenti di incastro determinabili coi soliti procedimenti insegnati dalla statica grafica o con i risultati analitici della scienza delle costruzioni.

Fatto ciò si supponga di lasciare i nodi liberi a se stessi. Ogni nodo tenderebbe a ruotare per azione del « momento squilibrato » se non ci fosse l'impedimento dovuto agli incastri delle aste che da esso si dipartono. Ciò vuol dire che queste aste concorrenti nel nodo devono reagire complessivamente con un momento uguale e contrario al « momento squilibrato ».

Quanto al modo con cui le varie membrature si distribuiscono fra di loro questo « momento squilibrato » è facile convincersi che ciascuna asta ne sopporterà una frazione proporzionale alla sua « rigidità ».

In seguito però, l'asta che trattiene il nodo e gli impedisce di ruotare, reagirà a sua volta sull'altro estremo a cui essa fa capo e trasmetterà ivi una frazione di questo momento. Naturalmente la aliquota di tale momento che l'asta trasmette all'altro estremo dipende dal suo coefficiente di trasmissione.

Tale comportamento si verifica per tutta la struttura e, a questo punto, in ogni singolo nodo, i momenti trasmessi dalle aste e ridotti in proporzione del « coefficiente di trasmissione » provocheranno un nuovo « momento squilibrato » che richiamerà una nuova reazione nelle aste. Queste le riporteranno ai nodi della opposta estremità ridotte in ragione del coefficiente di trasmissione. Ripetendo all'infinito le operazioni si avrà l'equilibrio statico di tutta la struttura e si troveranno i reali momenti iperstatici ai singoli nodi. Praticamente l'operazione potrà essere arrestata quando le quantità da distribuire e da bilanciare saranno sufficientemente piccole e trascurabili rispetto alla precisione che si vuole raggiungere.

3) Procedimento pratico.

Per fissare le idee supponiamo di voler determinare il valore dei momenti principali ai nodi della struttura raffigurata nella fig. 3. Le lunghezze sono misurate in metri e i momenti in tonnellate-metro.

1) Supponiamo dapprima che tutte le membrature siano incastrate alle estremità. La trave BC sia caricata con due forze concentrate che supponiamo producano in B e in C due momenti di — 100. Questi sono i « momenti fissi di estremità ».

La colonna $C F$ sia caricata da un carico orizzontale concentrato che, ad esempio, produca in C un momento +80 e in F un momento +60.

La trave $C D$ sia parzialmente caricata da un carico continuo che, per fissare le idee, supponiamo tale da produrre in C un momento di —200 e in D di —100.

La colonna $C G$ sia gravata da due forze orizzontali tali da produrre agli estremi un momento di —50 e, per ultimo, la mensola sporgente da E sia gravata da una forza che produce un momento di —10 in E.

Le altre membrature non essendo caricate avranno un momento d'estremità nullo. I valori dei momenti si scrivono in prossimità degli estremi delle aste cui competono e parallelamente alle membrature stesse.

2) Distingueremo con ^{o} i momenti di senso orario e con ^{a} quelli di verso opposto.

Calcoliamo i « momenti squilibrati » ai nodi e distribuiamoli alle aste in ragione della loro « rigidità ». I momenti con cui le aste reagiscono saranno quindi uguali e contrari a questi ultimi.

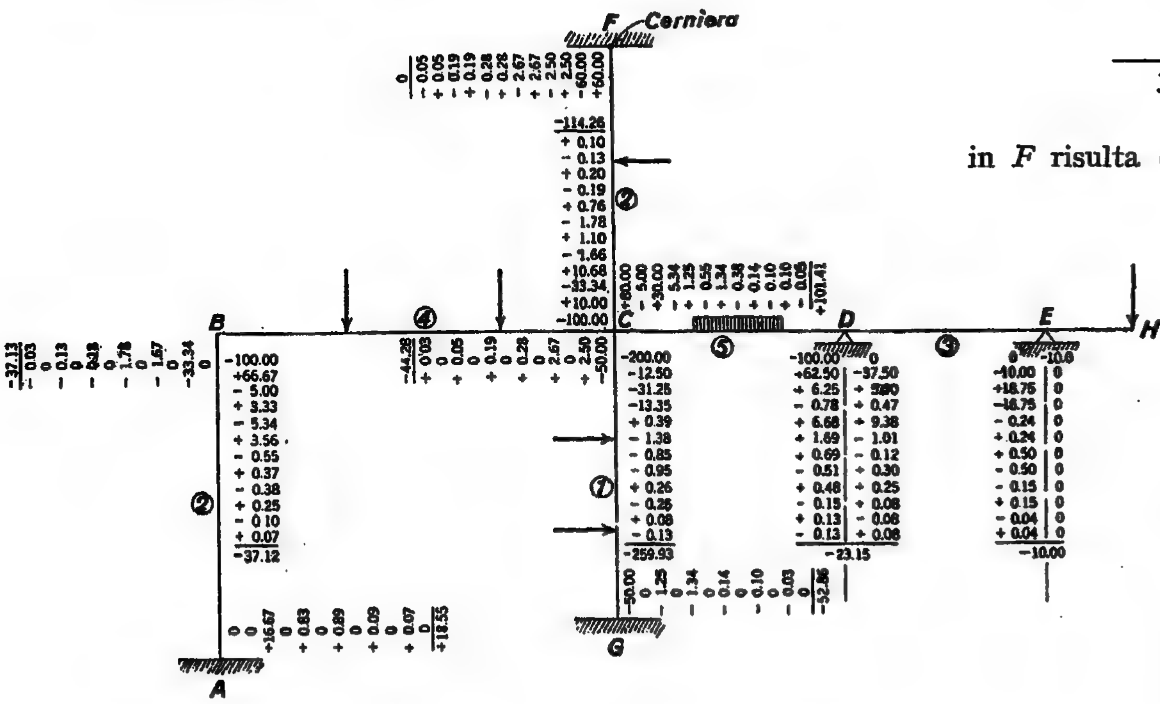


Fig. 3.

A tale scopo è bene osservare che, trattandosi di aste a momento di inerzia costante tra nodo e nodo, si può dimostrare essere la « rigidità » per ognuna di esse data da $\frac{I}{L}$ dove I è il momento di inerzia dell'asta e L la sua lunghezza.

I valori di $\frac{I}{L}$ (o meglio dei valori proporzionali ad essi) sono indicati in fig. 3 al di sopra delle membrature ed entro un circoletto.

Il momento non equilibrato in A è o, e si distribuisce in ragione di o di reazione sull'asta AB;

in B è $0 + 100^o = 100^o$ e si distribuisce in

$$\frac{100}{2+4}\, 2^a = -33{,}34^a \text{ di reazione sull'asta } AB$$

$$\text{e di } \frac{100}{2+4}\, 4^a = +66{,}67^a \text{ di reazione sull'asta } BC.$$

Merita di fermarsi sulla questione dei segni: Il momento squilibrato in B è 100^o (orario). Le aste reagiranno quindi complessivamente con un momento uguale e contrario, ossia 100^a (antiorario). Questo 100^a si distribuisce proporzionalmente alla rigidità delle aste in $33{,}34^a$ sull'asta AB e $66{,}67^a$ su quella BC. Ma il momento di senso antiorario sull'asta AB si trova nel caso della fig. 1, quindi gli compete il segno negativo, mentre quello antiorario sull'asta BC si trova nel caso della fig. 2, quindi gli compete il segno positivo.

Identicamente il momento squilibrato in C risulta $100^a + 50^a + 80^a - 200^o = 30^a$ che si distribuisce

$$\text{in } \frac{30^o}{4+2+5+1}\, 4 = +10 \text{ di reazione su } CB$$

$$\text{in } \frac{30^o}{4+2+5+1}\, 1 = +2{,}5 \text{ di reazione su } CG$$

$$\text{in } \frac{30^o}{4+2+5+1}\, 5 = -12{,}5 \text{ di reazione su } CD$$

$$\text{in } \frac{30^o}{4+2+5+1}\, 2 = -5 \text{ di reazione su } CF;$$

in D risulta $100^a + 0 = 100^a$ che si distribuisce

$$\text{in } \frac{100^o}{5+3} \cdot 5 = +62{,}5 \text{ di reazione su } CD$$

$$\frac{100^o}{5+3}\, 3 = -37{,}5 \text{ di reazione su } DE;$$

in E risulta $(0 + 10^o) = 10^o$ che si distribuisce

$$\text{in } \frac{10^a}{3+0}\, 0 = 0 \text{ di reazione su } EH$$

$$\frac{10^a}{3+0}\, 3 = -10 \text{ di reazione su } ED$$

in F risulta (60^o) che si distribuisce

$$\frac{60^a}{2+0}\, 2 = -60 \text{ di reazione su } FC$$

in C risulta 50^o che si distribuisce

$$\text{in } \frac{50^a}{1+\infty}\, 1 = 0 \text{ di reazione su } GC.$$

Questi valori vanno scritti col loro segno accanto ad ogni nodo ed in colonna coi momenti fissi di incastro.

3) Si tratta ora di trasmettere all'altro estremo questi momenti distribuiti alle aste concorrenti in un nodo. Detti momenti vanno moltiplicati quindi per il coefficiente di trasmissione e poi scritti in colonna coi due momenti già annotati in corrispondenza dell'altro estremo di ciascuna membratura.

Per membrature a momento di inerzia I costante lungo l'intera lunghezza, il coefficiente di trasmissione diventa, come già si disse,

$$c = -\frac{1}{2}$$

Sarà allora il momento trasmesso da:

$$B \text{ in } A : -\frac{1}{2}(-33.34) = +16{,}67$$

$$A \text{ » } B : -\frac{1}{2}\, 0 = 0$$

$$C \text{ » } B : -\frac{1}{2}\, 10{,}00 = -5{,}00$$

$$C \text{ » } F : -\frac{1}{2}(-5{,}00) = +2{,}50$$

$$F \text{ » } C : -\frac{1}{2}(-60{,}00) = +30{,}00$$

$$C \text{ » } D : -\frac{1}{2}(-12{,}50) = +6{,}25$$

$$D \text{ » } C : -\frac{1}{2}\, 62{,}50 = -31{,}25$$

$$D \text{ » } E : -\frac{1}{2}(-37{,}50) = +18{,}75$$

$$E \text{ » } D : -\frac{1}{2}(-10) = +5$$

$$H \text{ » } E : -\frac{1}{2}\, 0 = 0$$

$$C \text{ » } G : -\frac{1}{2}\, 2.50 = -1{,}25$$

$$G \text{ » } C : -\frac{1}{2}\, 0 = 0.$$

4) Si calcolino ora i « momenti squilibrati prodotti ai nodi da questi « momenti trasmessi » (ossia ridotti in ragione del coefficiente di trasmissione).

Tali momenti squilibrati saranno:

in A di $16{,}67^a$ che si distribuisce in ragione di

$$\frac{16{,}67^o}{2 + \infty}\ 2 = 0 \text{ di reazione sull'asta } AB;$$

in B di $5{,}00^o + 0 = 5{,}00^o$ che si distribuisce in ragione di

$$\frac{5{,}00^a}{2 + 4}\ 2 = -1{,}67 \text{ di reazione sull'asta } AB$$

e di
$$\frac{5{,}00^a}{2 + 4}\ 4 = +3{,}33 \text{ di reazione sull'asta } BC;$$

in C di $0+33{,}34^a+30{,}00^a-31{,}25^o = 32{,}09^a$ che si distribuisce in ragione di

$$\frac{32{,}09^o}{4+2+5+1}\ 4 = +10{,}68 \text{ di reazione sull'asta } CB,$$

e di
$$\frac{32{,}09^o}{4+2+5+1}\ 2 = -5{,}34 \text{ di reazione sull'asta } CF,$$

e di
$$\frac{32{,}09^o}{4+2+5+1}\ 5 = -13{,}35 \text{ di reazione sull'asta } CD,$$

e di
$$\frac{32{,}09^o}{4+2+5+1}\ 1 = 2{,}67 \text{ di reazione sull'asta } CG;$$

in D di $6{,}25^o - 5{,}50^a = 1{,}25^o$ che si distribuisce in ragione di

$$\frac{1{,}25^a}{5 + 3}\ 5 = -0{,}78 \text{ di reazione sull'asta } CD$$

e di
$$\frac{1{,}25^a}{5 + 3}\ 3 = +0{,}47 \text{ di reazione sull'asta } DE;$$

in E di $18{,}75^o+0 = 18{,}75^o$ che si distribuisce in ragione di

$$\frac{18{,}75^a}{3 + 0} \times 3 = -18{,}75 \text{ di reazione sull'asta } DE;$$

in F di $2{,}50^o$ che si distribuisce in ragione di

$$\frac{2{,}50^a}{2 + 0}\ 2 = -2{,}5 \text{ di reazione sull'asta } FC;$$

in G di $1{,}25^o$ che si distribuisce in ragione di

$$\frac{1{,}25^a}{1 + \infty}\ 1 = 0 \text{ di reazione sull'asta } CG.$$

5) Sommando questi quattro valori scritti vicini all'estremità di ogni colonna si hanno, a meno dell'errore dovuto all'approssimazione (fig. 4), i momenti effettivi cercati. In ogni modo, per avere il risultato esatto bisognerebbe che fosse $\Sigma M = 0$ ossia che la somma dei momenti destrorsi eguagliasse quella dei sinistrorsi in ciascun nodo.

Così ad esempio nella fig. 3 si vede come, in luogo di fermarsi alla prima distribuzione, si è creduto opportuno ritrasmettere l'ultimo momento scritto all'altro estremo, dopo averlo moltiplicato per il coefficiente di trasmissione ($-1/2$), per ricercarne poi di nuovo il momento squilibrato e ridistribuirlo alle aste e così via.

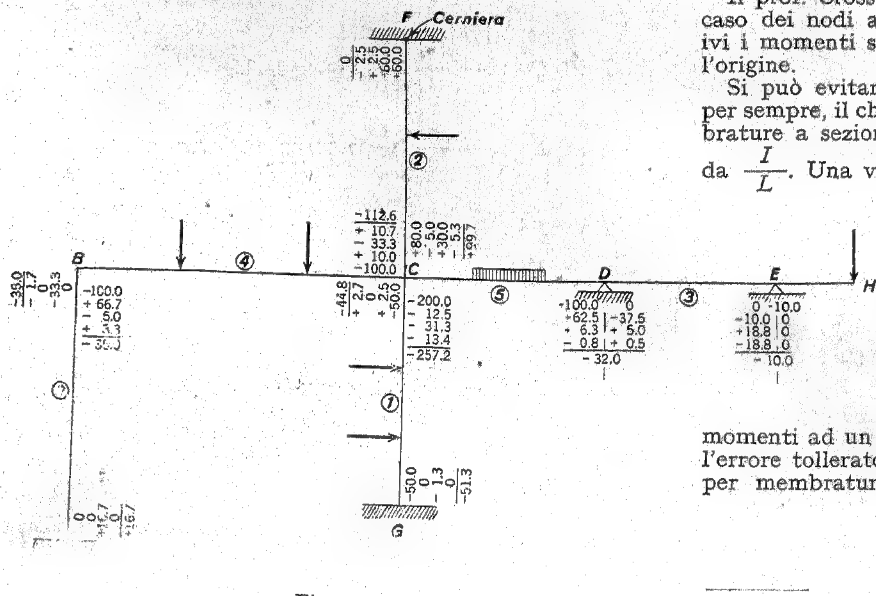


Fig. 4.

Noti che siano i momenti agli incastri, si determinano il taglio e gli sforzi di trazione e compressione coi soliti procedimenti della scienza delle costruzioni.

4) Alcune semplificazioni del procedimento materiale.

Il prof. Cross suggerisce di semplificare il procedimento nel caso dei nodi a cerniera. È infatti fastidioso il dover ricavare ivi i momenti squilibrati, bilanciarli e riportarli di nuovo all'origine.

Si può evitare ciò considerando tali nodi liberi una volta per sempre, il che equivale a considerare la « rigidità » per membrature a sezione costante, con un valore 3/4 di quello dato da $\frac{I}{L}$. Una volta liberato l'estremo incernierato non v'è da riportare su di esso alcun « momento trasmesso ».

Un'altra semplificazione suggerita da L. E. Grinter (1) è quella di considerare i momenti nel senso orario come positivi e quelli antiorari come negativi (fig. 5). Allora, se il momento non equilibrato ad un nodo è positivo, i momenti da distribuire sono negativi e viceversa (come nel caso generale indicato dal Cross). La somma algebrica dei momenti ad un nodo deve essere senz'altro nulla (a meno dell'errore tollerato). Il coefficiente di trasmissione diventa però per membrature ad I costante:

$$c = +\frac{1}{2}.$$

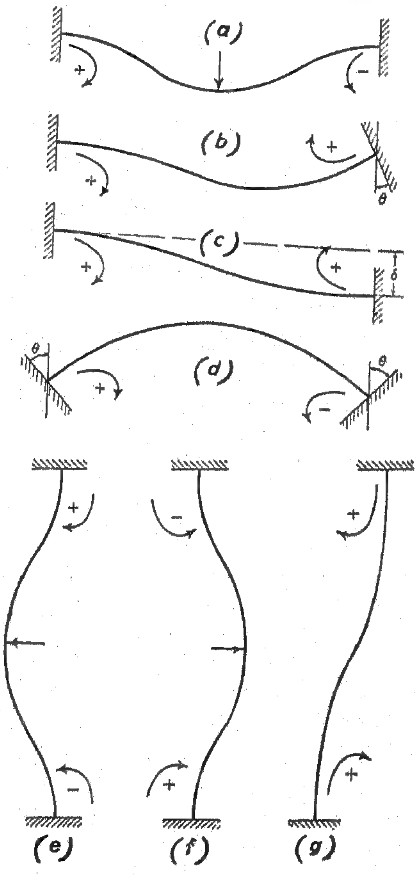


Fig. 5.

(1) Proceeding of the A. S. of C. E., settembre 1930.

Il Grinter propone anche di semplificare materialmente il procedimento indicato dal Cross agendo nel modo seguente (fig. 6). Si consideri ad esempio lo stesso sistema iperstatico studiato nelle figg. 3 e 4, ma impiegando la ipotesi ora esposta per i segni. Si inizia l'equilibrio dei nodi da quelli che hanno a priori il massimo momento sbilanciato. Cominciando dal nodo

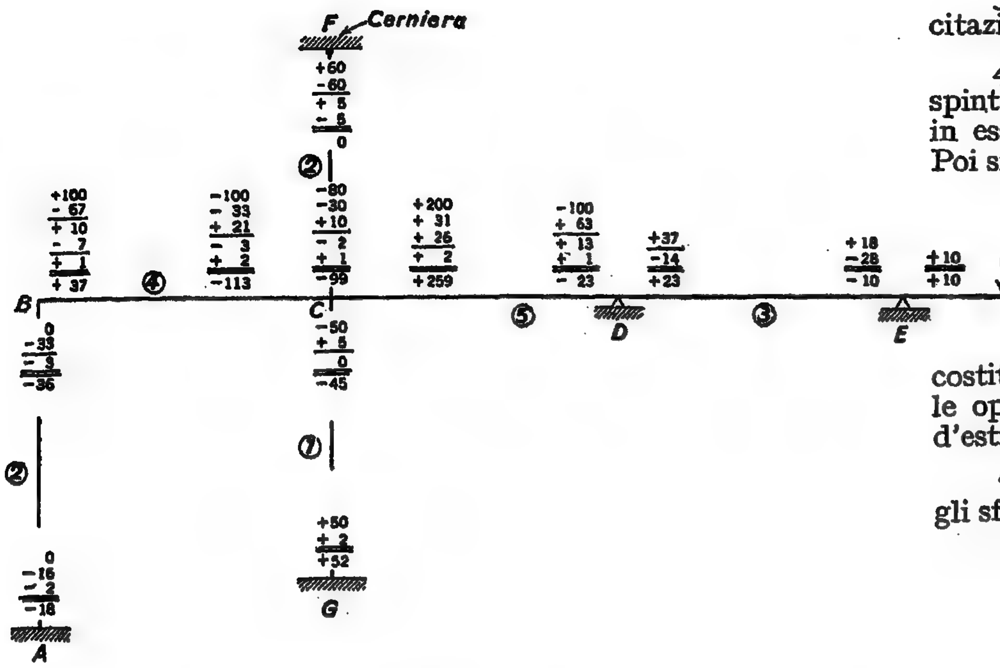


Fig. 6.

B, si distribuisce il momento —100 (che equilibra quello squilibrato di + 100) in — 67 sull'asta *B C* e — 33 su quella *BA* e si sottolinea per indicare che il nodo *B* è equilibrato ($\Sigma M = 0$).

Indi si passa senz'altro a trasmettere il momento in *C* e in *A* dopo averlo ridotto in ragione del coefficiente di trasmissione. Sarà — 30 in *C* e — 16 in *A*. Poi passiamo al nodo *D*. Il momento sbilanciato è — 100, che si distribuisce in +63 sull'asta *CD* e in +37 su quella *DE*. Così anche il nodo *D* è equilibrato. Inoltre da esso verrà trasmesso il momento +31 in *C* e +18 in *E*. Il nodo *F* con +60 è subito equilibrato con un momento — 60 che si trasmette su *FC* e con un momento — 30 che si trasmette in *C*. Il nodo *E* è equilibrato con — 28 che si distribuisce solo su *E D* e che trasmette — 14 in *D* (già bilanciato e quindi da scrivere sotto la lineetta di separazione).

Anche il nodo *C*, avente un momento squilibrato di — 62, è equilibrato con +62 da ripartirsi in +21 su *BC*, in +10 su *CF*, in +26 su *CD* e in +5 su *CG*. Questi momenti si ritrasmettono in ragione di +10 su *B*, di +5 in *F*, di +13 in *D*, di +2 in *G*.

Si ritorna a equilibrare *B* che dà — 7 su *BC* e — 3 su *BA* e che trasmette — 2 in *A* e —3 in *C*; poi si equilibra *F* che da — 5 su *FC* e —2 in *C*.

In questo nodo *C* il momento squilibrato è allora — 5 che si distribuirà circa in +2 su *BC*, in +1 su *CF*, in +2 su *CD* e in o su *CG*. Di conseguenza verranno ritrasmessi i momenti +1 in *B*, o in *F*, +1 in *D* e o in *G*. Dopo di che si equilibra il nodo *D* che a sua volta non trasmette più nulla ai nodi contigui. Come si vede *A* e *G* vengono lasciati per ultimo perchè, per ipotesi, non possono equilibrarsi internamente al sistema trattandosi di incastri esterni.

Questo procedimento, a parere dello scrivente, è più spedito ma necessita una certa pratica e richiede a priori un attento giudizio dei nodi più squilibrati.

Lo stesso Grinter consiglia poi altri espedienti che sempre, a giudizio dello scrivente, complicano il procedimento togliendogli quella semplicità che lo distingue. Chiarissima e molto utile è invece la convenzione proposta per i segni.

5) Correzioni da apportarsi nel caso di inflessioni laterali dei montanti.

Il prof. Cross accenna brevemente alle correzioni che è bene apportare ai momenti precedentemente calcolati, nel caso che intervengano deformazioni in senso orizzontale alla struttura iperstatica. Queste deformazioni possono essere causate dal carico asimmetrico o dalla natura stessa della struttura.

La fig. 7 indica uno schema facilmente ricorrente in costruzioni di cemento armato e di carpenteria, dove evidentemente l'azione delle inflessioni laterali delle colonne non è trascurabile.

O H. Pilkey (1) sviluppa questo concetto e lo illustra con un esempio. Il principio generale è il seguente:

1) Si determinano i momenti iperstatici come nel caso solito supponendo che non si abbiano delle inflessioni laterali.

2) Si determinano gli sforzi di taglio nei montanti.

3) Si calcola la reazione necessaria ad equilibrare le sollecitazioni di taglio.

4) Supponendo scarica la membratura, si applica una spinta orizzontale ad un montante d'estremità tale da produrre in esso un momento unitario agli estremi supposti incastrati. Poi si calcolano i momenti di incastro che vengono provocati in tutta la struttura iperstatica per effetto di tale forza orizzontale applicata.

5) Si calcolano gli sforzi di taglio nei montanti dovuti alla precedente ipotesi di carico.

6) Se la struttura iperstatica si può supporre costituita di più piani sovrapposti (fig. 8) allora si ripetono le operazioni 3) e 4) successivamente partendo dal montante d'estremità di ciascun piano.

7) Si determinano le reazioni orizzontali che equilibrano gli sforzi di taglio del caso 4) e 5).

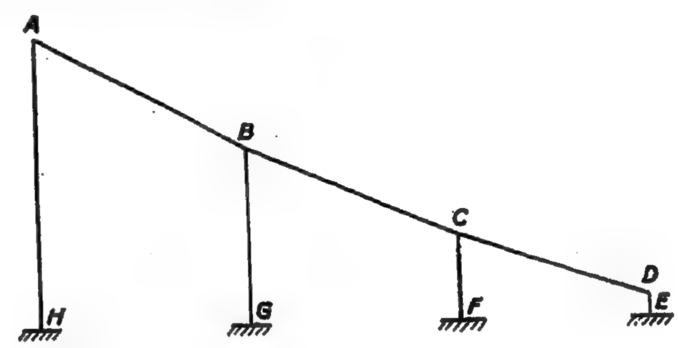


Fig. 7.

8) Si determina, mediante un sistema di equazioni lineari, la corretta proporzione dei momenti causati dalle forze orizzontali applicati nei casi 4) e 5).

9) Si aggiungono algebricamente i momenti così trovati e dovuti alle inflessioni delle colonne, ai momenti principali trovati col metodo generale e si hanno i momenti totali cercati.

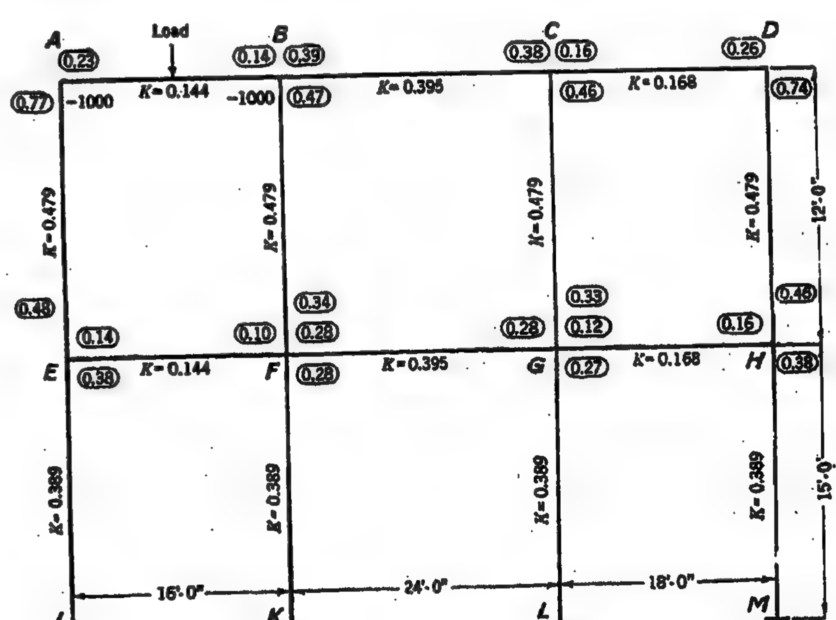


Fig. 8.

Illustriamo il procedimento, di non facile esposizione teorica, con un esempio che ne mostri la semplicità dell'applicazione pratica.

Si prenda ad esempio in esame la struttura iperstatica della fig. 8, che si può supporre divisibile in due piani. Si supponga inoltre che su di essa gravi un carico continuo sul solo lato *AB* e che esso sia tale da produrre in *A* e in *B* un momento — 1000 (per i segni si è adottato il metodo generale indicato dal Cross).

1) P. of the A. S. of C. E. dell'ottobre 1930.

Supponiamo inoltre che si tratti di una struttura le cui aste abbiano un valore di I variabile tra nodo e nodo. Entro dei circoletti sono allora segnati i valori della rigidità delle aste stesse in prossimità dell'incastro.

La fig. 9 (a) riporta la nota determinazione dei momenti dovuti al carico applicato, supponendo impedite le inflessioni laterali. Dopo di che si può determinare la sollecitazione di taglio medio lungo le colonne che, ad esempio, per AE è

$$\frac{-802-227}{12} = -85{,}6 \text{ t.}$$

differenza dei momenti estremi divisa per la lunghezza della colonna). Nello stesso modo si opera per le altre colonne dell'intera struttura.

Poi si determina la reazione necessaria ad equilibrare tali sforzi di taglio. Per la travata AD il taglio squilibrato sarà $-85{,}6+57{,}7-8{,}7+0{,}9=-35{,}7$ kg. Per gli incastri alla base esso sarà $+17{,}4-8{,}8+2{,}1-0{,}1=10{,}6$ kg.

Allora la forza che bisognerà appllicare come reazione sarà uguale e di segno contrario alla differenza dei tagli squilibrati, ossia risulterà essere

$$-(-35{,}7-10{,}6) = +46{,}3 \text{ t.}$$

Si suppone ora scaricata l'intera membratura, fig. 9 (b), e applicato alla colonna EI una forza orizzontale che produca ai suoi estremi un momento qualsiasi, ad es. $+1000$ e -1000 e si distribuisce questo momento secondo il procedimento generale a tutta la struttura. Si determina come sopra il taglio e la reazione del taglio nelle colonne.

Si suppone poi nuovamente scaricata la membratura, fig. 9 (c), e applicata una forza orizzontale alla colonna $A\ E$ che produca un momento $+1000$ e -1000 ai suoi estremi e si ripete l'operazione precedente.

Allora si può stabilire il seguente sistema di equazioni:

$$142{,}3\, C_1 + 295{,}8\, C_2 = 35{,}7$$
$$560{,}3\, C_1 + 369{,}7\, C_2 = 46{,}3$$

dove C_1 e C_2 sono le corrette proporzioni dei momenti trovati nelle figg. 9 (b) e (c) che competono al caso del carico effettivamente gravante sulla struttura presa in esame (ossia quello delle figg. 8 e 9 (a)).

Risolvendo risulta:

$$C_1 = 0{,}00445 \text{ ossia praticamente } C_1 = 0$$
$$\text{e } C_2 = 0{,}119 \text{ e con sufficiente approssimazione}$$
$$C_2 = 0{,}12.$$

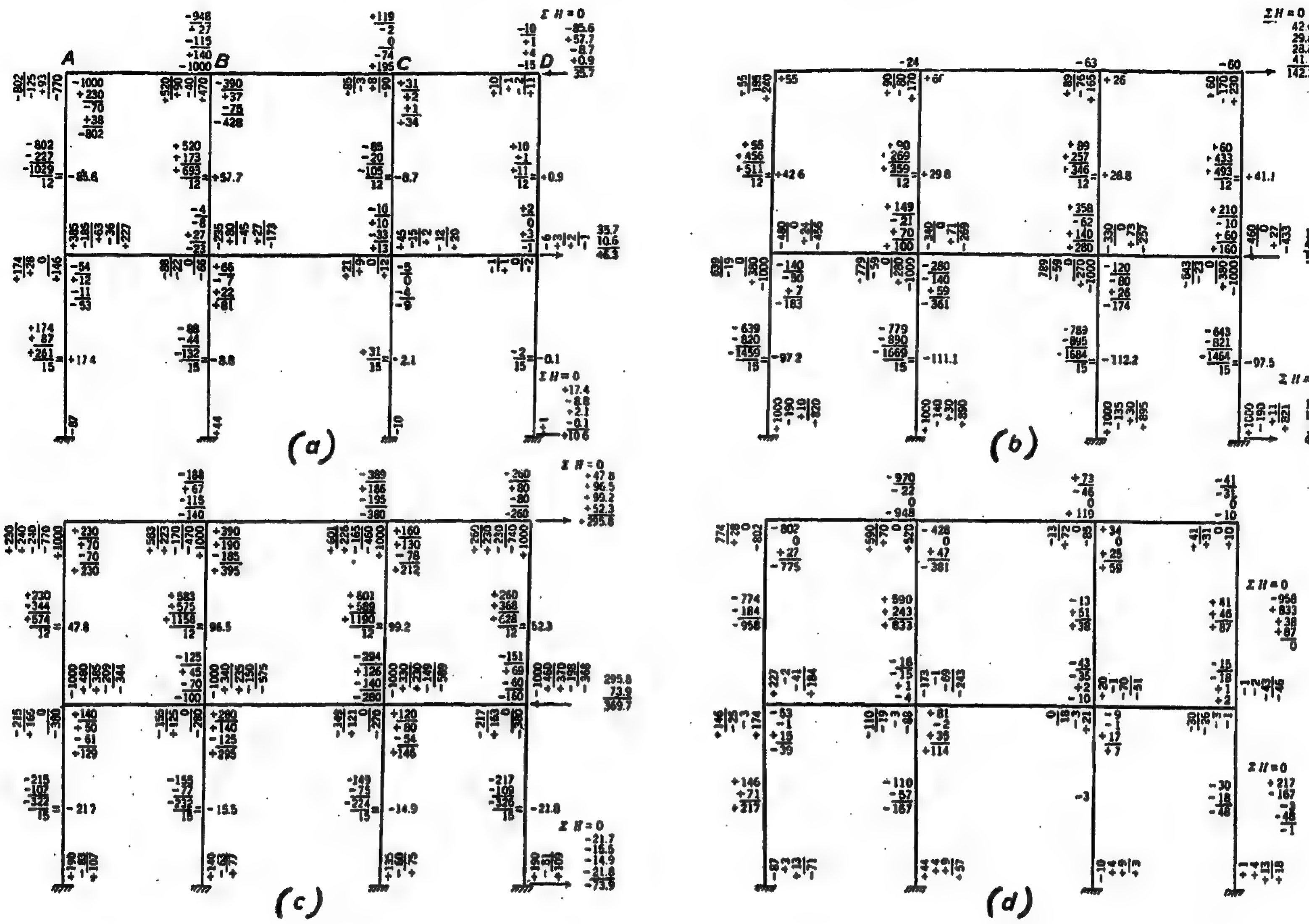


Fig. 9

Si moltiplicano per C_1 i singoli momenti ottenuti nella fig. 9 (b) per ciascun nodo e per C_2 quelli della fig. 9 (c) e si aggiungono a quelli originariamente trovati nella fig. 9 (a). Si vede così come in questo caso l'errore che si sarebbe commesso trascurando l'effetto delle inflessioni laterali dovute alla dissimetria del carico, non supera il 3,4 %.

Estensione del metodo.

Il procedimento generale esposto dal Cross anzitutto parte dall'ipotesi dell'inamovibilità dei supporti; inoltre trascura gli effetti dovuti alle variazioni di temperatura e suppone infine che le membrature abbiano un valore costante del momento di inerzia tra nodo e nodo.

Orbene Finlay (1) e altri, prendendo in esame il procedimento generale, tolgono alcune di queste restrizioni con degli artifici di agevole applicazione pratica.

Anzitutto l'azione della temperatura può essere valutata come segue: si determinano i momenti fissi di estremità dovuti alle variazioni di temperatura; questi momenti danno generalmente dei momenti squilibrati ai nodi che a loro volta possono essere distribuiti col solito sistema e sommati poi ai momenti principali determinati supponendo costante la temperatura.

Lo stesso procedimento può essere seguito per il caso di cedimento dei sostegni.

Se poi variasse il momento d'inerzia fra nodo e nodo, allora si segue il metodo generale notando però che variano:

1) i momenti fissi d'estremità che si devono valutare col solito procedimento esposto;

2) la rigidità della aste, determinabile in prossimità di ogni nodo e per tutte le aste ivi concorrenti pure col solito metodo illustrato;

(1) Proceedings of the A. S. of C. E., ottobre 1930.

3) il coefficiente di trasmissione (1).

Ma il prof. Cross va assai oltre, generalizzando il suo metodo per distribuire non solo momenti squilibrati, ma anche le forze squilibrate concorrenti nei nodi e le reazioni orizzontali e verticali che possono allora essere trasmesse all'intero sistema.

Sempre secondo il Cross il suo procedimento può pure servire alla determinazione dei momenti di secondo ordine in una struttura iperstatica.

7) Obbiezioni al procedimento esposto.

Il numero delle distribuzioni dei momenti che bisogna fare praticamente per avere una approssimazione sufficiente dipende naturalmente dal grado di esattezza che si vuol raggiungere. Generalmente due o al massimo tre distribuzioni sono sufficienti per i casi occorrenti nella pratica.

Per le correzioni da apportare alla distribuzione dei momenti dovuti all'azione della temperatura e all'azione del cedimento degli appoggi (citate nel paragrafo precedente) è bene ricordare che la facilità del metodo esecutivo, non deve illudere l'operatore circa la loro rispondenza alla realtà. Questi fenomeni in sè stessi sono così complicati da eludere spesso le indagini teoriche e quindi i risultati che si ottengono dal calcolo dipendono esclusivamente dalle ipotesi da cui si è partiti.

Per quanto riguarda poi il procedimento del prof. Cross in sè, è bene notare che esso non è un metodo approssimato, ma bensì di successive approssimazioni, il che è ben differente.

Le critiche esposte da parecchi studiosi americani sono unanimemente favorevoli e il prof. Caughey (2) ha trovato che i risultati ottenuti con tale sistema collimavano con confortante esattezza con quelli ottenuti con prove di laboratorio su strutture sperimentali soggette a carichi diversi.

All'unanimità delle approvazioni fanno però eccezione alcuni tecnici i quali osservano che il sistema contiene in sè una grave lacuna che appare sopratutto evidente nell'esempio riportato della fig. 3. Essi fanno notare che con detto sistema non si possono determinare le reazioni verticali in F e G e quindi neppure gli sforzi principali lungo i montanti FC e CG. Questo fatto è dovuto a ciò, che nel sistema Cross vengono trascurate le deformazioni dovute all'azione degli sforzi assiali principali.

Lo scrivente crede però di poter rispondere a tale obbiezione ricordando che il sistema del prof. Cross così come è stato esposto ed illustrato nella prima parte di questo studio, serve esclusivamente alla determinazione dei momenti principali ai nodi di una struttura comunque iperstatica e non alla determinazione degli sforzi assiali. Questi potranno essere determinati o coi soliti metodi insegnati dalla scienza delle costruzioni, o escogitando il modo di rendere pratico il sistema indicato pure dal prof. Cross (e di cui si è fatto cenno al paragrafo precedente), con cui anche le forze concorrenti nei nodi dovrebbero potersi distribuire all'intero sistema iperstatico mediante successive approssimazioni.

G. R. M.

LA NUOVA BATTERIA DI ACCUMULATORI DEL PROF. J. DRUMM

Riassumiamo dai numeri dell'*Electrical Review* del 21 agosto e del 19 settembre e da altre riviste tecniche e quotidiani inglesi, quanto si è pubblicato sulla nuova invenzione del prof. Drumm, ritenendo con ciò di far cosa grata ai lettori della Rivista.

Il prof. James Drumm, il timido e modesto inventore della nuova batteria di accumulatori, è un chimico studioso ed un bravo ricercatore che, prima di dedicarsi alle ricerche che lo hanno reso famoso, essendo privo di mezzi necessari, si occupò di cose molto semplici: studiò tra l'altro un metodo pratico di conservazione di piselli verdi e figura al British Patent Office di Londra con undici brevetti, di cui tre già abbandonati.

L'aiuto che negli ultimi anni ha avuto dai suoi compagni di studio McGilligan, Ministro dell'Industria e del Commercio, e McLanghlin, Direttore della Electricity Supply Board, e dal Sig. Fay, segretario della Shannon Development Board, gli ha permesso di dedicarsi allo studio di un fenomeno elettrochimico e con questo studio egli ha potuto stabilire le caratteristiche della nuova batteria di accumulatori con elettrolita alcalino, risolvendo un problema che ha importanza grandissima e gioverà sopratutto al suo paese.

Nessuna critica può essere fatta a questa sensazionale invenzione basata completamente su un nuovo fenomeno elettrochimico indagato dal prof. Drumm. Le prove eseguite mettono del resto in evidenza i vantaggi della nuova batteria ed offrono ogni garanzia sulla sua bontà e sulla sua durata.

Nel richiedere il suo brevetto, l'inventore ha specificato le caratteristiche del suo tipo di batteria nel modo seguente:

1) il materiale attivo della piastra positiva è costituito da argento o composti di argento, ovvero da argento in polvere finissima o da ossido d'argento mescolati con grafite in scaglie, o con ossido di nichel, o con ossido di cerio;

2) la piastra positiva è accoppiata ad una negativa costituita di zinco o di ferro e cadmio;

3) la cella è costituita di acciaio ossidato o nichelato, o di metallo « Monel ».

Il tipo di accumulatore con elettrolita alcalino che era costruito prima dell'invenzione del prof. Drumm, aveva il materiale attivo positivo costituito da ossido di nichel: questo presentava una elevata resistenza, per cui si richiedeva una larga superficie della piastra positiva, e un notevole rigonfiamento durante il funzionamento dell'accumulatore. Questi due inconvenienti, che hanno dato una netta inferiorità alla batteria Edison rispetto ad altri tipi ed in particolare al tipo di accumulatore al piombo, sono stati superati dal prof. Drumm, che all'ossido di nichel ha sostituito un materiale più leggero, di maggiore capacità specifica e di minore resistenza, l'argento in polvere finissima o l'ossido d'argento, mescolati o no con grafite o con ossido di nichel, o con ossido di cerio. Queste aggiunte all'argento o all'ossido di argento servono unicamente per regolare la capacità che si vuol dare alla piastra positiva. Un metodo conveniente e raccomandabile per la preparazione del depolarizzante a base d'argento si ha precipitando una soluzione bollente di nitrato d'argento al 50 % con una soluzione di soda caustica al 20 % fino a quando la miscela risultante dà reazione alcalina (prova colla carta al tornasole); l'idrato di ossido di argento, che così precipita, viene filtrato a vuoto, lavato con un getto di una soluzione al 5 % di soda caustica per eliminare ogni traccia di nitrato e infine mescolato con una quantità di grafite in scaglie variabile da un terzo ad una metà del suo peso. Il miscuglio viene compresso e introdotto con forza in tasche di acciaio nichelato che, riunite saldamente da un telaio pure in acciaio nichelato, formano la piastra positiva.

La piastra dell'anodo è costituita da una sottile lastra metallica di ferro e cadmio ovvero di zinco ed alluminio: quest'ultimo tipo è il più appropriato ed il più resistente.

La durata di queste piastre è piuttosto elevata: si garantisce una durata di dieci anni per la piastra positiva costruita secondo le istruzioni date dal prof. Drumm, e una durata molto superiore per la piastra negativa di zinco ed alluminio (a chi gli aveva chiesto della durata della piastra di zinco ed alluminio, l'inventore ha risposto scherzosamente che sarebbe stata di cento anni). Le piastre positive, come stabilite dal prof. Drumm, differiscono poco da quelle del tipo « Nife » costruite dalla Batteries Ltd. di Redditch, che sono state adoperate nelle prove eseguite nell'agosto; in seguito si ritiene però che le piastre positive, come già le altre parti delle batterie, saranno costruite dalla Celia Ltd., che si è formata appunto per dare sviluppo a' brevetti del prof. Drumm.

Per l'elettrolita, che è una soluzione di potassa caustica al (25÷30) %, basta procedere una volta all'anno al ricambio ovvero a liberarlo dall'acido carbonico; in ogni caso per esso si ha una spesa irrisoria.

Le piastre positive e le negative, in numero rispettivamente di 18 e di 17 per cella, sono riunite insieme saldamente (fig. 1): i loro poli, costituiti da grandi sezioni metalliche nichelate, sono connessi da sbarre di ferro nichelate di grande conduttività; le piastre positive sono messe a contatto con il recipiente metallico e sono isolate dalle negative a mezzo di bacchette di ebanite di piccolo diametro.

In ogni ciclo si verificano le seguenti trasformazioni: durante la carica, se l'anodo è d'argento, si forma in un primo tempo ossido di argento (Ag_2O) e successivamente perossido di argento (Ag_2O_2); nella scarica si ha in un primo tempo la riduzione del perossido in ossido e poi quella dell'ossido in argento. L'ossido ed il perossido di argento sono completamente insolubili nell'elettrolita. In un elemento con piastra negativa di ferro e cadmio, quando è completamente carico, si ha una tensione di V 1,5, che si abbassa a V 1,15 nella seconda fase

(1) Finlay non espone il metodo pratico per calcolare quest'ultimo. Nell'esempio riportato nel capitolo precedente si è ritenuto detto coefficiente ancora uguale a $-1/2$, benchè le aste avessero un momento di inerzia variabile fra nodo e nodo.

(2) Proceedings of the A. S. of C. E. dell'ottobre 1930.

della scarica; per un elemento con piastra negativa di zinco ed alluminio la tensione massima e quella della seconda fase della scarica sono rispettivamente di V 1,86 e V 1,45, molto più elevate delle prime, per cui quest'ultimo tipo di piastra è preferito.

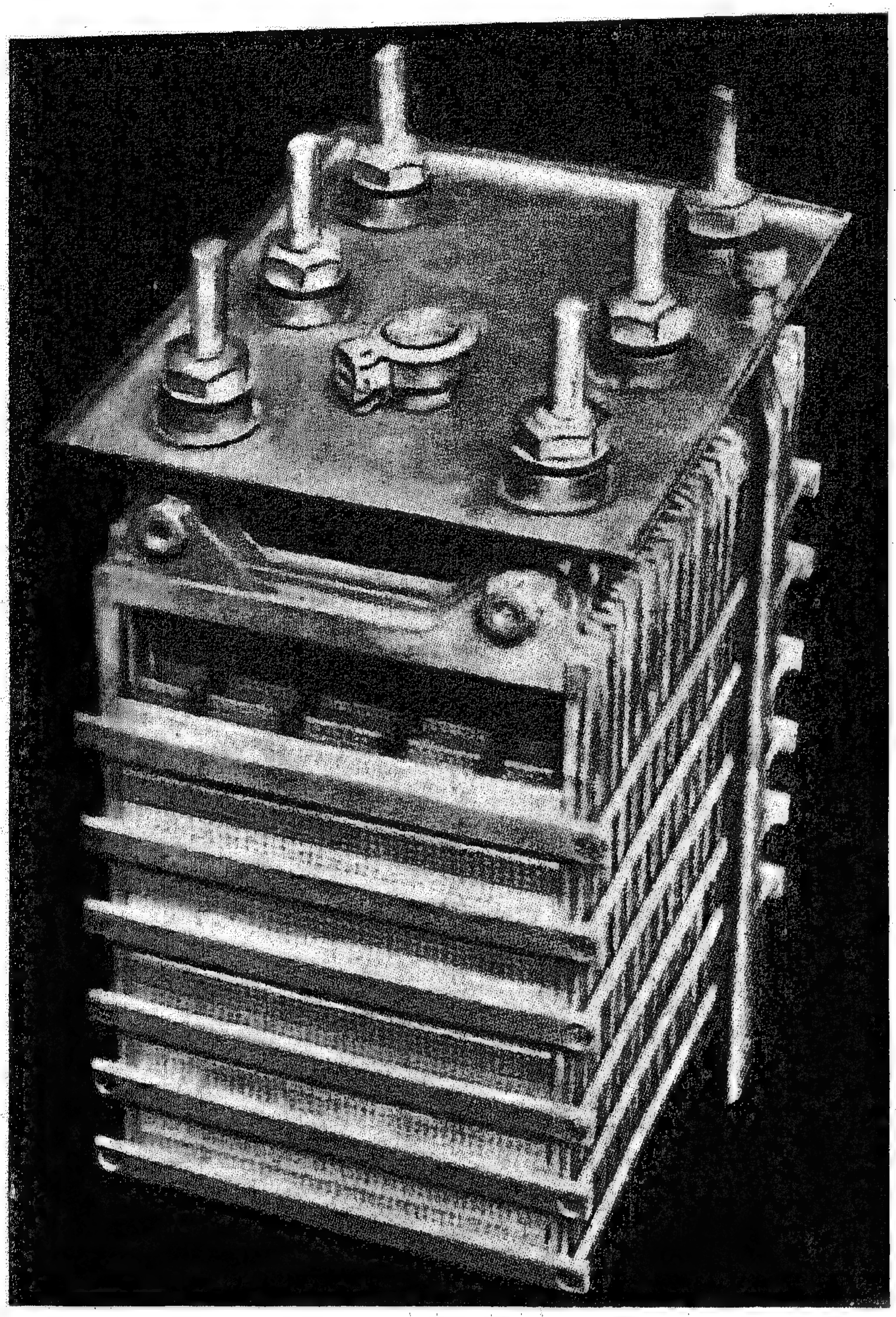


Fig. 1. - Piastre riunite in una batteria Drumm.

Da quanto detto si vede già che le batterie Drumm hanno notevoli vantaggi sulle altre batterie, tra l'altro la tensione che è del 50 % superiore a quella degli altri tipi con elettrolita alcalino. Sono poi da considerare la velocità di carica e di scarica, che sono molto elevate: la carica di una batteria può farsi in 8 minuti e si possono sopportare scariche forti con una piccola caduta di tensione. Ha una resistenza interna molto bassa e una capacità specifica di carica più alta di quella degli altri tipi; in condizioni normali di esercizio ha un rendimento del 75 %, mantiene la carica più di ogni altro tipo, la sua costruzione è semplice e robusta e sopporta senza danno le vibrazioni. Accennato alle principali caratteristiche, aggiungiamo quello che scrisse l'inventore nel suo rapporto: « La batteria Drumm conviene sopratutto per quei tipi di servizio (tra i quali è quello di trazione) in cui si richiedono: *a*) carica e scarica rapide, *b*) costruzione robusta, *c*) assenza di vapori e di gas corrosivi ».

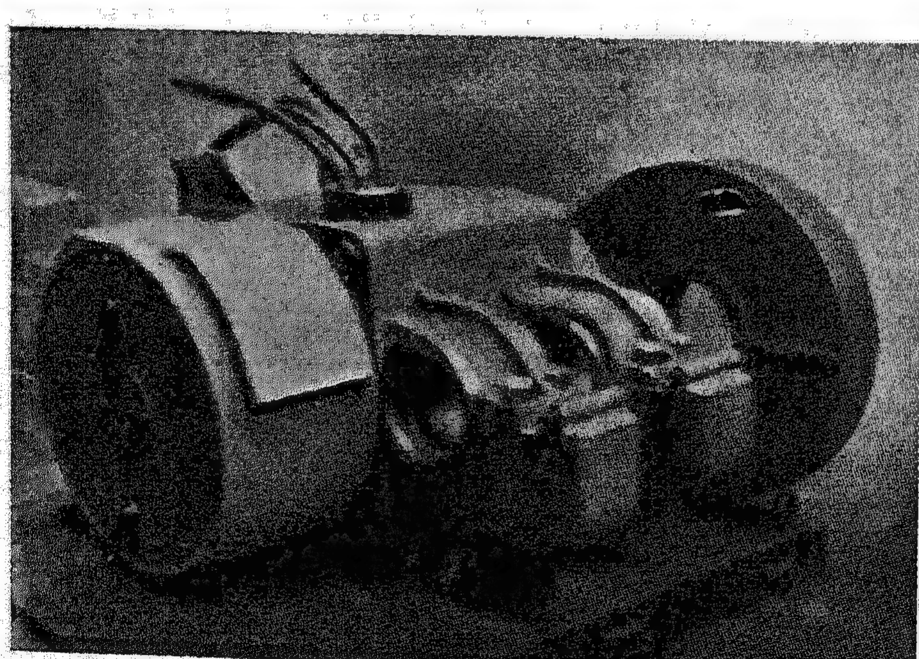


Fig. 2. - Uno dei motori speciali impiegato nelle prove delle batterie Drumm.

Nessun altro tipo di batteria può competere, specialmente in un servizio di trazione pesante e a percorsi lunghi, colla batteria Drumm, la quale dovendo servire per un percorso, p. es., di circa 300 km, richiede complessivamente per le cariche necessarie un periodo di tempo inferiore ad un'ora, ovvero può essere caricata ogni 20 km nel periodo delle fermate ordinarie, senza richiederne ulteriori.

Le prove pubbliche del 27 agosto si eseguirono sul tratto Inchicore-Hazelhatch delle ferrovie dello Stato Libero d'Irlanda; lungo questo tratto si avevano tratti piani e tratti a leggera pendenza (1 %). La motrice che servì alle prove era

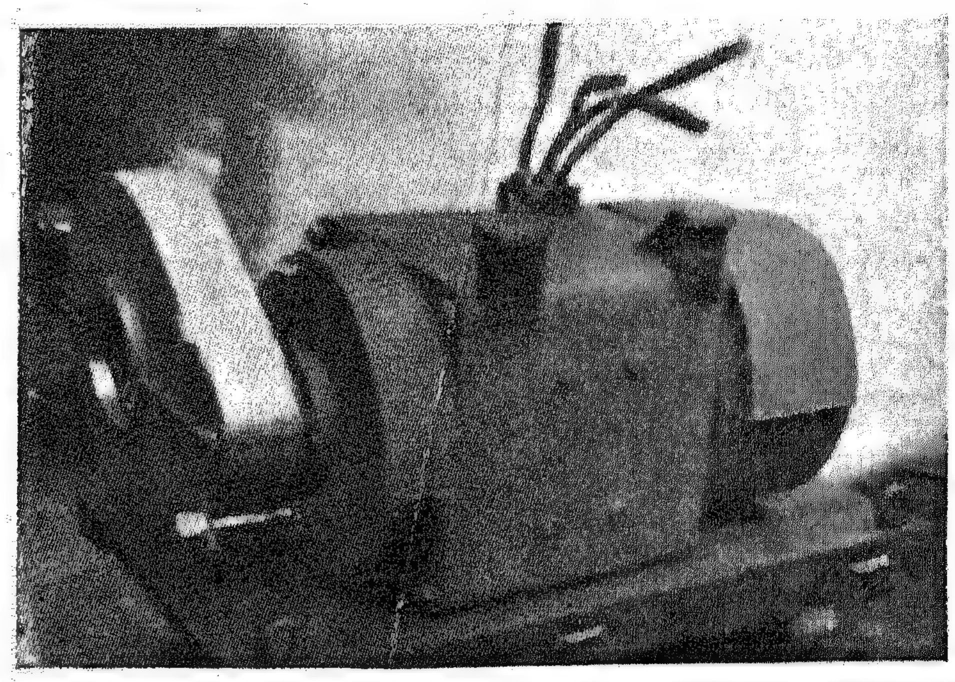


Fig. 3. - Un'altra veduta di uno dei motori impiegato nelle prove.

lunga poco più di m 9, comandabile dalle due estremità, e non aveva nessun dispositivo elastico (molle) per attutire i colpi; era stata preparata in fretta, tenendo conto che doveva servire a trasportare l'equipaggiamento e alcuni osservatori. L'equipaggiamento comprendeva una batteria di accumulatori, due motori speciali, disposti alle due estremità, costruiti dalla Victory Dynamos and Motors Ltd.-Leeds, un controller e le resistenze; i motori (figg. 2 e 3) erano del tipo ventilato ed avevano uno speciale coperchio di protezione, erano dimensionati per dare 30 HP a 110 V con 1100 giri/1'' ed erano in grado di sopportare un sovraccarico del 100% per 10 minuti e del 200% momentaneamente. Per la loro speciale applicazione erano piccoli e leggeri: il loro peso, compreso pignone ed asse, era di kg 300; la loro lunghezza totale era di 75 cm. Nella fig. 4 sono riportate le curve caratteristiche a tensione costante di 110 V. I due motori erano collegati agli assi con ruote ad ingranaggi, con rapporto di circa 4 : 1. La batteria comprendeva 77 celle, ciascuna di dimensioni 0,30 × 0,45 × 0,25; il peso della batteria era di

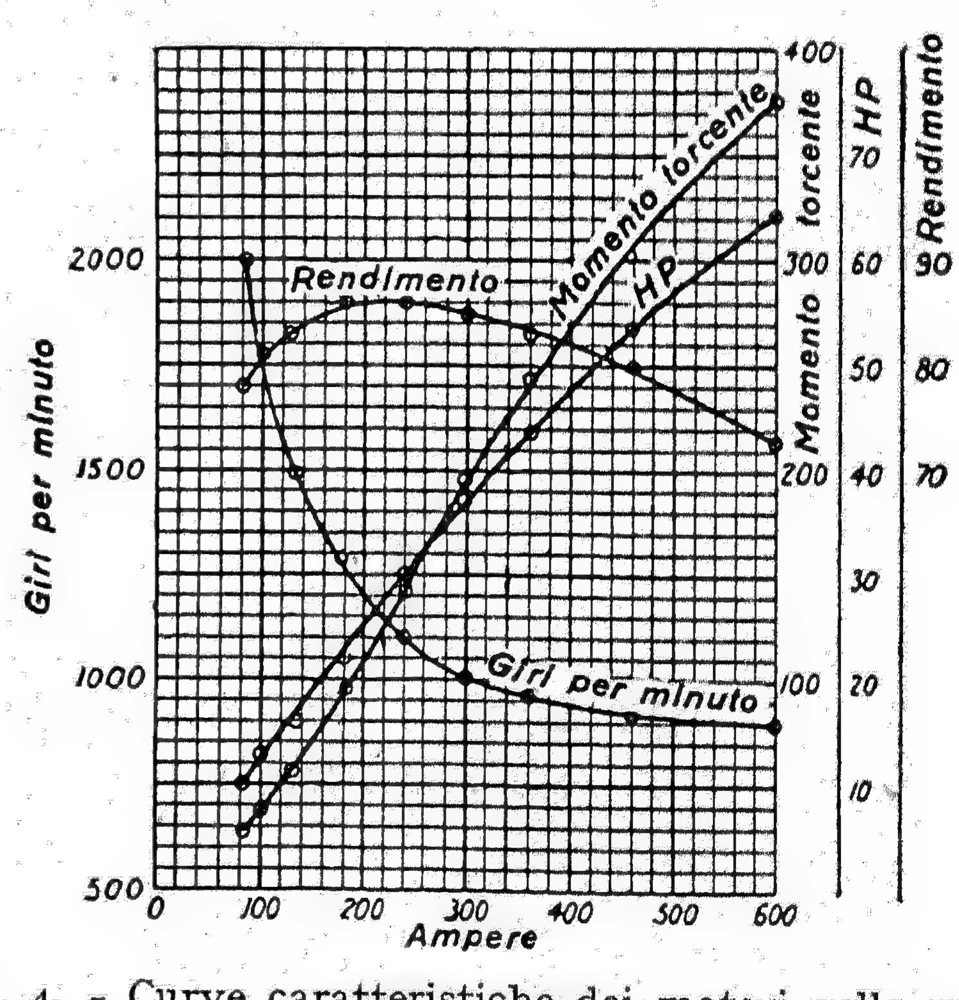


Fig. 4. - Curve caratteristiche dei motori nelle prove a tensione costante di 110 V.

2,7 tonnellate e quello dell'intero carro carico di circa 13 tonnellate.

Alle prove partecipava un rappresentante del Governo dello Stato Libero di Irlanda, perchè detto Governo aveva dato al prof. Drumm la maggior parte degli aiuti che gli furono necessari nelle sue ricerche ed era di conseguenza interessato nei risultati dell'invenzione.

Nei giorni di prova furono percorsi in totale 280 km, 28 km al giorno; la carica principale era fatta di notte e lentamente, le altre erano fatte di giorno ad intervalli e con intensità di 200 A per 10 minuti, 400 A per 20 minuti e persino 600 ÷ 700 A per 10 minuti. La tensione media della carica era di V 152 e quella nella scarica di V 122; la massima caduta di tensione si è avuta nei periodi di accelerazione con richiesta di 800 A ed è stata di 20 V.

La quantità totale d'energia data dalla batteria durante i giorni di prova è stata di kWh 193. La massima velocità rag-

giunta è stata di 80 km all'ora, la media di circa 60 km all'ora; la massima accelerazione in piano è stata di 2 km orari per secondo, in salite dell'1 % di circa 1 km orario per secondo.

La massima potenza fornita dalla batteria nei periodi di accelerazione è stata di kW 110 e la massima corrente di circa 1000 A.

Dalle prove è risultato un consumo di energia di circa 50 Wh per tonnellata-km. Il materiale studiato si è dimostrato utile ed appropriato per le linee suburbane, in particolare per quelle della Great Southern Railway Company, che per le condizioni del traffico non ritenne mai conveniente elettrificare completamente le sue linee, ad eccezione di due tratti che hanno grande traffico. Le batterie Drumm risolvono questo problema e permettono allo Stato Libero di Irlanda di ridurre il consumo e l'importazione di combustibile.

F. J.

ANALISI DEL COSTO DI UNA RETE DI DISTRIBUZIONE IN BASE AI DATI STATISTICI DELL'IMPRESA

E T Z del 30 ottobre 1930. – E. Unger.

Due sono gli elementi che determinano la quota di costo dovuta alla distribuzione sul costo totale della prestazione del servizio elettrico:

1º) Il *valore dell'impianto*, con la quale espressione si deve intendere il costo attuale di ricostruzione della rete di distribuzione.

2º) Le *spese correnti* necessarie per rendere possibili le operazioni commerciali inerenti al servizio e garantire la continuità dello stesso.

1) Valore dell'impianto.

Per facilitare il calcolo di questo si definisce un fattore di rincaro f che rappresenta il rapporto fra il costo attuale di ricostruzione ed il costo prebellico di costruzione.

Se trattasi di impianto costruito prima della guerra la determinazione di f è immediata. Indichiamo con L il costo effettivo dell'impianto. A formare tale costo concorrono le voci A, B, C, D, ... per ciascuna delle quali sarà possibile determinare il relativo fattore attuale di rincaro f_a, f_b, f_c, f_d .... in base ai listini delle case costruttrici od ai prezzi delle materie prime. Posto

$$a = \frac{100\,A}{L},\quad b = \frac{100\,B}{L},\quad c = \frac{100\,C}{L},\quad d = \frac{100\,D}{L}\,..... \quad (1)$$

ed indicando con L_r il costo attuale di ricostruzione si ha:

$$f = \frac{L_r}{L} = \frac{f_a\,A + f_b\,B + f_c\,C + f_d\,D + ...}{L} =$$

$$= 0{,}01\;(a\,f_a + b\,f_b + c\,f_c + d\,f_d + ...)$$

Qualora si tratti di impianto costruito dopo la guerra, il fattore di rincaro all'epoca della costruzione è dato dall'espressione:

$$f = \frac{100}{\dfrac{a'}{f_a} + \dfrac{b'}{f_b} + \dfrac{c'}{f_c} + \dfrac{d'}{f_d} + ...} \quad (2)$$

nella quale gli indici stanno a significare che le relative grandezze si riferiscono a valori postbellici. La dimostrazione è immediata. Si ha evidentemente, conservando sempre le stesse notazioni:

$$a' = \frac{100\,A'}{L_r} = \frac{100\,f_a\,A}{L_r}$$

$$b' = \frac{100\,B'}{L_r} = \frac{100\,f_b\,B}{L}$$

$$c' = \frac{100\,C'}{L} = \frac{100\,f_c\,C}{L}$$

$$d' = \frac{100\,D'}{L} = \frac{100\,f_d\,D}{L}$$

....

....

Sostituendo nella (2) ad a', b', c', d', ... le espressioni trovate risulta

$$f = \frac{L_r}{L}$$

il che dimostra l'assunto.

Le equazioni (1) e (2) possono naturalmente servire anche a determinare il fattore di rincaro relativo fra due anni qualsiasi nel dopoguerra, quando si diano gli opportuni valori alle espressioni che figurano nelle stesse.

2) Spese correnti.

1) *Servizio d'interesse.* – Questo si calcola sul capitale effettivamente investito. Se trattasi di danaro avuto in mutuo (obbligazioni, prestiti, ecc.) l'interesse è prescritto dalle condizioni a cui il mutuo è stato contratto. Per il capitale proprio (ad es. capitale azionario) occorre che l'interesse si adegui alle condizioni del mercato. Ciò è di particolare importanza quando l'impresa abbia bisogno di ulteriori forti immobilizzi per la sua espansione.

2) *Ammortamento.* – Spesso la quota di ammortamento resta fissata dalle condizioni di concessione. Ove queste non sussistano, si seguiranno i criteri usuali.

3) *Manutenzione e rinnovi.* – Con l'espressione *spese di manutenzione* intendiamo tutti quai titoli di spesa che sono inerenti all'esercizio della rete e cioè salari, stipendi, tasse, assicurazioni, materiali di consumo, ecc. Non compresi sono il costo di produzione dell'energia propriamente detto, i titoli di spesa fissati da impegni contrattuali od infine quelle spese che si risolvono in un prolungamento considerevole della « vita » dell'impianto. Queste ultime vanno considerate come rinnovi.

Una distinzione del genere non sarà sempre facile e dipenderà in parte non trascurabile dal giudizio soggettivo del dirigente l'impresa. Mentre le spese di manutenzione vanno coperte con gli introiti correnti quelle invece per i rinnovi vanno prelevate da un fondo costituito da accantonamenti annui preferibilmente di ammontare costante. I prelievi da tale fondo andranno via via aumentando coll'invecchiare dell'impianto.

3) Equazioni fondamentali.

Le considerazioni precedentemente svolte permettono di scrivere le equazioni fondamentali di equilibrio economico della rete. Tratteremo dapprima il caso di un impianto di nuova costruzione ed indicheremo più innanzi i criteri da applicare nel caso si tratti di impianti già esistenti.

a) Impianto di nuova costruzione. – Indichiamo con

C_t il costo totale dell'impianto in Lire,

C_c il contributo versato dagli utenti o dagli enti pubblici,

C_i la parte del costo a carico dell'impresa,

η il rendimento dell'impianto ossia il rapporto fra l'energia ceduta e quella assorbita dalla rete,

N_v il numero di kWh venduto annualmente per ogni Lira di valore dell'impianto (rapporto tra i kWh venduti e C_t),

N_g il numero di kWh generato (od acquistato) annualmente per ogni Lira di valore dell'impianto (rapporto N_v/η),

v il prezzo medio di vendita in L/kWh,

g il prezzo di acquisto od il costo di produzione alle sbarre della centrale in L/kWh,

p interesse e ammortamento del capitale investito dall'azienda in percentuale, divisa per 100,

q manutenzione e rinnovi riferiti al valore dell'impianto C_t in percentuale, divisa per 100.

L'introito I dell'impresa è dato allora da:

$$I = \eta\,N_g\,C_t\,v$$

Le spese S risultano dalla somma della spesa per la produzione o l'acquisto dell'energia e per il servizio del capitale:

$$S = N_g\,C_t\,g + (p + q)\,C_t - p\,C_c$$

Per l'equilibrio tra spese ed introiti deve aversi:

$$I = S$$

ossia

$$\eta\,N_g\,C_t\,v = N_g\,C_t\,g + (p + q)\,C_t - p\,C_c$$

Da questa si ricava:

$$\frac{C_c}{C_t} = \frac{p+q}{p} - N_g \frac{\eta v - g}{p} \qquad (3)$$

e tenuto presente che $C_c = C_t - C_i$

$$\frac{C_i}{C_t} = -\frac{q}{p} + N_g \frac{\eta v - g}{p} \qquad (4)$$

Se $C_c = O$ ossia nessun contributo vien fatto per la costruzione dell'impianto, si ha:

$$N_g = \frac{p+q}{\eta v - z} \qquad (5)$$

Le equazioni trovate rappresentano la condizione necessaria e sufficiente perchè l'impresa sia attiva; esse possono anche, come vedremo più innanzi, venir applicate e singoli gruppi di utenti e servire a verificare se i prezzi da questi pagati sono in equo rapporto.

Come applicazione considereremo il caso che una società debba elettrificare dei Comuni rurali e si voglia determinare il contributo che i singoli comuni devono pagare perchè l'energia possa venir venduta ad un prezzo predeterminato. Indicando con A il numero di abitanti del Comune, con n_a il consumo annuo di kWh per abitante, si ha evidentemente:

$$N_g = \frac{n_a A}{\eta C_t p}$$

ed eliminando N_g dalla (3)

$$\frac{C_c}{C_t} = \frac{p+q}{p} - \frac{n_a(\eta v - g)}{\eta C_t p} A$$

Posto in questa

$p = 0{,}08 + 0{,}0137 = 0{,}0937$ (interesse e ammortamento in 25 anni al tasso dell'8 %).

$q = 0{,}06 + 0{,}02 = 0{,}08$ (manutenzione e rinnovi).

$v = 2{,}50\ L/\text{kWh}$, $g = 0{,}18\ L/\text{kWh}$, $\eta = 0{,}50$, $n_a = 18$ kWh

si ottiene:

$$C_c = 1{,}855\ C_t - 411{,}1\ A$$

Se a mo' d'esempio per una località con 800 abitanti il costo d'impianto risulta di L. 270.000, e le autorità locali desiderano che il prezzo del kWh non superi L. 2,50, occorre che esse o gli utenti contribuiscano alle spese d'impianto con L. 170.000, versate a fondo perduto.

A N_g sostituiamo nella (3) $N_v = \eta N_g$; si ottiene;

$$\frac{C_c}{C_t} = \frac{p+q}{p} - N_v\left(\frac{v}{p} - \frac{g}{\eta p}\right) \qquad (6)$$

Con l'aumentare di N_v cresce in generale la convenienza economica dell'impianto, ma soltanto fiino ad un certo punto perchè contemporaneamente η diminuisce. Vi sarà quindi un valore *optimum* di N_v. Se però il maggior consumo cade nelle ore di carico ridotto, il rendimento potrà restare quasi costante. L'equazione (6) si presta ad alcune interessanti applicazioni. Supponiamo che la rete abbia il rendimento η_1 e si voglia portare quest'ultimo al valore η_2 rinforzando alcune parti dell'impianto: qual'è il maggiore investimento εC_t che è lecito dedicare, *coeteris paribus*, a tale aumento del rendimento? Scrivendo la (6) una volta per i valori C_t ed η_1, l'altra per $(1+\varepsilon)\ C_t$ ed η_2, si ricava facilmente:

$$\varepsilon = N_{v1} \frac{g}{p+q}\left(\frac{1}{\eta_1} - \frac{1}{\eta_2}\right)$$

nella quale con N_{v1} abbiamo indicato il numero di kWh venduti per 1 lira dell'investimento iniziale. Nella fig. 1 è riportato η_2 come funzione di ε per diversi valori di η_1. Si vede ad es. che per $\eta_1 = 0{,}7$ un maggiore investimento del 5 % è giustificato soltanto se ad esso corrisponde un maggior rendimento $\eta_2 = 0{,}85$.

L'equazione (6) permette anche di confrontare il *rendimento economico* di due imprese delle quali una provveda alla sola trasmissione dell'energia che viene distribuita dall'altra. Tenendo presente che allora il prezzo di vendita della prima è uguale al prezzo d'acquisto della seconda e ritenuto che p e q abbiano gli stessi valori per ambedue gli impianti, si possono scrivere le due equazioni

$$C'_c = C'_t\left[\frac{p+q}{p} - \frac{N''_v}{\eta''}\frac{C''}{C'_t}\left(\frac{g''}{p} - \frac{g'}{\eta' p}\right)\right]$$

$$C''_c = C''_t\left[\frac{p+q}{p} - N''_v\left(\frac{v''}{p} - \frac{g''}{\eta'' p}\right)\right]$$

nella quale si sono provvisti con un indice i simboli relativi all'impianto di trasmissione e con due quelli dell'impianto di distribuzione. Si è inoltre eliminato N'_v con l'equazione

$$C'_t\ N'_v = C''_t\ N''_g = C'_t\ \frac{N''_v}{\eta''}$$

nell'ipotesi che *tutta* l'energia trasmessa dal primo venga consegnata al secondo.

b) Impianto esistente. – Le equazioni precedentemente scritte possono applicarsi senz'altro anche ad impianti esistenti, con l'avvertenza però che adesso non è più valida la relazione

$$C_t = C_i + C_c$$

poichè mentre le due grandezze al secondo membro hanno valori determinati, C_t invece ha un valore variabile col tempo da calcolarsi in base al fattore di rincaro come si è detto nella prima

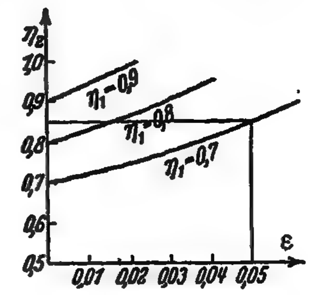


Fig. 1.

parte. Occorre quindi tener presente questa circostanza nell'applicare le equazioni suddette.

Contrariamente a quanto avviene per un impianto nuovo, tutte le grandezze che entrano nelle equazioni sono note per un impianto esistente: esse quindi possono servire a riconoscere se il prezzo medio di vendita praticato è sufficiente. A questo proposito è però opportuno fare un'osservazione e cioè che per l'esercizio dell'impianto occorre da una parte disporre anche di capitale circolante e di materiali di riserva mentre dall'altra hanno luogo delle perdite procurate da utenti morosi od insolventi. Dei primi si può tener conto aumentando convenientemente C_t, delle seconde modificando il valore di q.

4) Gruppi di utenti.

Le equazioni ricavate in precedenza possono applicarsi oltrechè alla verifica se il prezzo medio di vendita dell'energia è sufficiente, anche al controllo se i prezzi pagati dalle singole categorie sono nel giusto rapporto. A tal uopo basta considerare l'impianto esistente quale risultante dalla sovrapposizione di tanti impianti parziali quante sono le categorie di utenti. A titolo d'esempio limitiamoci a considerare il caso di due sole categorie, industria e piccoli utenti: affetteremo con l'indice i le grandezze relative alla prima, con l'indice u quelle relative alla seconda. L'equazione (4) applicata successivamente alle due categorie e tenuto conto che potremo ritenere p (interesse più ammortamento) e g eguali nei due casi, diviene

$$\left.\begin{aligned}\frac{C_{ii}}{C_{ti}} &= -\frac{q_i}{p} + N_{gi}\frac{\eta_i v_i - g}{p}\\ \frac{C_{iu}}{C_{tu}} &= -\frac{q_u}{p} + N_{gu}\frac{\eta_u v_u - g}{p}\end{aligned}\right\} \qquad (7)$$

Posto:

$$C_{ti} = K_i\, C_t \qquad\qquad C_{tu} = K_u\, C_t$$

con

$$K_i + K_u = 1$$

e definendo con le relazioni

$$n_i\, N_g\, C_t = N_{gi}\, C_{ti} \qquad\qquad n_u\, N_g\, C_t = N_{gu}\, C_{tu}$$

le costanti n_i ed n_u $(n_i + n_u = 1)$, le quali rappresentano così le frazioni dell'energia totale generata (od acquistata) assorbite

da ciascun gruppo di utenti, fatte le debite sostituzioni nelle (7) si ricava, risolvendole rispetto a v_i e v_u:

$$\left.\begin{aligned} v_i &= \frac{K_i}{n_i} \cdot \frac{p}{n_i\, N_g}\left(\frac{C_{ti}}{K_i\, C_t} + \frac{q_i}{p}\right) + \frac{g}{n_i} \\ v_u &= \frac{K_u}{n_u} \cdot \frac{p}{n_u\, N_g}\left(\frac{C_{tu}}{K_u\, C_t} + \frac{q_u}{p}\right) + \frac{g}{n_u} \end{aligned}\right\} \quad (8)$$

Nel secondo membro di queste equazioni tutto è noto ad eccezione di n_i m_i, K_i e n_u, m_u, K_u (C_{ti} e C_{tu} si calcolano sottraendo da C_t i contributi pagati rispettivamente dalle due ca-

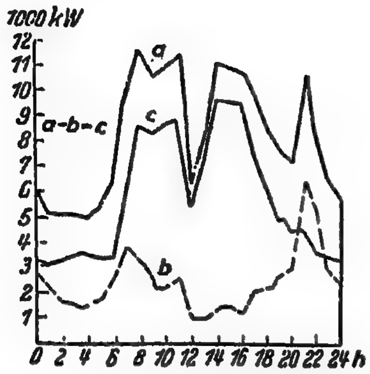


Fig. 2.

tegorie di utenti) e quindi ove fosse possibile determinare le grandezze suddette, anche v_i e v_u risulterebbero immediatamente.

Per determinare n_i ed n_u si può procedere nel modo seguente Per ciascun gruppo di utenti le statistiche dell'impresa danno l'energia venduta entro un determinato intervallo di tempo, per es. un anno. Se si potesse suddividere il diagramma di carico nelle parti spettanti a ciascun gruppo, si otterrebbero immediatamente per divisione i valori di n_i ed n_u. A pag. 627 della nostra Rivista, Vol. VI (1929) è riportato il procedimento di analisi dei diagrammi di carico proposto da Schneider. Si considerino due diagrammi giornalieri (fig. 2), relativi rispettivamente ad un giorno nel quale tutti gli utenti prelevano energia (giorno feriale — *a*) ed un giorno in cui l'utenza industriale non preleva energia (giorno festivo — *b*). Per differenza si ricava la curva *c* che delimita il diagramma di carico della sola industria. Moltiplicando l'area di questa per il numero di giorni lavorativi e dividendo l'energia totale venduta agli utenti industriali per il prodotto suddetto si ottiene n_i. In modo analogo si giunge a determinare n_u che risulta del resto anche dalla relazione

$$n_u = \frac{m_u}{n_u} \cdot n$$

dove m_u è la frazione dell'energia totale venduta che spetta ai piccoli utenti ed n_u si determina immediatamente in base all'analisi fatta del diagramma di carico. Naturalmente è

$$m_i + m_u = 1$$

ed anche

$$n_i = \frac{m_i}{n_i} \cdot n$$

Per la determinazione di K_i e K_u ossia della parte dell'investimento totale che spetta a ciascun gruppo di utenti si può procedere nel modo seguente. Nell'impianto preso nel suo complesso

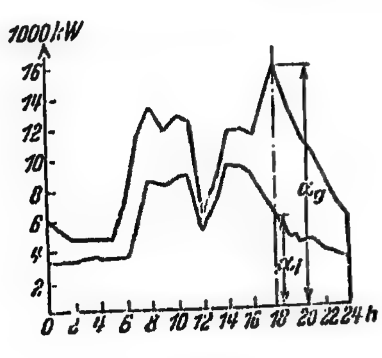


Fig. 3.

potremo sempre distinguere tre parti, una prima destinata soltanto al servizio dei piccoli utenti, una seconda a quello degli utenti industriali, un'ultima al servizio comune delle prime due categorie. Gli investimenti J_i e J_u relativi alle prime due parti sono senz'altro da attribuirsi ai relativi gruppi di utenti. Per determinare la frazione dell'investimento J_r, relativo all'ultima parte, spettante per es. al gruppo utenti industriali, possiamo ricorrere al diagramma di carico nel giorno di massimo carico (fig. 3) ed attribuire alla categoria utenti industriali una frazione di J_r eguale al rapporto fra il segmento che il diagramma di tale categoria (curva inferiore) intercetta sull'ordinata massima del diagramma complessivo e l'ordinata massima stessa. Si ottiene così

$$C_{ti} = \frac{\alpha_i}{\alpha_g} \cdot J_r + J_i$$

$$C_{tu} = \frac{\alpha_g - \alpha_i}{\alpha_g} \, J_r + J_u$$

e quali permettono di determinare immediatamente K_i e K_u.

Esempio numerico

Consideriamo un'impresa che fornisce energia prevalentemente ad utenti industriali. Dai libri e dalle statistiche dell'esercizio risultino i seguenti valori delle varie grandezze considerate:

C_t = 200 milioni di lire
C_i = 80 » » »
J_i = 12 » » »
J_r = 150 » » »
q = 0,08
p = 0,0937 (interesse ed ammortamento in 25 anni al tasso dell'8 %)
g = 0,18 L/kWh
n = 0,80

L'energia venduta agli utenti industriali ammonti a $10^6 . 34$ kWh, ai piccoli utenti a $10^6 . 8$ kWh, complessivamente a $10^6 . 42$ kWh.

Risolvendo la (4) rispetto a v si ottiene

$$v = \frac{1}{n}\left[\frac{1}{N_g}\left(p\,\frac{C_i}{C_t} + q\right) + g\right]$$

Poichè

$$N_g = \frac{42}{0{,}8 . 200} = 0{,}263 \text{ kWh/L.}$$

introducendo i valori suddetti dei simboli si ricava:

$$v = 0{,}782 \; L/\text{kWh}$$

Ciò significa che il prezzo *medio* di vendita dell'energia per l'impresa considerata dev'essere di almeno 0,782 L/kWh perchè l'impresa stessa possa essere attiva. Le formule adoperate ci dicono inoltre che tale prezzo medio è funzione delle caratteristiche dell'impianto e come debba essere quindi diverso da impianto ad impianto.

Vediamo ora come possano controllarsi le tariffe per le due categorie di utenti. Riterremo a tale scopo che sia anche $q_i = q_u$ e che i diagrammi di carico delle fig. 2 e 3 corrispondano appunto all'impresa in esame. Le equazioni che ci danno le tariffe cercate sono le (8).

L'energia totale generata (od acquistata) è di $\frac{42}{0{,}8} = 52{,}5$ milioni di kWh. Poichè l'area sottesa dalla curva *c* in fig. 2 è di 138.400 kWh, corrispondente ad una produzione annua (280 giorni lavorativi) di 38,8 milioni di kWh si ha:

$$n_i = \frac{38{,}8}{52{,}5} = 0{,}739 \qquad n_u = 1 - n_i = 0{,}261$$

$$n_i = \frac{34}{38{,}8} = 0{,}877 \qquad n_u = \frac{8}{52{,}5 - 38{,}8} = 0{,}584$$

Inoltre, poichè dalla fig. 3 si ha che

$$\alpha_i = 6.000 \text{ kW}$$
$$\alpha_g = 16.000 \text{ »}$$

risulta:

$$K_i = \frac{C_{ti}}{C} = \frac{\frac{\alpha_i}{\alpha_g} J_r + J_i}{C_t} = \frac{\frac{6}{16}\,150 + 12}{200} = 0{,}341$$

$$K_u = 1 - K_i = 0{,}559$$

Dai libri dell'impresa risulti che il contributo pagato a fondo perduto dagli utenti industriali ammonta a 40 milioni di lire, quello pagato dai piccoli utenti a 75 milioni. Si trova allora:

$$C_{1i} = C_{ti} - 40 = K_i\, C_t - 40 = 68{,}2 - 40 = 28{,}2 \text{ milioni di L.}$$

$$C_{1u} = K_u\, C_t - 75 = 131{,}8 - 75 = 56{,}8 \text{ milioni di Lire}$$

Introducendo i valori trovati nelle (8) risulta:

$$v_i = \frac{0{,}341}{0{,}739}\;\frac{0{,}0937}{0{,}877\,.\,0{,}263}\left(\frac{28{,}2}{0{,}341.200} + \frac{0{,}08}{0{,}0937}\right) + \frac{0{,}18}{0{,}877} = 0{,}443 \sim 0{,}45 \text{ L/kWh}$$

$$v_u = \frac{0{,}659}{0{,}261}\;\frac{0{,}0937}{0{,}584\,.\,0{,}263}\left(\frac{56{,}8}{0{,}659.200} + \frac{0{,}08}{0{,}0937}\right) + \frac{0{,}18}{0{,}584} = 2{,}287 \sim 2{,}30 \text{ L/kWh.}$$

Naturalmente i risultati trovati non hanno valore assoluto. Essi piuttosto stanno a dimostrare come *l'introito medio per kWh* debba essere diverso da categoria a categoria di utenti. La forma della tariffa permette poi di ripartire equamente i costi tra i vari utenti di una stessa categoria in modo che l'introito medio per kWh sia quello necessario per il buon andamento dell'impresa.

N. B. – Per quanto ciò non sia posto esplicitamente in evidenza nell'articolo, tuttavia risulta dall'ultima parte della trattazione che l'A. accetta come determinante l'introito medio per kWh dalle singole categorie di utenti il principio del *costo del servizio*. È noto che tale punto di vista non è commercialmente sostenibile perchè tenderebbe ad eliminare importanti categorie di grandi utenti la cui partecipazione al consumo porta come conseguenza la diminuzione del costo medio dell'energia prodotta. L'esclusione di tali categorie elevando il suddetto costo medio riuscirebbe quindi di danno per tutti indistintamente gli utenti. Aggiungiamo ancora che la determinazione del costo del servizio presuppone l'esistenza di una soluzione soddisfacente dell'annoso problema della *ripartizione dei costi fissi*. Malgrado l'ormai abbondante letteratura in merito una tale soluzione ancora non è stata trovata, probabilmente perchè il problema per sua natura non può essere impostato in termini precisi. L'A. accetta senza discuterla la teoria che il costo delle parti d'impianto comuni ai vari servizi debba suddividersi tra questi in proporzione della partecipazione dei relativi diagrammi di carico alla punta massima complessiva. L'applicazione di tale principio porterebbe a risultati assurdi per quelle imprese che servono zone fortemente industrializzate e che sono riuscite con beneficio di *tutti* gli utenti ad accaparrare praticamente la totalità dell'utenza industriale. È questo appunto il caso dell'Italia Settentrionale.

Come detto, queste osservazioni si riferiscono soltanto all'ultima parte dell'articolo (4° – Gruppi di utenti) e non infirmano quindi le conclusioni precedenti, nè il principio della diversità delle tariffe da categoria a categoria di utenti.

W. M.

RASSEGNA TECNICA

a) SUL GRADO D'APPROSSIMAZIONE DI ALCUNI METODI DI MISURA DELLE PORTATE

Zeitschrift d. V. D. I., 1930, n. 44 – DOTT. ING. O. KIRSCHMER e ING. B. ESTERER.

Nell'impianto sperimentale dell'Istituto di ricerche per costruzioni idrauliche ed idroelettriche di Monaco (1) è stata eseguita, nel primo semestre del corrente anno, una numerosa serie di esperienze intese a stabilire il grado di approssimazione dei seguenti metodi di misura delle portate:

a) metodo dello stramazzo in parete sottile (senza contrazione laterale);
b) metodo del molinello;
c) metodo dell'onda salina (o metodo di Allen e Taylor);
d) metodo chimico della soluzione salina.

Misure volumetriche.

La taratura del bacino di misura venne eseguita in due modi: mediante accurati e ripetuti rilievi delle sue dimensioni geometriche e mediante riempimento d'acqua con recipienti esattamente tarati per pesata.

Il livello dell'acqua nel bacino, durante le esperienze, veniva misurato mediante sei piezometri muniti ciascuno di un nonio che consentiva l'approssimazione di $\frac{1}{10}$ di mm.

Le varie cause d'errore rivelate da indagini preliminari furono eliminate mediante opportuni accorgimenti.

Misure allo stramazzo.

Alla fine del canale (fig. 1) venne posto uno stramazzo verticale in parete sottile dell'altezza di 523 mm. La ventilazione sotto la vena tracimante, largamente assicurata mediante appositi dispositivi, veniva controllata, durante le sperienze, per mezzo di un manometro.

Oltre a questo stramazzo gli autori ne esperimentarono un secondo dello stesso tipo e dell'altezza di 850 mm.

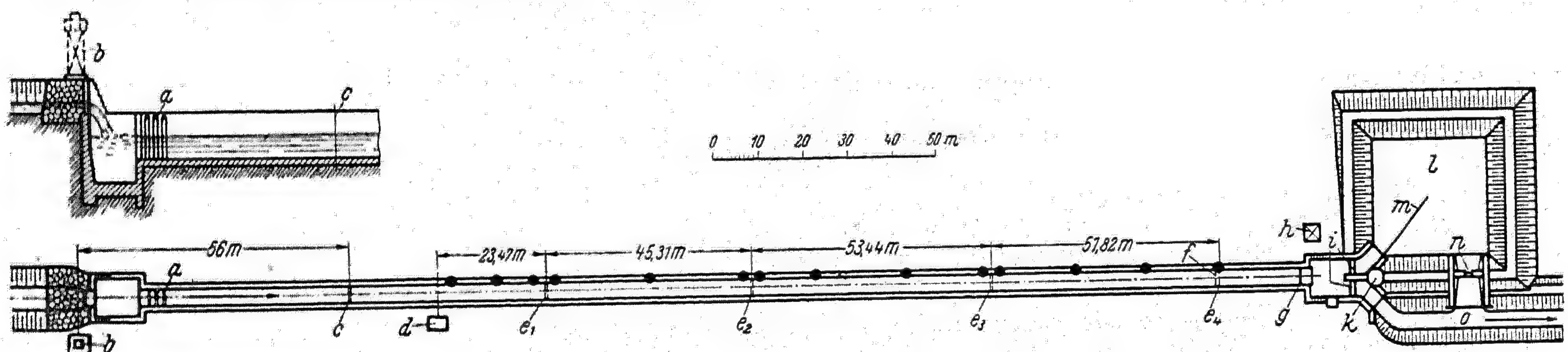


Fig. 1.

a) Griglie di tranquillizzazione.
b) Dispositivo per l'immissione della soluzione salina concentrata (metodo chimico).
c) Sezione di prelievo dei campioni della soluzione diluita.
d) Dispositivo per l'immissione (sotto pressione) della soluzione salina (metodo della onda salina).
e) e_1, e_2, e_3, e_4, sezioni di controllo con elettrodi.
f) Sezione di misura col molinello.
g) Stramazzo.
h) Posto di comando.
i) Paratoie a settore.
k) Pozzetto di calma per i rilievi piezometrici.
l) Bacino tarato di misura (1600 mc.)
m) Tubo piezometrico.
n) Paratoia di scarico.
o) Canale di scarico.
● Pozzetti per il controllo del pelo d'acqua.

A base del confronto fra i diversi metodi presi in esame sono stati assunti i risultati di accuratissime misure volumetriche eseguite mediante un grande bacino tarato (della capacità utile di 1600 mc) annesso all'impianto (v. fig. 1).

Premesse alcune particolareggiate notizie sui dispositivi e gli accorgimenti adottati per le diverse misure eseguite, gli autori riassumono nella presente nota i risultati ottenuti, sottoponendoli ad un breve esame critico.

Nella fig. 1 è riportato uno schema dell'impianto sperimentale con l'indicazione dei vari dispositivi usati.

Si tratta essenzialmente di un canale rettilineo della lunghezza di 250 m, a sezione rettangolare (2,5 m di larghezza per 2 m di profondità) e con pareti di cemento lisciato, il quale termina in una vaschetta dalla quale l'acqua può venire immessa o nel bacino di misura (*l*) o nel canale di scarico (*o*). La commutazione del deflusso viene fatta mediante due paratoie a settore (*i*) collegate fra loro, le quali si muovono simultaneamente in sensi opposti e possono chiudersi od aprirsi in 1,5 ÷ 2,0 secondi.

La portata del canale, durante le diverse esperienze fu fatta variare fra 0,5 e 4 m³/sec.

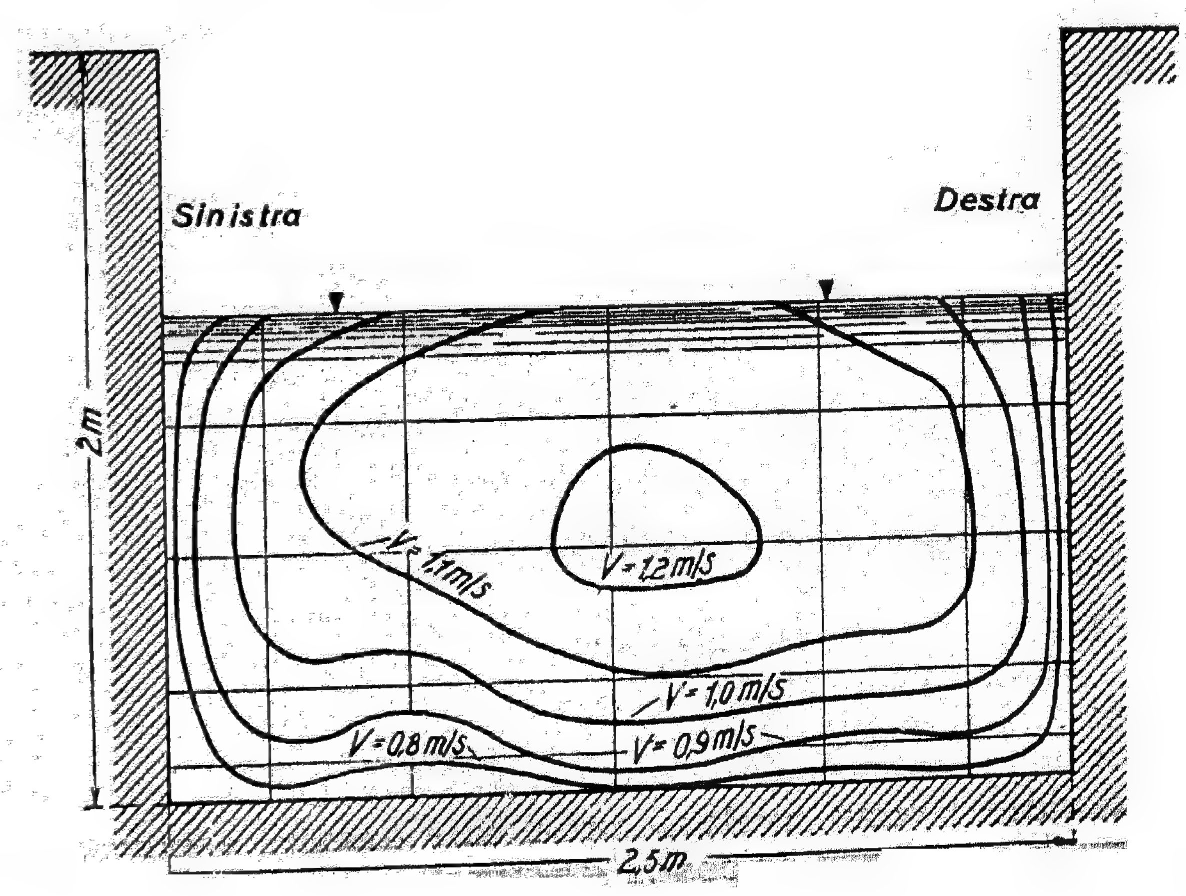


Fig. 2.

(1) Questo impianto, che sorge in prossimità del Walchensee, è già stato descritto nel fascicolo di febbraio 1929 de *L'Energia Elettrica* (pag. 198).

Misure col molinello.

Tali misure furono eseguite a brevissima distanza dallo stramazzo, allo scopo di determinare la distribuzione delle velocità in una sezione immediatamente a monte di questo (v. fig. 2).

Vennero usati quattro molinelli, di cui tre modernissimi tipo «Ott» (uno ad elica e tre a palette con razze) ed uno americano (Price) la costruzione del quale risaliva al 1903.

I molinelli furono accuratamente tarati prima e dopo ogni esperienza. Le misure vennero eseguite nei nodi del reticolato riprodotto nella fig. 2. Nella valutazione dei risultati ottenuti non si tenne conto che in misura minima dei valori rilevati con il molinello Price, poichè esso non presentava requisiti analoghi agli altri molinelli, di costruzione recentissima.

Misure col metodo dell'onda salina.

Questo metodo, proposto per la prima volta dagli ingegneri Allen e Taylor (1) era stato adottato sinora per la misura delle portate nelle condotte forzate soltanto. Esso però ha dato risultati soddisfacenti anche nel canale aperto sul quale gli Autori hanno eseguito le esperienze in oggetto.

La sola difficoltà che si incontra nella sua applicazione pratica ai canali a pelo libero consiste nella esatta determinazione del volume d'acqua compreso fra due sezioni consecutive di misura.

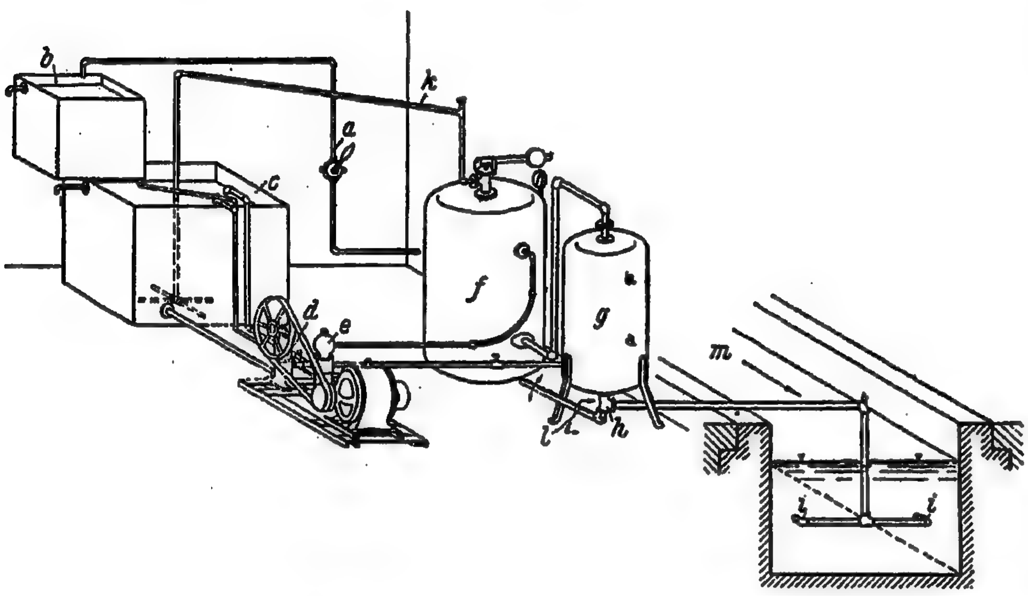


Fig. 3.

a) Condotta d'alimentazione dell'acqua (con pompa a mano).
b) Recipiente dell'acqua di raffreddamento per il compressore.
c) Recipiente per la preparazione della soluzione salina (600 l).
d) Pompa per la soluzione salina (ql/min; N = 0,5 HP).
e) Compressore (15 at.; 130 l/min).
f) Serbatoio dell'aria compressa (400 l).
g) Serbatoio per la soluzione (175 l).
h) Valvola a manovra rapida con comando a mano.
i) Valvole di immissione.
k) Condotta d'aria compressa per l'agitazione della soluzione.
l) Leva con contatti elettrici per il comando della valvola (*h*).
m) Canale sperimentale.

Nella figura 3 è schematicamente rappresentata l'attrezzatura usata dagli autori per la preparazione e l'immissione della soluzione salina ($N_a C_l$) nel canale sperimentale.

La quantità di soluzione immessa ogni volta (sotto una pressione di 10 at.) variava da 42 a 45 l circa; la durata normale di ogni immissione era di 1,5 sec. Venne però studiata in via preliminare l'influenza di tale durata, facendola variare da 0,5 a 5 sec.

Il passaggio della soluzione salina veniva controllato in quattro sezioni successive (v. fig. 1) ciascuna delle quali era munita di sei elettrodi collegati al circuito schematicamente rappresentato nella fig. 4.

La parte essenziale di questo era costituita da un amperometro registratore speciale il quale venne tarato coll'ausilio di un oscillografo, prima e dopo le misure.

(1) Il procedimento originale Allen e Taylor si basa sul principio seguente:

Se si immette in una sezione di una condotta forzata una qualunque soluzione salina concentrata è possibile determinare la velocità dell'acqua misurando il tempo impiegato dalla soluzione per percorrere un tratto di nota lunghezza della condotta: il passaggio della soluzione viene rivelato nelle due sezioni estreme del tratto considerato, mediante appositi elettrodi collegati con un circuito elettrico nel quale trovansi inserito un generatore di corrente e un amperometro munito di registratore.

Allo scopo di ottenere per le varie sezioni di controllo, dei diagrammi con dimensioni poco diverse fra loro, nonostante la sensibile diminuzione della concentrazione salina, si adottarono tensioni diverse per i rispettivi elettrodi.

Per determinare infine con la massima esattezza possibile il volume d'acqua contenuto nel tronco di canale interessato dalle varie esperienze, si disposero lungo questo 14 piezometri le cui indicazioni venivano rilevate con continuità.

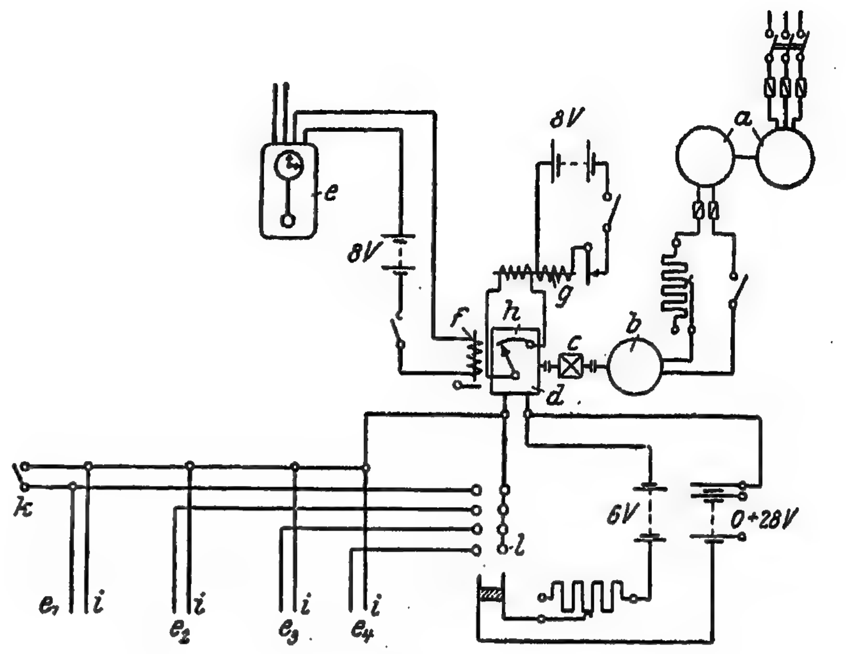


Fig. 4.

a) Raddrizzatore (380 V c. a./110 V c. c.).
b) Motorino dell'amperometro registratore.
c) Riduttore 1:1000.
d) Amperometro registratore.
e) Orologio elettrico principale.
e_1, e_2, e_3, e_4: elettrodi.
f) Registratore del tempo (sul diagramma).
g) Rocchetto d'induzione.
h) Dispositivo di registrazione a spinterometro.
i) Derivazioni per gli elettrodi.
k) Contatto della leva di comando (*l*) della fig. 3.
l) Commutatore a spine.

Misure per via chimica.

Queste misure furono eseguite immettendo una soluzione concentrata di $N_a C_l$ nell'acqua del canale, a monte delle griglie di tranquillizzazione.

La fig. 5 mostra il dispositivo all'uopo adottato. Ad ogni esperienza venivano immessi ∼ 0,5 l/sec di soluzione salina per la durata di 20÷25 minuti.

Il prelievo della soluzione diluita veniva fatto in quindici punti di una sezione posta 56 m circa a valle di quella di immissione.

In corrispondenza dei punti di prelievo dei campioni (da 0,5 a 1 l ciascuno) veniva misurata anche la velocità dell'acqua, per mezzo di molinelli.

Risultati delle misure.

Nella fig. 6 è riportata la curva di taratura dello stramazzo da 523 mm, posta a confronto con le curve desunte dalle formole di Bazin, Freese e Rehbock nonchè da quella stabilita dalla Associazione Svizzera degli ingegneri ed architetti (S.I.A.).

La curva trovata dagli AA. non coincide con nessuna di quelle dedotte dalle formole anzidette.

La stessa cosa si è verificata pure per lo stramazzo maggiore, dell'altezza di 850 mm.

Gli autori hanno però fatto anche diverse esperienze sopra due modelli dei suddetti stramazzi in scala 1:7 ed hanno trovato delle curve di taratura pressochè coincidenti con quelle dedotte dalla formola di Rehbock (1929).

I risultati delle numerose altre misure eseguite con i diversi metodi sopra accennati sono sinteticamente raccolti nel prospetto I.

Come si rileva dall'esame dei valori qui riportati, il metodo di misura che ha dato i risultati più approssimati (rispetto al metodo volumetrico, posto a base del confronto) è quello per via chimica. Pure sufficientemente approssimati sono i risultati delle misure eseguite coi molinelli e specialmente con quelli ad elica conica (o a spigoli sbiechi). I valori più discosti dai fondamentali sono invece quelli ottenuti col metodo dell'onda salina.

CONFRONTO DEI RISULTATI DI MISURA (DELLE PORTATE) OTTENUTI CON METODI DIVERSI.

N. dell'esperienza	Molinello Ott tipo «Texas» V con palette a razze			Molinello Ott tipo «Texas» ad elica con spigoli sbiechi			Metodo dell'onda salina					Metodo chimico				
	Q_v m³/s	Q_m m³/s	Differenze in % di Q_v	Q_v m³/s	Q_m m³/s	Differenze in % di Q_v	Q_v m³/s	Q_s misurate nel tratto e_2-e_3 m³/s	Differenze in % di Q_v	Q_s misurate nel tratto e_2-e_4 m³/s	Differenze in % di Q_v	Q_v m³/s	Q'_c m³/s	Differenze in % di Q_v	Q''_c m³/s	Differenze in % di Q_v
1	0,5522	0,5508	— 0,25				0,5531	0,5488	— 0,78	0,5406	— 2,26	0,5547	0,5534	— 0,23	0,5521	— 0,48
	0,5525	0,5455	— 1,27													
2				0,5541	0,5505	— 0,65	0,5542	0,5457	— 1,53	0,5457	— 1,53	0,5551	0,5526	— 0,45	0,5562	+ 0,20
				0,5544	0,5590	+ 0,83										
3							0,5532	0,5462	— 1,27	0,5474	— 1,05	0,5529	0,5502	— 0,49	0,5498	— 0,56
4	0,5694	0,5673	— 0,36				0,5701	0,5571	— 2,28	0,5589	— 1,96	0,5705	0,5688	— 0,29	0,5672	— 0,56
	0,5705	0,5699	— 0,10													
5							0,5774	0,5617	— 2,72	0,5606	— 2,90	0,5785	0,5743	— 0,72	0,5739	— 0,79
6				0,5796	0,5775	— 0,36	0,5796	0,5590	— 3,56	0,5717	— 1,37	0,5800	0,5763	— 0,63	0,5733	— 1,15
				0,5794	0,5798	+ 0,06										
7	0,8807	0,8735	— 0,82				0,8833			0,8601	— 2,62	0,8833	0,8867	+ 0,39	0,8867	+ 0,39
	0,8828	0,8780	— 0,55													
8				0,8792	0,8770	— 0,24	0,8796			0,8683	— 1,28	0,8809	0,8786	— 0,26	0,8802	— 0,07
				0,8804	0,8860	+ 0,63										
9							0,8796			0,8682	— 1,30	0,8864	0,8861	— 0,03	0,8867	+ 0,03
10	1,3437	1,3410	— 0,20				1,3416	1,3286	— 0,97	1,3311	— 0,78					
	1,3426	1,3400	— 0,20													
11				1,3457	1,3560	+ 0,76	1,3442	1,3507	+ 0,49	1,3331	— 0,83					
				1,3432	1,3560	+ 0,96										
12	1,3813	1,3920	+ 0,77				1,3806	1,4204	+ 2,88	1,3829	+ 0,17	1,3855	1,3888	+ 0,24	1,3920	+ 0,47
	1,3850	1,3890	+ 0,29													
13							1,3901	1,4193	+ 2,10	1,3852	— 0,35	1,3939	1,4018	+ 0,57	1,4057	+ 0,85
14				1,3938	1,3900	— 0,27	1,3940			1,3967	+ 0,19	1,3963	1,4092	+ 0,93	1,4165	+ 1,45
				1,3962	1,3930	— 0,23										
15	1,8015	1,7820	— 1,08				1,7999			1,7803	+ 1,09	1,8002	1,8166	+ 0,91	1,8140	+ 0,77
	1,8002	1,7820	— 0,68													
16				1,8023	1,7950	— 0,40	1,8002			1,7950	— 0,29	1,7999	1,8187	+ 1,05	1,8165	+ 0,92
				1,8010	1,8000	— 0,05										
17	2,1581	2,1360	— 1,02				2,1604	2,0870	— 3,40	2,1157	— 2,07	2,1645	2,1688	+ 0,20	2,1720	+ 0,34
	2,1645	2,1430	— 1,00													
18	2,2835	2,2804	— 0,13				2,2846			2,2569	— 1,21	2,2875	2,3203	+ 1,43	2,3100	+ 0,98
	2,2852	2,2124	— 3,18													
19				2,2898	2,2660	— 1,04	2,2873			2,2785	— 0,38	2,2856	2,2714	— 0,62	2,2753	— 0,45
				2,2870	2,2500	— 1,62										
20							2,2825			2,2643	— 0,79	2,2838	2,2571	— 1,17	2,2676	— 0,71
21				2,4919	2,4700	— 0,88	2,4914			2,4718	— 0,78	2,4904	2,4982	+ 0,32	2,5034	+ 0,52
				2,4910	2,4690	— 0,88										
22							2,4953			2,4840	— 0,45	2,4954	2,4912	— 0,17	2,4931	— 0,09
23	3,3287	3,3010	— 0,83	3,3314	3,3150	— 0,49						3,3350	3,3399	+ 0,15	3,3318	— 0,10
	3,3287	3,2880	— 1,22	3,3327	3,3220	— 0,32										
24							3,3297			3,3095	— 0,61	3,3318	3,2349	— 2,91	3,2753	— 1,70
25	3,3314	3,3400	+ 0,26				3,3320			3,2713	— 1,82	3,3328	3,3246	— 0,25	3,3312	— 0,05
	3,3346	3,3410	+ 0,19													
26				3,3379	3,3310	— 0,21	3,3361			3,3100	— 0,78	3,3405	3,3501	+ 0,29	3,3373	— 0,09
				3,3405	3,3500	— 0,28										
27	3,9796	3,9770	— 0,07				3,9790			3,8795	— 2,50	3,9790	3,9869	+ 0,20	3,9778	— 0,03
	3,9790	3,9480	— 0,78													
28				3,9799	3,9396	— 1,01	3,9792			3,9181	— 1,54	3,9768	4,0680	+ 2,29	4,0369	+ 1,51
				3,9801	3,9199	— 1,51										
			— 0,556			— 0,302			— 1,003		— 1,192			+ 0,029		+ 0,062

Q_v = portate misurate col metodo volumetrico, - Q_m = portate misurate col molinello, - Q_s = portate misurate col metodo della « velocità della soluzione salina ». - Q'_c = portate dedotte dal valore medio delle concentrazioni saline riscontrate nei campioni prelevati, Q''_c = portate desunte dal valore medio dei prodotti *c.v.* (concentrazione per velocità) relativi ai singoli punti di prelievo.

e_2, e_3, e_4, sezioni di controllo (v. fig. 1).

I risultati di queste misure sono in generale approssimati per difetto e variano sensibilmente con la lunghezza dell'intervallo compreso fra due sezioni consecutive di controllo e con la distanza di queste dalla sezione di immissione.

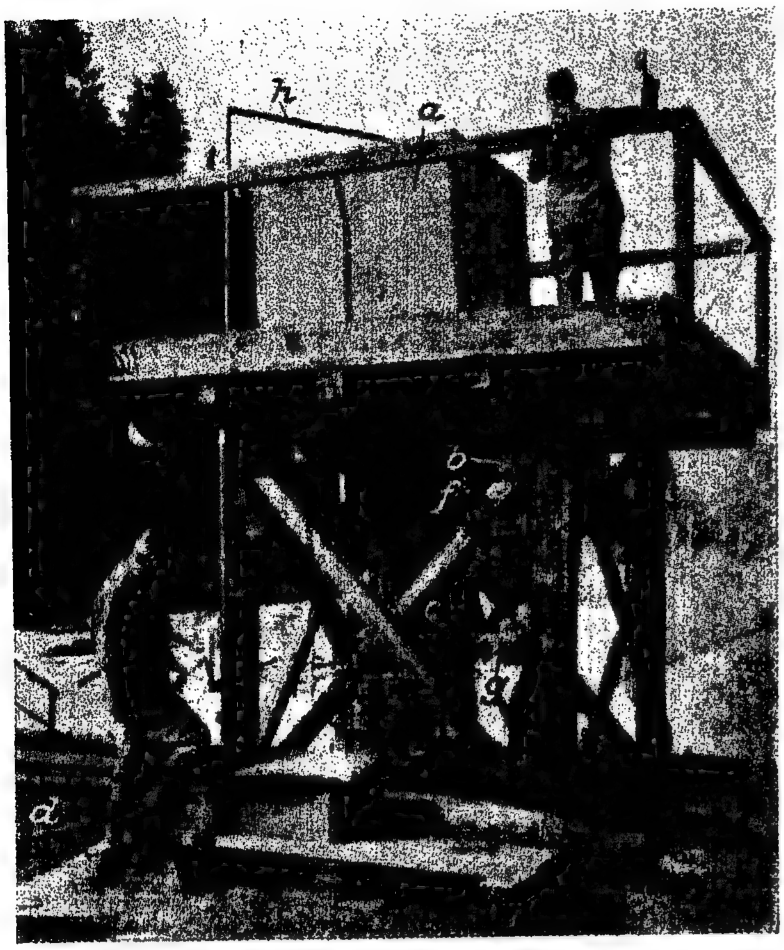


Fig. 5.

a) Recipiente per la preparazione della soluzione salina.
b) Recipiente di «troppo pieno».
c) Ugello di misura.
d) Condotta di immissione.
e) Recipiente di misura.
f) Scarico.
g) Tramoggia.
h) Condotta d'alimentazione.

Nonostante ripetuti tentativi, gli sperimentatori non riuscirono ad ottenere valori più approssimati di quelli raccolti nel prospetto in esame.

In complesso si rileva che nessuno dei metodi sperimentati risente l'influenza della velocità dell'acqua (almeno nel campo di variazione da 0,3 a 1,2 m/sec preso in esame).

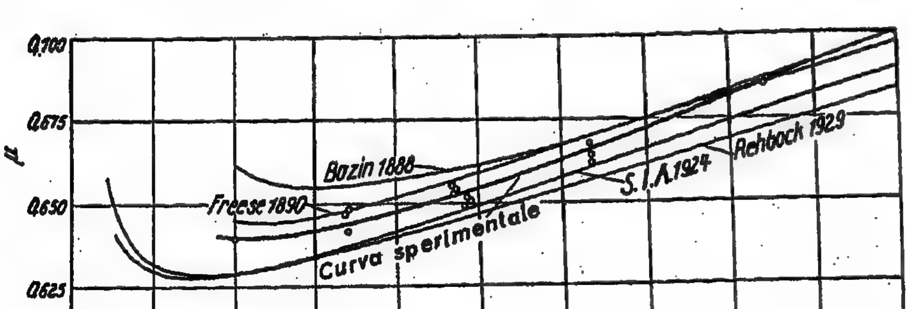


Fig. 6.

Appare inoltre molto importante la relativa precisione dei due metodi che trovano nella pratica più frequenti applicazioni — il metodo del molinello e quello per via chimica — in quanto ciascuno di essi è proprio applicabile nei casi in cui l'altro cessa di esserlo. Infatti, mentre il molinello si presta ottimamente alla misura delle velocità nelle correnti regolari, il metodo chimico è invece particolarmente indicato per il caso di correnti molto turbolente.

A. T.

ALCUNI PUNTI SALIENTI NELLA COSTRUZIONE E NELL'ESERCIZIO DI TURBINE IDRAULICHE AD ALTO NUMERO DI GIRI CARATTERISTICI

E U M 28 settembre 1930, n.° 39. – R. THOMMAN.

L'articolo prende in esame le turbine idrauliche ad azione e a reazione ad alto numero di giri caratteristici ed accenna brevemente ai principali criteri e provvedimenti costruttivi atti a migliorarne i rendimenti anche con carichi parzializzati.

Ricordando che il numero dei giri caratteristici di una turbina è espresso da

$$n_s = \frac{n}{H} \sqrt{\frac{N}{\sqrt{H}}}$$

dove n è il numero di giri assoluti della turbina, H il salto in m e N la potenza in HP, è noto che $n_s = 70$ rappresenta un limite superiore per le Pelton, $n_s = 400$ per le Francis e $n_s = 1000$ per le turbine ad elica.

TURBINE LIMITE A REAZIONE.

Per questo tipo di turbine il numero di giri caratteristico può anche essere espresso da

$$n_s = 576\ u_1 \frac{D_s}{D_1} \sqrt{\varphi\, c_s\, \eta}$$

e

$$u_1 = \frac{U}{\sqrt{2g\,H}}$$

dove U è la velocità tangenziale in m/sec all'entrata della girante di diametro D_1, c_s è la velocità di uscita all'inizio del tubo di aspirazione di diametro D_s, φ il fattore di contrazione in tale sezione e η il rendimento della turbina.

Come è facile constatare il valore di n_s dipende massimamente da quello di

$$u_1 \frac{D_s}{D_1} \sqrt{c_s}$$

poichè φ e η influiscono assai poco.

Per aumentare n_s bisognerà quindi aumentare anzitutto u_1 e quindi U. Questo fatto però comporta un incremento delle perdite dovute all'attrito ed ai moti turbolenti dei filetti liquidi. Per ovviare a questo inconveniente si è cercato di ridurre al minimo il contatto delle pale coll'acqua (eliminando ad esempio la corona) e di levigare al massimo le superfici. Turbine di questo genere però danno un basso rendimento a carico ridotto.

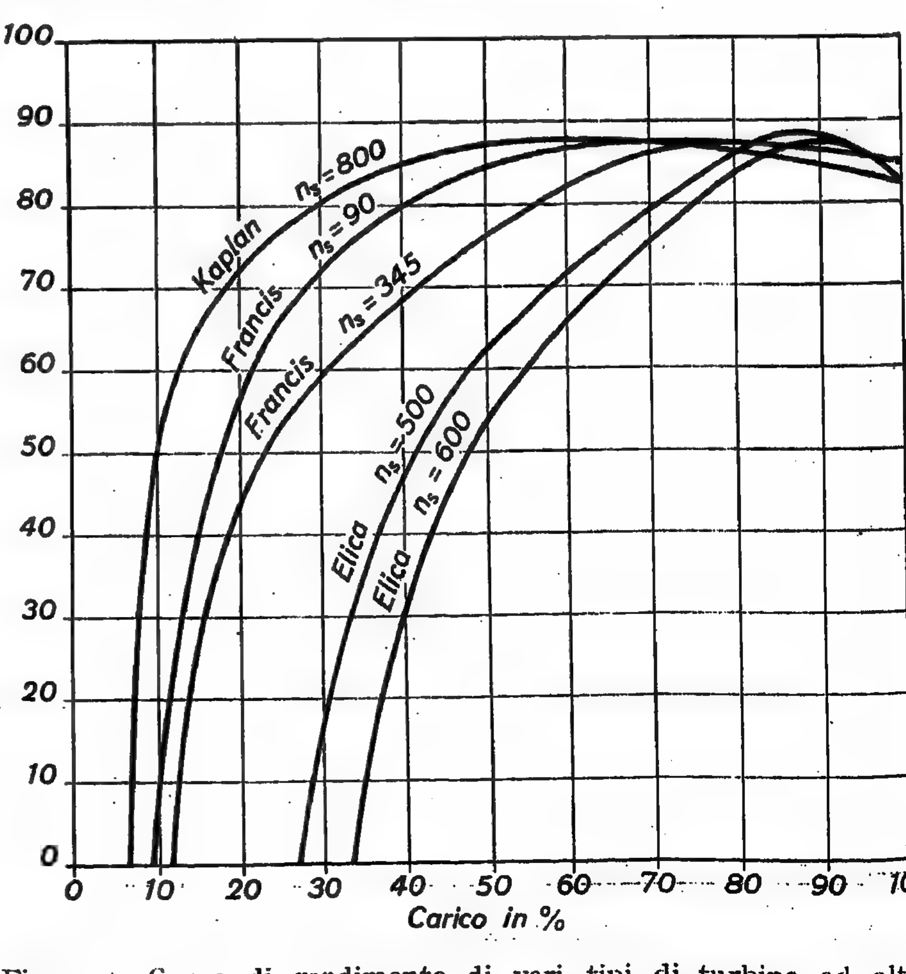


Fig. 1. – Curve di rendimento di vari tipi di turbine ad alto numero di giri caratteristici.

Si è cercato di rimediare a tale inconveniente con opportuni tubi di aspirazione atti a ricuperare l'energia dell'acqua di scarico ma con esito però non sempre felice. Pertanto l'impiego di simili turbine limite a pale fisse richiede l'istallazione di numerose unità che possano sempre funzionare a pieno carico. Come è noto, Kaplan ha ovviato all'inconveniente facendo diventare mobili le pale della girante. Quindi in un impianto

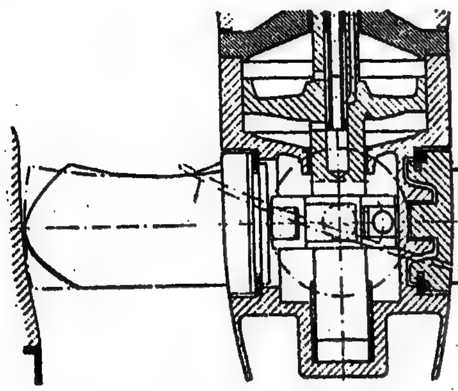


Fig. 2. - Articolazione della pala dell'elica su cuscinetto a sfere.

alcuni gruppi potranno essere a pale fisse mentre altri potranno integrare l'assieme con pale mobili in modo da poter generare qualsiasi carico con alto rendimento. Costruttivamente le Kaplan presentano parecchie difficoltà. Ad esempio le pale mobili hanno necessariamente un incastro assai corto e sui cuscinetti di appoggio, ove avviene la rotazione della pala stessa, si possono sviluppare delle pressioni unitarie elevatissime che ostacolano la lubrificazione. In qualche caso si è risolta la questione applicando dei supporti a sfere per rendere possibile il movimento. Inoltre all'incastro l'alberello della pala viene munito di uno scudo atto ad irrigidire il complesso e che permette un ampio appoggio su una corrispondente guida anulare (figg. 2 e 3). Dove però il carico è uniforme, o dove è preferibile istallare un numero sufficiente di unità, la turbina a pale fisse si impone tutt'ora. In alcuni casi si può arrivare addirittura a costruire alcune turbine a pale fisse e prive di regolatore, marcianti in parallelo con altre a regolazione assai sensibile che da sole provvedono alla regolarità del servizio (Impianto Ruppoldingen sul fiume Aar). Si noti poi che l'esecuzione dei canali di arrivo dell'acqua per le turbine a pale fisse è più facile e più semplice.

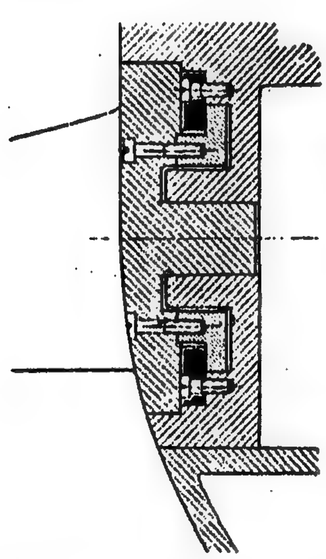


Fig. 3. - Fissaggio di una pala di elica.

TURBINE LIMITE AD AZIONE.

Dalla formula generale

$$n_s = 566\, u_1 \frac{d_0}{D_1} \sqrt{c_0}\, n$$

dove c_0 = velocità specifica del getto e u_1 = velocità periferica specifica della girante, d_0 il diametro del getto e D_1 quello teorico della girante, risulta che per aumentare il numero di giri della turbina bisogna che diminuisca la distanza delle pale dall'asse. (Le figg. 4 e 5 danno rispettivamente l'idea di una turbina a basso e ad alto numero di giri caratteristici). D'altra parte la esperienza insegna che il rapporto d_0/D_1 deve essere al massimo 1/7, sicchè col tipo segnato sulla fig. 5 con un solo getto si può arrivare al massimo a $n_s = 30$. Volendo superare tale valore bisognerà naturalmente aumentare il numero degli ugelli.

Si noti poi che, quanto maggiore è la velocità della pala, altrettanto maggiore è la rotazione che questa subisce rispetto al getto e pertanto anche maggiori diventano le probabilità di perturbazioni della vena fluida e di formazione di fenomeni di cavitazione.

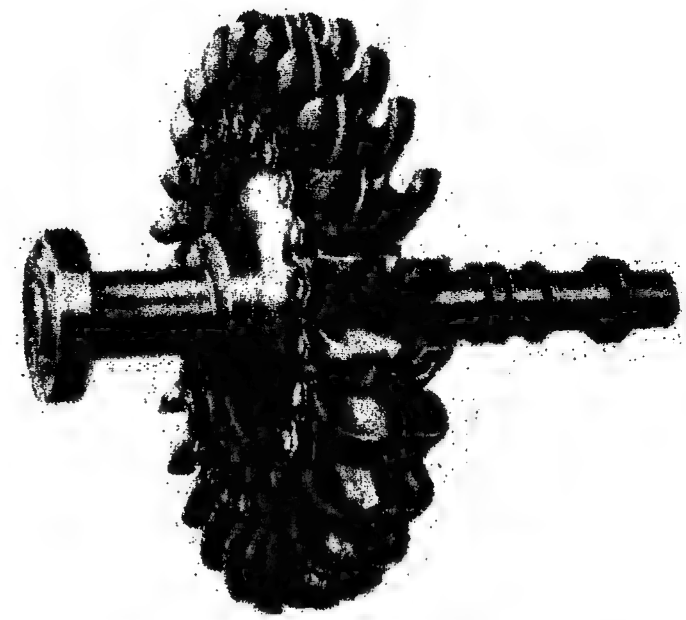


Fig. 4. - Ruota Pelton per basso valore di n_s.

Degno di nota è pure che le pale riportate si conservano assai meglio di quelle fuse con la ruota e ciò per ragioni tecnologiche di costruzione. Le turbine ad alto numero di giri caratteristici

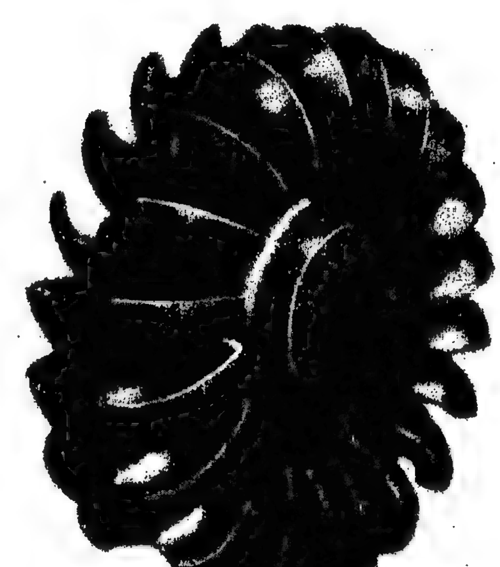


Fig. 5. - Ruota Pelton per alto valore di n_s.

devono ad ogni modo essere particolarmente sorvegliate e forse più di quelle ad alto numero di giri assoluti.

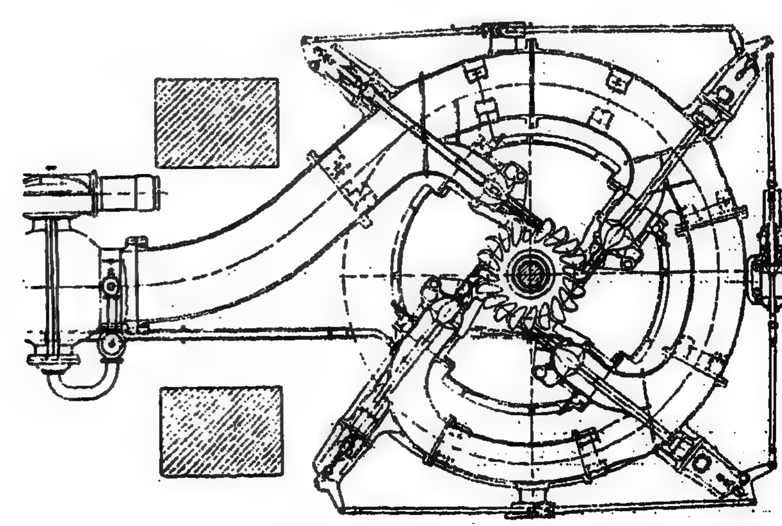


Fig. 6. - Turbina dell'impianto di Palù.

Il valore di n_s di una turbina è notorio che cresce in ragione della radice quadrata del numero degli ugelli e che in casi eccezionali si può arrivare fino ad istallare 6 getti. C'è però la difficoltà dello smaltimento dell'acqua che abbandona la pala e può ricadere sulla girante assorbendo energia. Si preferiscono perciò in alcuni casi turbine a due soli getti ma con più giranti accoppiate sullo stesso albero. La fig. 6 rappresenta una turbina a 4 getti con $H = 252$, $N = 12000$ HP, $n = 500$ giri/1' dell'impianto di Palù.

G.R.M.

c)

MAGAZZENI FRIGORIFERI PER LA CONSERVAZIONE DELLA FRUTTA

Revue Technique Sulzer – N. 3, 1930.

La conservazione degli alimenti assume un'importanza sempre maggiore, perchè mette in valore sopratutto i prodotti della terra; essa deve però essere fatta razionalmente.

Per questo l'Association des unions coopératives agricoles, di Winterthur (Svizzera), ha fatto installare, in un edificio già costruito, un impianto frigorifero importante, che è stato messo in funzione dopo il raccolto del 1929 e che servirà anche come laboratorio di prova per la determinazione esatta de' tipi di frutta che si prestano alla conservazione mediante il freddo.

Nell'edificio c'era già un mulino e l'impianto frigorifero occupò i locali restanti nel modo seguente: a pianterreno l'impianto frigorifero, un frantoio moderno per frutta e un essiccatore per frutta; nelle cantine, che occupavano tutto il sottosuolo dell'edificio, si disposero le camere fredde per la conservazione della frutta da tavola e una camera coi serbatoi ripieni di sidro dolce non fermentato (v. fig. 1). Le quattro camere fredde per la frutta vennero isolate accuratamente: in esse la temperatura varia tra 0° e 4°C e le variazioni di temperatura sono in relazione al tipo di frutta da conservare. La superficie delle quattro camere è di m² 180 e la capacità attuale si aggira sulle 10 t. (5÷10 vagoni).

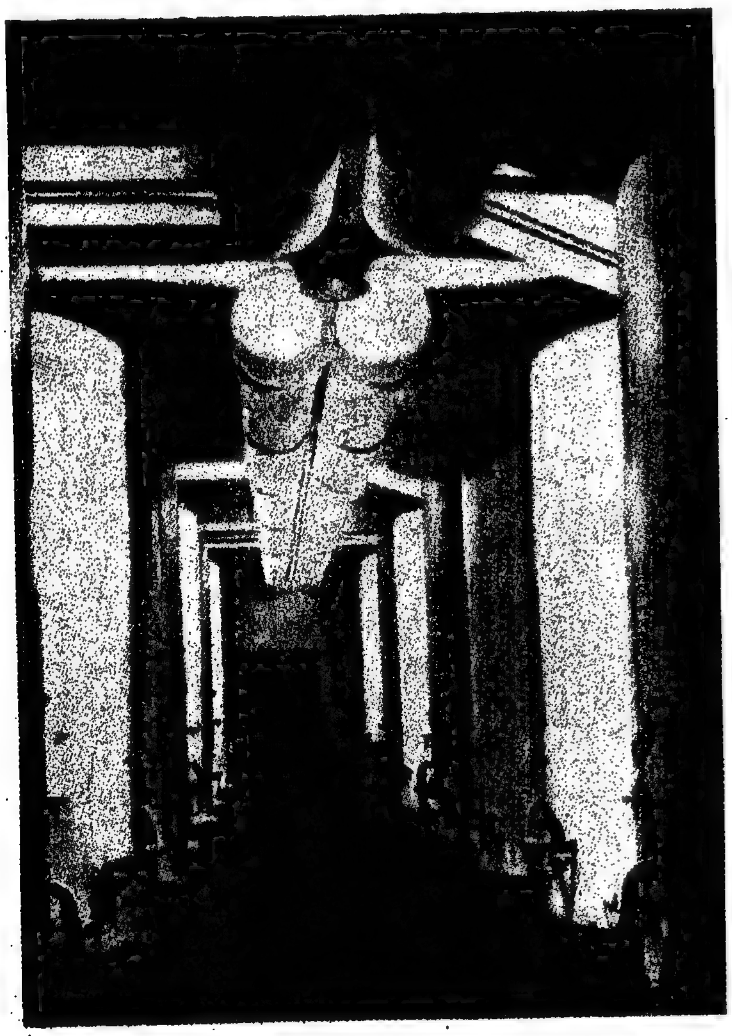


Fig. 1.

Quando la frutta arriva, viene osservata con la massima cura per destinare alla conservazione soltanto quella di prima scelta, mentre il resto è senz'altro scartato ed utilizzato diversamente; la frutta destinata alla conservazione è disposta in cassette, dove ogni frutto è protetto tutt'intorno da cartone ondulato, e le cassette sono poste l'una sull'altra lasciando fra loro un certo spazio (v. fig. 2). Quando la frutta deve uscire dalle camere fredde, viene portata prima in un locale attiguo dove si ferma per un certo tempo per riprendere un po' alla volta la temperatura ambiente: così si evita che sulla frutta si formi della rugiada ed ammuffisca. Per questo il locale sopradetto

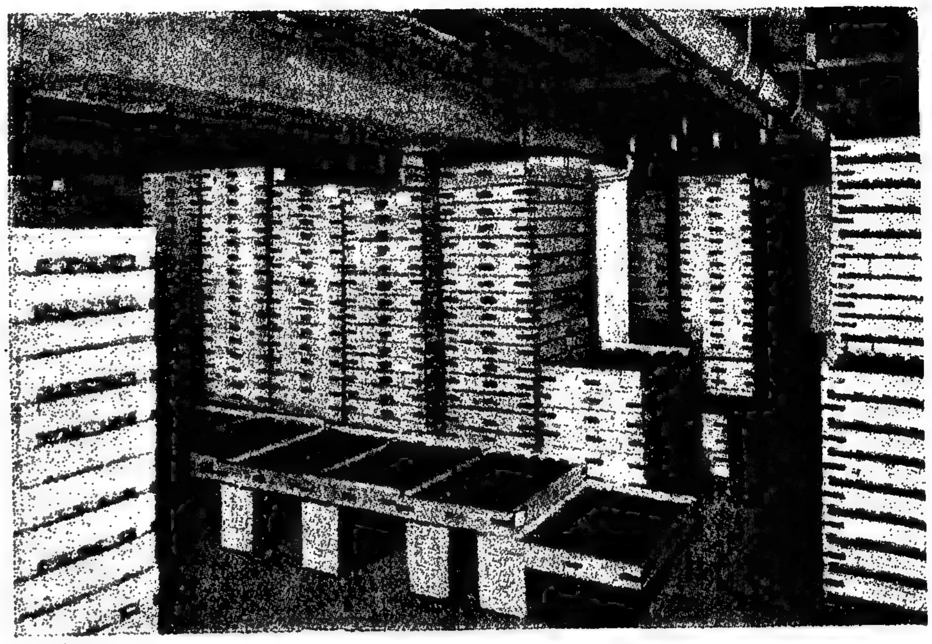


Fig. 2.

è provvisto di un impianto di ventilazione e di uno di riscaldamento elettrici.

Nelle camere di conservazione della frutta è necessario che l'aria oltre ad un certo grado di temperatura, che si tiene costante, abbia un grado di umidità appropriato al tipo di frutta; questi due fattori, temperatura ed umidità, hanno una importante influenza sulle funzioni vitali della frutta e da essi dipende la durata e la buona conservazione.

A questo scopo nelle suddette camere si è ricorso al raffreddamento misto, cioè in parte a circolazione forzata d'aria fredda (raffreddamento per ventilazione) e in parte con tubi accumulatori di salamoia fissati al plafone (raffreddamento per radiazione); i vantaggi del raffreddamento misto sono sopratutto nella migliore e più semplice regolazione del grado d'umidità e della temperatura: la regolazione del grado di umidità è necessaria per la buona conservazione della frutta, la quale in un ambiente un po' secco perderebbe il suo aroma e si raggrinzerebbe; la regolazione della temperatura è necessaria per mantenere una temperatura opportuna quando il servizio giornaliero è ridotto, per regolarla quando una camera è messa fuori servizio o quando arrivano grandi quantità di merci e si richiede di raffreddare più intensamente una data camera.

Il controllo della temperatura e dell'umidità nei vari locali è fatto con termometri a distanza e con igrometri che permettono di verificare dalla sala macchine le condizioni che si hanno in ogni camera.

Per le camere di deposito della frutta bisogna tener presente che questa emana continuamente dell'acido carbonico, che si raccoglie sul suolo e nuoce, sopratutto quando la frutta resta nelle camere per molto tempo; per la sua eliminazione c'è un aspiratore che, a mezzo di un canale disposto sul suolo nelle diverse camere, aspira l'acido carbonico e lo porta fuori.

Accanto alle camere della frutta se ne trova una di m² 210 di superficie, mantenuta costantemente ad una temperatura di 0° a —1°, dove in appositi serbatoi di acciaio, smaltati internamente, si conserva il sidro; questa camera che è capace di contenere 40 serbatoi da 5000 l, ne contiene ora soltanto 30. La frutta destinata alla preparazione del sidro è scaricata direttamente dai vagoni ferroviari in certi recipienti dove avviene la lavatura; quindi automaticamente con un elevatore la frutta viene portata al tritatore, dal quale la sola polpa passa al frantoio e il sugo al bacino collettore per la chiarificazione; segue una filtrazione a bassa temperatura e dopo il sugo passa nei recipienti smaltati della camera di conservazione, dove, per l'azione del freddo, può restare per un po' di tempo senza entrare in fermentazione.

Il raffreddamento della camera di deposito del sidro è del tipo a radiazione, cioè con circolazione di salamoia fredda che proviene da un frigorifero servito dall'impianto generale ad ammoniaca: gli elementi frigoriferi sono costituiti da tubi zincati ad alette disposti lungo le pareti e da tubi accumulatori di salamoia fissati al plafone.

Il raffreddamento preventivo del sidro è fatto nella parte superiore dell'apparecchio con acqua presa dalle condutture della città, e nella parte inferiore con salamoia fredda a temperatura da 0° a —2° C.

Tutto l'impianto frigorifero attuale comprende: un compressore d'ammoniaca a due tempi, per 40.000 frig/h, azionato da un motore elettrico di circa kW 20, un condensatore a doppia tubazione e un raffreddatore di salamoia; queste macchine sono disposte in un ampio locale a pianterreno, bene illuminato, dove si prevede di installare in seguito altrettanto macchinario. La salamoia fredda a mezzo di una pompa, che è pure nella sala macchine, viene mandata nel locale attiguo alle camere della frutta, dove si ha una stazione centrale di regolazione da cui si distribuisce la salamoia a' diversi punti di richiesta.

Nelle condizioni attuali l'impianto può servire per un movimento giornaliero di 3500 kg di frutta da tavola e di 10.000 litri di sidro: queste operazioni si compiono in media in 5 ore al giorno.

f. j.

---

d) **INFORTUNI DOVUTI A CORRENTE ELETTRICA VERIFICATISI NEL 1929 NELLA SVIZZERA**

Bulletin ASE 1° luglio 1930, N. 13 – Rapporto dell'ISPETTORATO DEGLI IMPIANTI ELETTRICI.

In questo rapporto si raccolgono annualmente e si classificano gli infortuni che si sono avuti sugli impianti elettrici in base alla situazione professionale delle vittime, alle parti dell'impianto dove si è verificato l'infortunio ed alla tensione dell'impianto.

I dati che possiede l'Ispettorato per il 1929 si riferiscono a 94 infortuni, con 97 persone colpite, di cui 28 mortalmente; gli infortuni si sono verificati sugli impianti di distribuzione e presso aziende industriali. Quelli che riguardano le Imprese ferroviarie elettriche sono i seguenti:

	Feriti	*Morti*	*Totale*
Impiegati ferroviari	5	2	7
Viaggiatori e terzi	6	5	11
	11	7	18

ma non tengono conto degli infortuni verificatisi presso Aziende ferroviarie.

Nella Tab. 1 sono riuniti i dati dell'Ispettorato per gli anni 1920÷1929 ripartiti secondo la posizione delle vittime rispetto alle Società elettriche e secondo la tensione dell'impianto dove l'infortunio si è verificato. Nella Tab. 2 il numero degli infortuni per il 1929 è ripartito secondo le tensioni e la parte dell'impianto dove si è verificato l'infortunio. La tensione indicata è quella effettiva alla quale la vittima è stata probabilmente esposta, così, per es., un infortunio avvenuto su una rete a 220/380 V tra una fase e il neutro collegato a terra, è da classificare nella categoria infortuni dovuti a tensioni fino a 250 V; che se l'infortunio è stato provocato invece da un contatto fra due fasi, esso va classificato nella categoria successiva.

Molte considerazioni possono farsi sui dati raccolti nelle tabelle, qui accenneremo alle principali.

Il numero totale degli infortuni è un po' minore di quello dell'anno scorso e quello dei casi mortali, 28, è prossimo alla media degli ultimi dieci anni (27).

La ripartizione degli infortuni, e sopratutto de' casi mortali, secondo la posizione dell'infortunato rispetto alle Società, è variata pochissimo da quella degli altri anni: i numeri che si riferiscono agli installatori appaiono proporzionalmente più elevati di quelli del personale delle Società e ciò si giustifica facilmente col fatto che pur essendo lo stesso il pericolo per le due categorie, il personale d'esercizio aumenta meno degli installatori. La categoria delle terze persone ha il maggior numero d'infortuni per i casi mortali, più della metà: ciò spiega l'aumento costante degli infortuni più gravi nel campo della bassa tensione.

Il numero degli infortuni causati da corrente a bassa tensione continua ad aumentare, superando di più del 50 % la media degli ultimi dieci anni; il numero degli infortuni causati dall'alta tensione si mantiene invece in cifre modeste e ciò perchè le Società elettriche costruiscono molto accuratamente i loro impianti ad alta tensione e li proteggono nel miglior modo possibile.

Il fatto che il numero di infortuni causati da tensioni superiori a 250 V sia costituito in gran parte da quello degli infortuni che si sono avuti con tensioni da 250 a 500 V, dimostra poi ancora una volta che il pericolo non dipende dalla tensione, ma da quelle condizioni particolari che, al momento dell'infortunio, lo favoriscono, come può essere il suolo umido o bagnato, uno scivolamento, un movimento involontario, ecc.

Nella Tab. 3 gli infortuni del 1929 sono divisi secondo la professione della vittima; i dati non differiscono molto da quelli degli anni precedenti, ma da essi si trae di nuovo la conclusione che la categoria che ha più infortuni è quella degli elettricisti delle società elettriche. Dei tre bambini che nella stessa Tabella figurano morti, due sono stati colpiti rispettivamente da un conduttore a bassa tensione che passava sopra un tetto e da un filo rotto di linea che era per terra; il terzo era stato invitato da un suo parente a vedere gli impianti di una grande sottostazione e, senza essere stato attraversato da corrente, è morto colpito dall'emozione provata vedendo il suo parente che, con un movimento involontario, aveva innescato un arco di corto circuito, ricevendone leggere bruciature.

Quello che si verifica negli infortuni è bene saperlo, per prevenirli finchè è possibile, per istruire il proprio personale, per proteggere poi di più gl'impianti se è il caso.

Tra gli infortuni avvenuti nelle *centrali* e nelle *sottostazioni* ricordiamo i seguenti: un elettricista che lavorava ad un quadro a bassa tensione, in vicinanza di parti sotto tensione ma protette, in seguito ad un malessere s'è accasciato, andando a toccare delle parti sotto tensione; un sorvegliante, chiamato al telefono mentre disinseriva una parte dell'impianto che doveva pulire, non si ricordò al ritorno di non aver terminato la manovra di disinserzione ed iniziò il suo lavoro di pulizia, andando presto a toccare delle parti sotto tensione a 45 000 V; un altro sorvegliante, temendo che un operaio si avvicinasse troppo a parti sotto tensione e volendo allontanarnelo, venne egli stesso colpito da una scarica elettrica tra parti sotto tensione a 45 000 V che gli procurò bruciature gravi e l'amputazione di un piede e della mano destra; due operai che lavoravano in una sottostazione, benchè avvertiti del pericolo, si avvicinarono molto a parti sotto tensione e vi rimasero bruciati; infine un tecnico che voleva verificare a mano le connessioni di un quadro a 500V sotto tensione, non potè più staccare la mano da un morsetto che aveva toccato e morì prima che togliessero corrente dal quadro.

Le conclusioni sono facili a farsi: ci sono norme che gli operai

TAB. 1.

ANNO	Personale per l'esercizio delle officine		Altro personale delle centrali ed elettricisti montatori		Terze persone		Totali			Bassa tensione		Alta tensione	
	feriti	morti	feriti	morti	feriti	morti	feriti	morti	totale	feriti	morti	feriti	morti
1929	**9**	**2**	**26**	**9**	**34**	**17**	**69**	**28**	**97**	**50**	**22**	**19**	**6**
1928	14	3	31	10	28	17	73	30	103	49	20	24	10
1927	10	8	19	7	22	14	51	29	80	37	16	14	13
1926	15	5	14	4	24	15	53	24	77	38	15	15	9
1925	16	3	17	5	15	11	48	18	66	32	10	16	8
1924	3	5	16	6	16	15	35	26	61	24	19	11	7
1923	10	3	15	6	17	14	42	23	65	22	10	20	13
1922	20	9	10	8	9	12	39	29	68	19	13	20	16
1921	11	8	17	3	13	14	41	25	66	21	11	20	14
1920	14	10	15	13	19	19	48	42	90	23	14	25	28
Medie 1920-'29	12	5	18	7	20	15	50	27	77	31	15	19	12

ed i tecnici dovrebbero osservare rigorosamente prima di riprendere o iniziare un lavoro, verificare per es. prima se le parti che si vanno a toccare sono sotto tensione, se durante il lavoro non c'è pericolo di toccare parti sotto tensione, ecc.

Colle *linee aeree ad alta tensione* gli infortuni non sono nè in numero minore, nè di minore entità di quelli nelle centrali:

TAB. 2.

PARTE DELL'IMPIANTO	TENSIONE										TOTALI		
	sino a 250 V		251 ÷ 1000 V		1001 ÷ 5000V		5001 ÷ 10000V		più di 10000V				
	feriti	morti	feriti	morti	feriti	morti	feriti	morti	feriti	morti	feriti	morti	totale
Centrali elettriche e grandi sottostazioni	1	—	—	2	—	—	2	—	6	2	9	4	13
Linee aeree	12	2	—	5	1	2	—	—	—	1	13	10	23
Cabine di trasformazione	1	—	1	—	—	—	7	1	1	—	10	1	11
Laboratori di prova	1	—	2	—	—	—	1	—	—	—	4	—	4
Imprese industriali	7	2	16	2	—	—	—	—	—	—	23	4	27
Motori trasportabili	4	3	—	—	—	—	—	—	—	—	4	3	7
Lampade trasportabili	2	3	—	1	—	—	—	—	1	—	2	4	6
Apparecchi medicali	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	1
Altri impianti interni	3	1	—	1	—	—	—	—	—	—	3	2	5
Totali	31	11	19	11	1	2	10	1	8	3	69	28	97
	42		30		3		11		11		97		

TAB. 3.

PROFESSIONE	feriti	morti	totale
Ingegneri e tecnici	6	1	7
Macchinisti e sorveglianti d'officina	5	1	6
Elettricisti ed aiutanti di Soc. elettriche e di case di installazione	23	9	31
Altri operai di Società elettriche	5	1	6
Operai di fabbrica	19	4	23
Operai edili	7	2	9
Agricoltori e giardinieri	—	5	5
Pompieri e militari	—	—	—
Domestici	—	2	2
Fanciulli	1	3	4
Altre persone	3	1	4
Totali	69	28	97

tre infortuni con quattro vittime, sono stati provocati da contatto diretto di linee sotto tensione; un altro infortunio è capitato ad uno sterratore mentre scavava un fosso lungo una strada, il quale dopo aver rotto, per ignoranza, il canaletto in calcestruzzo che proteggeva un cavo ad alta tensione, perforò poi questo con un colpo di scalpello, provocando un arco di corto circuito, da cui ebbe delle forti bruciature; un operaio lavorava su un palo di una linea a due terne, una terna da una parte e sotto tensione e la seconda dall'altra e senza tensione, sbagliò terna e morì toccando uno dei fili sotto tensione; un altro operaio morì avendo voluto togliere la messa a terra temporanea di una linea di riparazione; due taglialegna infine morirono mentre erano intenti a montare una teleferica, essendo ad un dato momento rimbalzata la fune metallica che entrambi tenevano in mano.

Numerosi sono stati pure gli infortuni nelle *cabine di trasformazione*, cagionati o da manovre di organi guasti o difettosi, o da poca conoscenza del mestiere, o da inosservanza di prescrizioni; in tutti i casi l'infortunio è stato provocato dall'alta tensione e nelle vittime si sono riscontrate soltanto delle ferite leggere.

Colle *linee a bassa tensione* si sono avuti 18 infortuni; in generale questi sono stati cagionati da linee aeree che non erano state protette e provano che il pericolo che presentano le linee a bassa tensione non è ancora bene conosciuto dagli operai e nemmeno dal personale del mestiere; spesso per non togliere corrente ad una rete, o per altre ragioni, gli operai elettricisti si lasciano tentare dal fare lavori su parti sotto tensione e basta allora una circostanza fortuita qualsiasi per provocare contatti pericolosi, bruciature, ferite, cadute, ecc.

Nei *laboratori di prova* due infortuni furono causati da fiamme di corto circuito e due da imprudenza delle vittime; sopratutto con impianti di prova temporanei, bisogna curare rigorosamente che ogni parte pericolosa sia inaccessibile.

Il maggior numero di infortuni si è avuto come negli altri anni fra il personale delle *Imprese industriali*, 23 feriti e 4 morti: in 14 casi gli infortunati hanno avuto semplici bruciature mentre inserivano lampade o apparecchi di controllo in impianti sotto tensione, o manovrando interruttori con coperchio di protezione in cartone compresso e con fenditura per la manovra della leva; in una fonderia un operaio aveva tolto la ghiera ad un portalampade per potervi mettere una presa a tappo per lampada portatile e trovò la morte quando, toccando con una mano un supporto in ferro, coll'altra toccò la parte non protetta e sotto tensione del portalampade; un operaio dopo aver aperto l'interruttore di un motore si accinse a rivedere questo, ma, essendo rimasto inserito un coltello dell'interruttore, venne colpito dalla corrente appena si trovò in contatto con le parti sotto tensione del motore; altri morirono toccando parti sotto tensione di apparecchi o utensili, avendo dimenticato di togliere prima la corrente. Per questi ultimi casi il relatore osserva che le conseguenze sarebbero state meno gravi se invece di alimentare l'apparecchio con un autotrasformatore, si fosse ricorso ad un trasformatore con avvolgimenti separati.

Due soli casi mortali sono stati causati da *motori trasportabili*, ed entrambi sono avvenuti presso Aziende agricole: in un caso era rotta la linea che collegava un motore alla piastra di terra e dell'acqua, infiltratasi nella presa di corrente, aveva messo in contatto la spina di terra con quella di una fase, mettendo così sotto tensione l'armatura in ferro del cavo e facendo morire un contadino che voleva sollevare il cavo; nel secondo caso dei pezzi di filo di rame posti male invece dei fusibili nel quadro dei morsetti di collegamento di un motore, mettevano in contatto una fase col coperchio del quadro e quindi con la carcassa del motore, che per disgrazia non era a terra, e quando il figlio del proprietario andò a toccare il motore, morì. Casi mortali provocati da motori trasportabili con conduttore di terra rotto o distaccato dal morsetto o con presa che permette l'introduzione della spina di terra in un alveolo di fase, ecc. sono piuttosto frequenti e perciò si raccomanda che prese e conduttori siano di ottimo materiale e dei tipi regolamentari.

L'impiego di portalampade metallici nelle *lampade trasportabili* ha pure dato luogo ad infortuni, con quattro casi mortali su sei infortuni: due agricoltori sono morti nelle loro stalle adoperando delle lampade trasportabili non regolamentari e toccando l'attacco della lampada; un conduttore d'automobili è morto adoperando un portalampade metallico molto primitivo, toccando probabilmente anch'egli l'attacco della lampada.

L'infortunio dovuto ad un apparecchio Röntgen è da attribuirsi alla incompetenza di una persona estranea al laboratorio, che mise l'apparecchio sotto tensione mentre il medico stava fissando i conduttori: fortunatamente il medico ha potuto salvarsi con la respirazione artificiale.

Sono infine da considerare gli infortuni avvenuti negli *impianti interni:* uno è stato causato da una presa mobile, di cui la vittima toccò le spine mentre erano già in contatto degli alveoli della presa; un altro infortunio mortale è capitato ad un elettricista, montando un contatore mentre i conduttori di arrivo erano sotto tensione; delle bruciature forti prese un elettricista mentre disinseriva un contatore che era sotto tensione; infine una signorina ebbe diverse bruciature alle mani, tirando la catenella non isolata del campanello, mentre era nel bagno perchè i fili della soneria facevano contatto con i fili della luce,

Quante considerazioni potrebbero farsi dopo aver accennato a tanti infortuni. Possiamo però in breve concludere che l'uso di materiale che è stato provato ed approvato da laboratori autorizzati, l'osservanza delle norme per costruzione e ancor più per la manutenzione di ogni impianto, l'accesso a parti normalmente sotto tensione dopo aver tolto corrente ed essersi assicurato l'assenza di pericoli, l'abitudine a considerare come tensione pericolosa anche quella di 40 V, tutto questo può servire a ridurre molto il numero di infortuni che, nel caso di impianti interni, può ritenersi molto superiore a quello denunciato.

f. j.

Sommarî

In questa rubrica segnaleremo con un brevissimo sommario del soggetto, quelle Memorie o quegli articoli di Riviste che per la loro mole, o la loro indole speciale, o il loro riferimento a condizioni particolari, non possono essere riassunti utilmente per la generalità dei lettori, mentre possono essere consultati con vantaggio da chi si interessa particolarmente della materia.

Gli iscritti alla Sezione Tecnologica della « Unfiel » possono richiedere in prestito alla Redazione i fascicoli ove si trovano gli articoli citati.

Annali dei Lavori Pubblici, fascicoli 2°, 4° e 5° 1930: « La diga sperimentale di Stevenson Creek ». – Ing. Prof. EUGENIO KALMAN.

Premessa una breve descrizione della diga, ormai famosa, di Stevenson Creek e dei metodi di indagine sperimentale ivi seguiti dal Comitato Americano per le ricerche sulle dighe, l'A. riporta i risultati delle osservazioni effettuate sulla diga predetta e, in relazione ai diversi argomenti trattati dal rapporto del Comitato americano, espone varie considerazioni critiche sulla interpretazione dei risultati stessi.

***

Wasserkraft und Wasserwirtschaft, N. 10, 1930: « Nuovo metodo di misura del rendimento delle turbine idrauliche ». – L. BARBILLION, Grenoble.

Si indichi con Q la portata, in l/s, disponibile, a un dato istante, in un impianto idraulico per produzione di energia e con H il salto motore (in m) sotto il quale è utilizzabile la portata.

La potenza ritraibile, in tali condizioni e nell'ipotesi di $\gamma = 1$ kg/l viene allora espressa da $N = Q \cdot H$ kgm/s.

Se in via di prima approssimazione si ammette che tutta l'energia persa (V) attraverso il motore idraulico si trasformi in calore e che questo venga assorbito solo dalla massa d'acqua fluente, si può scrivere senz'altro:

$$V = 427\, Q\, (T_2 - T_1)$$

ove T_2 e T_1 rappresentano le temperature dell'acqua, rispettivamente all'entrata e all'uscita dalla turbina.

Il rendimento di questa sarà dato allora dalla relazione:

$$\eta = \frac{N - V}{N} = 1 - 427\, \frac{T_2 - T_1}{H}$$

Il procedimento proposto dal Barbillion si basa essenzialmente su questo schema di calcolo e presenta il vantaggio di non richiedere la misura della portata Q.

Naturalmente per la sua applicazione pratica è necessaria l'introduzione di opportuni coefficienti di correzione, intesi sopratutto a tener conto del fatto che non tutto il calore corrispondente alle perdite interne d'energia viene trasmesso all'acqua motrice.

L'ordine di grandezza delle differenze di temperatura che si debbono misurare è relativamente piccolo, come si può arguire da un semplice esempio:

In un impianto con $H = 300$ m ed $n = 0{,}8$ si avrebbe infatti $T_2 - T_1 = 0^o{,}141$.

L'impiego di coppie termoelettriche molto sensibili permette tuttavia di eseguire tali misure con approsssimazione sufficiente.

Nel caso che l'acqua contenga in sospensione molte particelle di sabbia o di limo è necessario introdurre un coefficiente di correzione che tenga conto anche della diversa capacità termica della massa fluente.

L'A. ha cercato di dimostrare, in base a considerazioni puramente qualitative, che la ruota e l'armatura di una turbina non dovrebbero disperdere per irradiazione, quantità apprezzabili di calore, ma tale affermazione è poco convincente tanto più che è in contrasto con i risultati effettivi di varie esperienze eseguite su eliche di legno e metalliche per aeroplani, le quali, in certo senso non dovrebbero comportarsi in modo sostanzialmente diverso da quello delle ruote delle turbine idrauliche.

È tuttavia fuori discussione che il metodo « termometrico » del Barbillion non può tener conto delle perdite d'energia dovute ai sopporti.

In un impianto con un salto di 340 m e una portata di 1400 l/s è stato determinato il rendimento delle turbine con il metodo Barbillion e con il procedimento consueto; la differenza fra i rendimenti così determinati ammontava a 3 unità percentuali.

***

Der Bauingenieur, fasc. 37, 1930: « L'impiego dei telemetri per la misura delle sollecitazioni interne delle costruzioni ». – ING. F. TREIBER.

La nota tratta dei principali tipi di telemetri (a resistenza elettrica) studiati e introdotti nella pratica delle indagini sperimentali, sul comportamento statico delle costruzioni civili e meccaniche, dal « Bureau of Standards » di Washington.

Premessi alcuni cenni sopra la costituzione, l'uso e i vantaggi dei diversi tipi di telemetri adibiti alla misura o alla registrazione di forze, di sollecitazioni interne, di pressioni idrostatiche ecc. l'A. si diffonde in modo particolare sopra il così detto telemetro a *patrona* il quale viene specialmente impiegato per la misura delle sollecitazioni interne delle costruzioni in calcestruzzo e in cemento armato; e con riferimento a varie ricerche comparative da lui eseguite riporta alcuni dati e notizie molto interessanti sui limiti di approssimazione consentiti da tali dispositivi e sui diversi fattori che possono esercitare un'influenza sensibile sulle loro indicazioni (primo fra questi la temperatura).

Da ultimo l'A. accenna brevemente all'impiego di questi telemetri per il controllo delle sollecitazioni interne nelle dighe.

***

Die Bautechnik, fasc. 40°, 1930: « Tubi in calcestruzzo e in cemento armato centrifugati ». – DOTT. ING. ERWINE MARQUARDT.

Questa nota costituisce una rassegna assai completa e bene aggiornata dei più moderni metodi di costruzione, dei requisiti costruttivi ed idraulici, e delle modalità di impiego dei tubi di calcestruzzo e di cemento armato centrifugati.

Premesse alcune notizie storiche sullo sviluppo di tali costruzioni e del loro impiego negli impianti civili ed industriali, l'A. tratta dei principî meccanici sui quali si basa la costruzione dei tubi in oggetto e accenna agli effetti della forza centrifuga sulla distribuzione radiale dei vari componenti del calcestruzzo impiegato, in relazione alla costituzione del medesimo ed in particolare alla natura, alle dimensioni e alle proporzioni dei materiali aggregati.

In seguito egli descrive ed illustra ampiamente i metodi costruttivi seguiti o brevettati dalle ditte sottoindicate, dando particolare rilievo anche ai tipi di giunti da esse adottate:

1° Dyckerhoff & Widmann A. G. (Cossebaude - Dresda).

2° Fratelli Hume di Adelaide (Australia).

3° Vianini (Italia).

4° Lock Joint Pipe Company (N. J.).

5° D. Moir & H. Buchanam (Scozia).

6° G. Bertandeau, concessionaria dei brevetti Leòn Billé & Eugène Ligonne per i tubi di cemento armato rivestiti internamente di asfalto (Parigi).

7° Société des tuyaux et agglomérés centrifugués (STAC), concessionaria del brevetto Caron.

Successivamente l'A. passa in rassegna i principali requisiti dei tubi centrifugati e riporta una serie istruttiva ed interessante di dati sperimentali relativi alla resistenza statica, alla resistenza all'azione degli agenti chimici e delle sostanze abrasive, all'impermeabilità e alla resistenza idraulica dei tubi stessi. A proposito di quest'ultima l'A. istituisce anche alcuni interessanti con-

fronti fra i tubi centrifugati di cemento e quelli di ghisa, di lamiera d'acciaio (con o senza chiodature) e di legno, riferendosi alle formole di Scobey ($v = \lambda_s \cdot R^{\mu} \cdot J^{\nu} = \lambda_s \cdot R^{0.625} J^{0.5}$), di Hazen-Williams ($v = \lambda_w \cdot 0{,}001^{-0.04} \cdot R^{0.63} \cdot J^{0.54}$), di Bazin e di Kutter.

Da ultimo accenna anche al comportamento dei tubi centrifugati rispetto alle variazioni termiche e fa a questo proposito particolare riferimento a un noto studio del prof. Fantoli sulle tubazioni dell'acquedotto Pugliese. Chiude la nota un breve paragrafo sui costi delle tubazioni di cemento armato e sui requisiti economici delle medesime.

***

Zeitschrift des V. D. I., 1930, Vol. 74, n. 36: « Escavatori americani a cucchiai ». – ING. FRANKE.

Premesse alcune notizie sullo sviluppo della costruzione e dell'impiego degli escavatori a cucchiaia, l'A. descrive brevemente alcuni tipi moderni di piccoli e di grandi escavatori americani diffondendosi specialmente sui particolari dei carrelli portanti (con ruote a cingoli) e sui sistemi di comando e di sollevamento della cucchiaia. Passa poi in rassegna le varie possibilità di impiego dei principali tipi descritti e accenna da ultimo alle caratteristiche costruttive e di lavoro dei maggiori escavatori con cucchiaie di grande e grandissima capacità (sino a 12 mc.). Quest'ultima parte della nota è anche corredata di qualche dato utile.

***

Electrical World, 2 agosto 1930: « Protezioni elettriche per deviare i pesci ». – J. E. YATES.

L'industria idroelettrica deve spesso usare appositi accorgimenti per la difesa del patrimonio ittico. È noto che alcune varietà di pesci, raggiunto un certo sviluppo, discendono i fiumi per portarsi verso il mare e che, alcuni anni dopo, gli stessi pesci risalgono le correnti di acqua dolce per deporre ivi le uova.

Per favorire questa migrazione, già da molto tempo si sono adottate le così dette scale dei pesci che servono a superare le dighe e gli sbarramenti in genere. Rimane però ancora un'altra questione da risolvere e precisamente quella relativa al modo di impedire che i pesci stessi vengano asportati dalle prese dei canali industriali e conseguentemente distrutti in tal guisa. Si è appunto constatato che sospendendo due file di elettrodi alla distanza di circa 15 cm da elettrodo a elettrodo e alla distanza di circa 20 cm tra le due file, si viene a costituire una zona di acqua elettrizzata attraverso cui i pesci non passano, evitando in tal modo di portarsi nelle zone pericolose dove il risucchio diventa eccessivo. Questo accorgimento ha altresì il vantaggio di non ostacolare il flusso dell'acqua, cosa questa che sarebbe inevitabile nel caso dell'impiego di una protezione formata da rete metallica.

Pubblicazioni

DI TUTTE LE PUBBLICAZIONI INVIATE ALLA RIVISTA IN DOPPIO ESEMPLARE VERRÀ FATTO UN CENNO BIBLIOGRAFICO.

ING. CARLO PALESTRINO: *Elettrostatica applicata agli impianti elettrici.* (Complemento al corso di « Tecnica degli impianti elettrici » nella R. Scuola d' Ingegneria di Torino). Libreria Tecnica Editrice Vincenzo Giorgio, Torino, 1930.

È noto quanto interesse abbia per l'odierna tecnica degli impianti elettrici la conoscenza delle leggi e dei fenomeni dell'elettrostatica e quante applicazioni se ne possano trarre per esempio nella costruzione degli impianti ad alta ed altissima tensione. Basti citare lo studio del campo elettrostatico negli isolatori sia passanti che portanti o a catena; la considerazione dell'effetto corona, sopratutto nei riguardi delle linee aeree ad altissima tensione; la determinazione delle perdite d'energia negli isolanti dei cavi ad alta tensione.

Molto bene ha fatto dunque l'ing. Palestrino pubblicando le lezioni tenute alla R. Scuola di Ingegneria di Torino e destinate a servire di complemento al corso di « Tecnica degli impianti elettrici ».

Con grande chiarezza e con la nota competenza l'A., giovandosi anche dei risultati più recenti a cui sono giunti i migliori studiosi e sperimentatori stranieri, mostra l'applicazione dei concetti dell'elettrostatica ai casi più importanti della pratica e alla risoluzione dei principali problemi che si presentano nelle moderne installazioni elettriche.

Ha poi dedicato un lungo capitolo alle proprietà ed usi dei dielettrici, dagli olî minerali alle vernici isolanti e speciali e ai dielettrici solidi e speciali; capitolo che è utilmente corredato da tabelle che danno la costante dielettrica, la rigidità dielettrica e la resistenza specifica d'isolamento dei principali isolanti.

Tutto il libro è del resto riccamente corredato di dati numerici, sia sotto forma di tabelle che di diagrammi, ciò che ne aumenta l'utilità pratica.

***

Centrali automatiche. Tecnomasio Italiano Brown Boveri, Milano.

I vantaggi della centrale automatica per ottenere un funzionamento esente da errori e inesattezze di manovra, quali si verificano invece quando il funzionamento è affidato alle cure di uomini, e per realizzare, con l'economia di personale, un risparmio nell'esercizio, hanno portato anche in Europa, sull'esempio dell'America, a sviluppare l'automatismo delle centrali idroelettriche, e cioè di quelle centrali dove l'abolizione del personale ha maggior ragione di essere.

Riesce pertanto interessante questa breve pubblicazione del Tecnomasio Italiano Brown-Boveri, che dà una succinta ma completa descrizione degli apparecchi speciali idraulici ed elettrici per centrali automatiche e stabilisce una classificazione dei principali tipi di queste centrali, indicandone lo schema e le caratteristiche più importanti, in modo da facilitare le possibilità di scelta del tipo più adatto, secondo le particolari condizioni del caso.

Notiziario

CONFERENZE ALLA SCUOLA SUPERIORE DI RADIOTECNICA

Presso l'*Istituto Radiotecnico*, Milano, Via Cappuccio 2, si riprenderanno domenica 14 dicembre, alle ore 10,30 del mattino, le conferenze della *Scuola Superiore di Radiotecnica*, scuola superiore di perfezionamento per laureati ingegneri, dottori in fisica laureati e laureandi e per Ufficiali delle armi tecniche.

Coloro che intendessero dedicarsi all'insegnamento radiotecnico dovranno tenere una lezione teorico-sperimentale agli studenti della *Sezione professionale* dell'Istituto Radiotecnico.

Le conferenze teorico-sperimentali avranno luogo la sera del giovedì ed il mattino della domenica, ed avranno termine il 15 giugno 1931.

Ai vari corsi professati lo scorso anno da distinti specialist radiotecnici, si aggiunge quest'anno un corso completo teorico-sperimentale sulla *televisione*.

Per altri schiarimenti chiedere programma in Via Cappuccio 2, Milano.

SEN. PROF. O. M. CORBINO, *Direttore* — ARTI GRAFICHE E. CALAMANDREI & C. - MILANO
Fotoincisioni della « ZINCOGRAFICA » - MILANO — ING. ETTORE CESARI, *Redattore Capo-Responsabile*

MILANO
Dicembre 1930 - Anno IX

Fascicolo XII
Volume VII

L'Energia Elettrica

UFFICIALE PER GLI ATTI DELL'UNIONE NAZIONALE FASCISTA INDUSTRIE ELETTRICHE (UNFIEL)
E DELLA FEDERAZIONE NAZIONALE FASCISTA DEI GRUPPI REGIONALI IMPRESE ELETTRICHE (FENAGRIEL)

Direttore: SENATORE PROF. O. M. CORBINO

SOMMARIO del N. 12 del 1930

(da pag. 1015 a pag. 1098)

L'Energia Elettrica per il 1931

Il 1931 sarà l'VIII° anno di vita della Rivista: L'ENERGIA ELETTRICA. Sette anni di esistenza tengono il posto di un programma e valgono meglio di qualsiasi promessa. I miglioramenti continuamente cercati, sia nella veste esteriore che nella materia trattata, le nuove rubriche attuate dimostrano un desiderio sempre vigile, inteso a rendere la Rivista pratica ed utile.

La circolare quindi che, per consuetudine, inviamo agli abbonati, si riduce ad una formalità quella cioè di ricordar loro che col dicembre scade il loro abbonamento e d'indicare le modalità per facilitarne la rinnovazione.

Il prezzo d'abbonamento – comprensivo della RIVISTA e del SUPPLEMENYO MENSILE ECONOMICO-STATISTICO – rimane quindi invariato: L. 105 per il Regno, L. 210 per l'estero. Abbiamo però pensato, – allo scopo di rendere la nostra pubblicazione maggiormente accessibile alla classe degli elettrotecnici raggruppati nell'ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ITALIANA, e degli ingegneri iscritti al SINDACATO NAZIONALE FASCISTA DEGLI INGEGNERI, – di ridurre PER GLI ABBONATI VECCHI E NUOVI, appartenenti alle due grandi Associazioni, il prezzo di abbonamento a L. 80 (ottanta) per il Regno, e a L. 150 (centocinquanta) per l'estero. Sarà però necessario che questi abbonati, per usufruire di tale beneficio, indichino l'associazione cui appartengono, la Sezione cui sono iscritti e il numero d'iscrizione. Tali abbonamenti dovranno essere fatti ESCLUSIVAMENTE presso la nostra Amministrazione e cioè non attraverso librerie, agenzie, ecc.

Anche quest'anno, per rendere più spedita ed economica la rinnovazione, abbiamo stabilito che l'abbonamento possa farsi, per quelli del Regno, a mezzo del conto corrente postale. Chi intende abbonarsi, potrà, versando L. 105, oppure L. 80, ad un ufficio postale, risparmiarsi la noia dell'assegno, la spesa della raccomandata o quella della cartolina vaglia. L'abbonamento direttamente inviato è la forma migliore: essa evita le cause di possibili disguidi o errori e allevia le spese tanto per chi spedisce che per chi riceve. La sollecitudine poi impedisce le sospensioni ed evita di correre il pericolo della mancanza di qualche numero perchè esaurito.

Per coloro che desiderano le annate arretrate, ripetiamo, nel prospetto che segue, i prezzi di vendita per ciascuna di esse. Le sette annate de L'ENERGIA ELETTRICA coi loro 73 fascicoli e i tre numeri speciali, costituiscono una vera Enciclopedia dei più recenti studi in materia di elettricità.

L'Amministrazione de L'ENERGIA ELETTRICA.

Milano, dicembre 1930.

Le annate arretrate de L'ENERGIA ELETTRICA

1924	(3 fasc.)	L. 50.—	nel Regno;	L. 80.—	all'Estero
1925	(10 fasc. e gli estratti degli articoli pubblicati nei primi due numeri esauriti)	L. 200.—	nel Regno;	L. 300.—	all'Estero
1926	(12 fasc.)	» 130.—	»	» 200.—	»
1927	(12 »)	» 150.—	»	» 200.—	»
1928	(12 »)	» 150.—	»	» 200.—	»
1929	(12 »)	» 130.—	»	» 200.—	»
1930	(12 »)	» 120.—	»	» 200.—	»

Ai 12 numeri dell'annata 1927 è aggiunto il numero speciale dedicato ad Alessandro Volta, al quale hanno collaborato i più eminenti scienziati italiani.

Ai 12 numeri dell'annata 1929 sono aggiunti il numero speciale: SUGLI INTERRUTTORI IN OLIO e quello: SULL'IMPIEGO DELL'ENERGIA ELETTRICA NELLE BONIFICAZIONI MECCANICHE compilato dal Prof. ing. Francesco Marzolo, con 4 tavole e 100 illustrazioni.

Le 7 annate, vale a dire la raccolta completa della Rivista, compresa cioè l'annata 1925, che è valutata da sola L. 200 per il Regno e L. 300 per l'Estero, essendo esaurita (73 fascicoli, gli estratti degli articoli dei numeri esauriti, il numero voltiano e i due numeri supplemento), L. 700 nel Regno e L. 1000 all'Estero.

L'abbonamento al solo BOLLETTINO ECONOMICO-STATISTICO costa L. 15 all'anno per il Regno – L. 20 per l'Estero.

Per abbonamenti, ordinazioni indirizzare all'Amministrazione de L'ENERGIA ELETTRICA, Foro Bonaparte, 31 - Milano (109) (Conto corrente postale N. 3-14839 – Milano).

È questo il titolo di un calendario che la SERIE (Società Editrice Riviste Industrie Elettriche) pubblica per il 1931. Esso sintetizza le applicazioni domestiche dell'elettricità.



Si tratta d'un calendario a muro, in veste lussuosa, su carta patinata, del formato di cm. 20 × 35.

Ogni mese riproduce in tricromia, su un fondo di tinta appropriata, un quadro del pittore Luigi Melandri illustrante una delle più diffuse applicazioni elettriche per uso domestico. E l'ideazione dei quadri è tale per cui tanto l'applicazione elettrica, quanto la concezione decorativa, risaltano con efficacia.

Dall'illuminazione, alla cucina, allo scaldacqua, al frigorifero, al forno, dallo scaldabagno, all'asciugapiatti, all'arricciacapelli, all'asciugamani, dal lavabiancheria, al ferro, alla calandra per stirare, dall'aspirapolvere alla lucidatrice, dalla caffettiera, alla teiera e al tostapane, dal ventilatore al radiatore, al termoforo, allo scaldapiedi, all'elioterapia, tutte le applicazioni elettriche che trovano il loro impiego nella cucina, nel gabinetto di toeletta, nel salotto, nella camera da letto, sono rappresentate.

Quest'almanacco costituisce così un documento significativo del nostro tempo: quello cioè in cui l'elettricità va prendendo possesso sempre più largo della casa moderna, accrescendo le comodità, soddisfacendo molteplici bisogni.

Raccomandiamo quindi l'almanacco *Elettra* ai nostri lettori. Essi lo possono ricevere franco di porto inviando L. 5 alla *Società Editrice Riviste Industrie Elettriche* - 31, Foro Bonaparte - Milano.

Il prezzo è mite, trattandosi di ben dodici quadri tirati a 5 colori, con una elegante copertina in bicromia.

Per i produttori di apparecchi, di materiale o di applicazioni elettriche, che volessero farne omaggio ai loro clienti, la Società Editrice concede sconti, a seconda dei quantitativi ordinati.

MILANO
Dicembre 1930 - Anno IX

Fascicolo XII
Volume VII

L'Energia Elettrica

UFFICIALE PER GLI ATTI DELL'UNIONE NAZIONALE FASCISTA INDUSTRIE ELETTRICHE (UNFIEL)
E DELLA FEDERAZIONE NAZIONALE FASCISTA GRUPPI REGIONALI IMPRESE ELETTRICHE (FENAGRIEL)
Direttore: SENATORE PROF. O. M. CORBINO

PROF. ING. GIULIO DE MARCHI
DEL R. POLITECNICO DI MILANO

Il problema attuale dell'idraulica tecnica ed agraria (1)

Chi, nella storia delle attività tecniche, che sono ormai parte così grande ed importante delle attività umane, si diletti a discernere e seguire i progressivi sviluppi dell'idraulica, non tarda a riconoscere come le applicazioni più note e più importanti di questa disciplina abbiano precorso di secoli e millenni l'affermarsi e il precisarsi delle dottrine, trovando attuazioni e perfezionamenti in modo pressochè indipendente da queste.

Intere categorie di fatti elettromagnetici sono state concepite nello studio dello scienziato prima che il realizzatore — fosse Marconi o Edison — venisse a riconoscerne la esistenza o a escogitare il mezzo di trarne un pratico profitto. Finora l'idraulica (e forse lo stesso può dirsi di quell'altra derivazione della meccanica che va sotto il nome di scienza delle costruzioni) non ha offerto nulla di simile: talune delle sue applicazioni più semplici sono antiche quanto l'umanità stessa e gli acquedotti romani, i grandi canali della Cina, o per non andare troppo lontani, il sistema irriguo lombardo, stanno a dimostrare come in ogni tempo l'ingegnere abbia saputo attuare opere idrauliche grandiose, assai prima che i sommi geometri del secolo decimottavo avessero gettato le basi dell'idrodinamica.

Alla quale, fino ad anni molto recenti, vorrei dire fino alle recentissime indagini sul moto vario e perturbato nelle grandi condotte, che portano l'impronta del nostro Allievi, è rimasta pressochè unica la funzione di riconoscere le basi della meccanica dei fluidi, e di ricondurre ad essa fenomeni che per il tecnico erano da gran tempo entrati nell'ambito dei fatti consueti.

L'analisi delle cause di questo particolare carattere dell'idraulica — per il quale fino a pochi decenni or sono questa disciplina si è mantenuta nettamente divisa in due parti pressochè indipendenti — mi porterebbe lontano: mi sia tuttavia permesso rievocare, perchè la questione ne risulta da punti diversi illuminata, le parole che circa un secolo e mezzo fa venivano scritte, quasi contemporaneamente, da un sommo matematico il D'Alembert, e da un nostro illustre cultore dell'idraulica fluviale, il Frisi. Nel volume « Dei Fiumi e dei Torrenti », che vedeva la luce nel 1770, e che — giova ricordarlo — al principio del secolo XIX il Governo indiano faceva espressamente tradurre per uso dei propri ufficiali tecnici (e colà rimaneva poi come testo ufficiale per le sistemazioni fluviali e montane fino a data molto recente) Paolo Frisi, riassumendo un pensiero allora come oggi molto diffuso, che già traspare da una notissima affermazione di Galileo, scriveva testualmente: « Una semplice riflessione basta per far vedere che i problemi di idraulica superano tutte le forze della Geometria e del Calcolo » e soggiungeva: « volendo riunire in questo trattato ciò che può essere di maggior uso nella direzione dei fiumi, ho tralasciato di bella posta tutte le dimostrazioni e i calcoli ipotetici, con i quali diversi autori (e qui il Frisi fa il nome dello Zendrini: ma noi ne potremmo aggiungere altri, assai più recenti) hanno sviluppato questa materia e ho raccolto invece le esperienze, le osservazioni e le riflessioni che possono dar luce ai casi di maggiore importanza ».

Le parole di D'Alembert erano state scritte pochi anni prima, nella introduzione all'*Essai d'une nouvelle théorie de la résistance des fluides*, ed io le ho trovate rievocate in uno studio classico (l'epiteto è del nostro Paladini) di Francesco Brioschi. D'Alembert dice testualmente:

« C'est souvent le desir de pouvoir faire usage du calcul, qui les (les géomètres) determine dans le choix des principes; au lieu qu'ils devraient examiner d'abord les principes en eux-mêmes, sans songer d'avance à les plier de force au calcul. La Géométrie qui ne doit qu'obéir à la Physique, quand elle se reunit avec elle, lui commande quelquefois. S'il arrive que la question qu'on veut examiner soit trop compliquée pour que tous les élements puissent entrer dans la comparaison analytique qu'on en veut faire, on sépare les plus incommodes, on leur en substitue d'autres, moins gênants, mais aussi moins réels, et l'on est étonné de n'arriver malgré un travail pénible, qu'à un résultat contrédit par la nature; comme si aprés l'avoir déguisée, tronquée ou altérée, une combinaison purément méchanique pouvait nous la rendre ».

Per noi tecnici, che il continuo indispensabile contatto con i fatti costringe al realismo più concreto, le parole che ho ricordato non hanno perduto affatto, a quasi due secoli di distanza, il loro significato, per quanto l'opera scientifica di diverse generazioni, in ispecie di quella che ci ha immediatamente preceduti, abbia ormai consentito di colmare per interi capitoli dell'Idraulica, il solco che per oltre un secolo aveva separato le deduzioni dei principi classici della meccanica dalle constatazioni dell'idraulica pratica.

Ma per molti capitoli le basi teoriche e le loro derivazioni offrono adesso come allora un sussidio puramente illusorio: e alludo particolarmente alle questioni riguardanti l'idraulica

(1) Discorso inaugurale tenuto al R.° Politecnico di Milano in occasione dell'apertura dell'anno accademico 1930-1931.

fluviale e le costruzioni idrauliche. Appena ci si discosta dalla considerazione delle situazioni più semplici, gli elementi da mettere in conto, quando i fatti vogliano essere trattati nella loro complessa realtà, diventano così numerosi, e le relazioni — nei pochi casi che si riesce ad istituirle su basi fondate — assumono forma così complicata, che ogni svolgimento si arresta contro difficoltà insormontabili. Un illustre ingegnere americano, il Freeman, il cui nome dovrò ricordare più volte, racconta che pochi anni addietro fece compiere in tutte le biblioteche degli Stati Uniti una accurata indagine per riconoscere quanto era stato stampato *nel mondo* su argomenti di idraulica fluviale. L'esame di tutto questo materiale lo forzò (traduco letteralmente) a concludere che la scienza e l'arte dell'idraulica fluviale sono ancora per molti riguardi in uno stato paragonabile a quello della chimica prima dell'uso della bilancia, quando il fuoco era spiegato col flogisto, o della elettricità prima della introduzione del sistema C. G. S.

L'affermazione apparirà certo eccessivamente pessimistica a chi conosca la ricca produzione italiana dei secoli decimosettimo e decimottavo: produzione che probabilmente non sarà rappresentata nella sua completa e varia vastità nelle pur ricchissime biblioteche della Repubblica Stellata; ma è innegabile che le leggi finora stabilite più che la sintesi ragionata e necessaria di fatti accuratamente accertati si presentano come «records of opinions»: come semplici regole, nella cui formulazione entra sempre, più o meno, un elemento personale.

Eppure gli idraulici italiani del periodo aureo, e in ispecie il Guglielmini, avevano indubbiamente prescelta una via opportuna per lo studio dei problemi dell'idraulica fluviale: quella di leggere direttamente nel gran libro che la natura offre a chi possiede spirito di osservazione e facoltà di sintesi, e questa via è stata da essi interamente percorsa, talchè poco o nulla hanno saputo aggiungere le generazioni successive.

Ma i fenomeni fluviali sono in gran parte a lento decorso, le loro vicende soggette all'influenza di circostanze numerosissime abbracciano decenni e secoli, e le loro dimensioni si contano a chilometri. Di qui le difficoltà intrinseche di seguirli e paragonarli: perchè troppo breve è la vita dello studioso rispetto alle vicende che egli dovrebbe discernere e interpretare e troppo limitato il raggio delle sue osservazioni personali.

Per usare un linguaggio che mi è consueto direi che nella tramatura idrografica della superficie terrestre, la natura ha messo a nostra disposizione un laboratorio troppo vasto, nel quale la scala dei tempi è stata fissata una volta per sempre in misura non proporzionata alla nostra breve vita, e la scala delle lunghezze è eccessiva rispetto ai nostri mezzi limitati.

Lo studioso, quindi, ha dovuto, e deve tuttora, contentarsi della parte di osservatore di fatti e raccoglitore di dati, che nota i fenomeni nelle loro naturali vicende, come le dispone «il cieco dispensator dei casi», ma non ha modo alcuno di agire su di essi e tanto meno ne potrebbe arrestare il corso per ripetere un'esperienza quando le esigenze dell'osservazione lo richiederebbero.

Gli idraulici italiani furono insuperati maestri nella descrizione e nella interpretazione dei fenomeni fluviali. Procedere più innanzi significava «ridurre a misura le regole generali di Guglielmini» cioè passare dalla osservazione qualitativa già pressochè perfetta alle determinazioni quantitative: ma occorreva per ciò, più che l'ingegno superiore preconizzato da Lombardini, una documentazione così vasta, quale solo il lavoro paziente di molte e molte generazioni potrà fornire: cosicchè dalla somma di numerosissime esperienze individuali fosse compensata la troppo breve unità dei tempi.

E molte generazioni dovranno ancora succedersi prima che ci si possa ritenere prossimi a simile risultato: a meno che non si prenda una nuova strada. Voglio dire, anzichè partire dal fenomeno naturale sempre complesso e soggetto all'influenza di circostanze fortuite, si riporti l'osservazione sulle situazioni elementari e sui processi semplici nei quali può essere scomposto il fenomeno reale, e che, se non esistono in natura, possono però spesso essere artificialmente creati nei laboratori di ricerca.

Appunto su questa strada l'attività dei ricercatori si è posta da qualche decennio: non solo per lo svolgimento delle indagini di idraulica fluviale, ma anche, e più ancora, per il progetto delle costruzioni idrauliche. E qui intendo parlare delle costruzioni idrauliche nella più larga accezione del termine, così da comprendere tutto il vasto campo dell'idraulica tecnica ed agraria, che con frase pittoresca si denominava una volta da noi *architettura delle acque*, e che nel 1770 secondo il Frisi era «arte nata, cresciuta e quasi interamente perfezionata in Italia».

I problemi dell'idraulica tecnica ed agraria che sfuggono ad ogni trattazione analitica e non consentono soluzioni generali sono numerosissimi, direi la grande maggioranza; e nell'assenza di quel prezioso filo conduttore che è costituito dalla possibilità di far capo ad una teoria generale, le soluzioni pratiche di essi sono per lunga tradizione inspirate a semplici norme di buon senso. Ma si tratta di merce rara che alberga solo in menti eccelse, e facilmente trova un surrogato non adeguato nel senso comune: in effetto taluni procedimenti di scarso contenuto, e di attendibilità illusoria, hanno ottenuto e mantenuto nel campo dell'ingegneria idraulica una fortuna immeritata, forse perchè la Scuola lascia spesso negli ingegneri la tendenza a dare agli svolgimenti analitici una importanza eccessiva, fino a perdere di vista la loro funzione puramente strumentale, di semplice mezzo per la elaborazione delle ipotesi di partenza, sulle quali sopratutto deve fermarsi l'attenzione del tecnico.

Nel vasto campo dell'architettura delle acque, come nell'ambito più ristretto dell'idraulica fluviale, il secolo ventesimo ha portato una radicale innovazione perchè l'indagine sperimentale, cioè la ricerca di laboratorio, si è aggiunta ai mezzi di calcolo e di progetto, insufficienti e incompleti, di cui prima si disponeva, e ne ha in parte colmate le lacune.

Parlo di indagine sperimentale, perchè i nuovi metodi hanno come base l'osservazione diretta dei fatti e le determinazioni procedono di regola in laboratori appositamente allestiti per questo scopo: ma indirizzo e procedimenti sono ben lontani dall'orientamento tradizionale dell'idraulica sperimentale che per quasi due secoli aveva essenzialmente provveduto a ricavare dalla osservazione diretta dei fenomeni quegli elementi, in ispecie quei dati numerici che la ricerca astratta non sapeva fornire, sull'esempio — scriveva Brioschi — dell'astronomia, ma con lo svantaggio di non poter far conto su di un principio generale come quello su cui fondasi la meccanica celeste; e siamo lontani pure da quelle determinazioni idrometriche che non mancheranno di rievocare alla mente di qualche ascoltatore la paterna nobile figura di Ettore Paladini.

L'indagine sperimentale di cui parlo ha uno scopo più modesto, ma forse più concreto ed immediato: quello di fornire all'ingegnere delle soluzioni sperimentalmente controllate per i problemi che sfuggono alle trattazioni generali. L'osservazione si compie non sulle opere costruite, o durante la loro costruzione — chè allora perderebbe gran parte della propria utilità — bensì su modelli di esse in piccola scala, la cui costruzione richiede una spesa limitata, che possono essere sottoposti senza troppe difficoltà a modalità diverse di funzionamento, e possono essere modificati o sostituiti pure con spesa limitata.

Naturalmente le determinazioni sui modelli dànno adito soltanto a soluzioni particolari: ma queste di solito sono sufficienti per costruttori e progettisti, ai quali sopratutto importa di prevedere con sicurezza l'esito di un'opera, voglio dire come essa funzionerà nelle circostanze reali, e soltanto quando abbiano raggiunta tale sicurezza potranno concedersi la sodisfazione di ricercare le soluzioni generali, se e quando esse esistano.

L'ingegnere infatti deve essere pronto a rinunciare alla perfezione concettuale quando questa lo staccherebbe dalla realtà e dalle sue imprescindibili esigenze, e deve dare la preferenza

alle soluzioni parziali e approssimate, ogni qual volta l'assoluta precisione urti contro difficoltà teoriche insuperabili, o importi tali complicazioni nei risultati, da ridurne l'utilità pratica.

Le prime dimostrazioni pratiche delle grandi possibilità che le determinazioni sui modelli e più generalmente le ricerche sperimentali offrono al progettista ed al costruttore sono ormai antiche. Se non vogliamo considerare come tali le esperienze di cui troviamo traccia nella classica raccolta degli idraulici italiani, il primo esempio appare costituito dalle notissime determinazioni di Fargue, compiute fra il 1875 e il 1880 per la soluzione di un problema fra i più complessi e meno determinati dell'idraulica fluviale: quello di sistemare un lungo tronco di un grande fiume, così da determinare la formazione di un alveo permanente di magra, che assicuri la navigabilità del fiume con qualunque livello. In base ad esse fu poi studiata e compiuta con pieno successo da vari decenni la sistemazione del tronco inferiore della Garonna.

Pressochè contemporanee a quelle di Fargue sono altre determinazioni non meno significative, dovute ad un fisico eminente, il Reynolds, al quale l'idraulica va debitrice di taluni dei progressi recenti più notevoli: esse hanno portato alla soluzione del problema, forse anche più difficile del precedente, di sistemare, assicurandone la navigabilità, un estuario soggetto a forti maree, quello della Mersey che fa capo al porto di Liverpool.

Queste due classiche esperienze ebbero però il carattere di esperienze isolate, eseguite con installazioni affatto provvisorie, che ancora si potrebbero ascrivere alla categoria dei tentativi fortunati.

Il loro ottimo risultato, tuttavia, suscitò i primi timidi esempi di laboratori permanenti per l'indagine sperimentale delle costruzioni idrauliche, laboratori che sorsero al principio del secolo attuale in diverse città tedesche.

Infatti rimontano a quell'epoca l'Istituto di Dresda, al quale è legato il nome di Engels, insegnante in quella Scuola di Ingegneria, e quello di Berlino, allestito dal ministero prussiano dei lavori pubblici e diretto fino a due anni or sono da Krey.

I frutti furono così manifestamente favorevoli, che numero e mole dei laboratori aumentarono molto rapidamente, la tecnica delle esperienze si perfezionò e l'ambito delle ricerche si estese quasi all'intero campo delle molteplici applicazioni dell'idraulica. La guerra ha rallentato ma non arrestato lo svolgimento di queste attività, le quali nel dopo guerra furono presto e molto intensamente riprese, favorite dal grande impulso dell'aerodinamica, che ha con l'idraulica tanti punti di contatto.

Attualmente noi stiamo assistendo ad un generale risveglio dell'idraulica sperimentale in tutti gli Stati dell'Europa continentale. I progressi più significativi sono dovuti agli studiosi ed ai tecnici tedeschi, ma dei magnifici laboratori, che svolgono un'attività degna di nota, sono sorti in Svezia, in Norvegia, in Cecoslovacchia, in Austria, in Polonia, in Isvizzera, aggregati ad Istituti di Istruzione Tecnica Superiore o dipendenti da pubbliche amministrazioni. Anche la Francia ha fatto notevoli progressi in questo senso: un grandioso centro di esperienze per le costruzioni idrauliche e per le prove delle turbine è sorto infatti da circa un decennio a Grénoble per opera di un ente speciale che trova paragone in talune nostre istituzioni autonome: la Société Hydrotechnique de France, in seno alla quale sono rappresentati e collaborano uffici statali e sindacati delle varie industrie interessate alle costruzioni idrauliche e idroelettriche.

Dalle scarse e incomplete notizie che ci riesce di avere dalla Russia risulta che nemmeno la Repubblica dei Soviet è rimasta assente, giacchè da diversi anni è stato istituito a Mosca un modernissimo laboratorio aero- e idrodinamico, e altri laboratori sono sorti in altri centri. La più recente e forse la più perfetta, fra le istituzioni del genere, è stata inaugurata pochi mesi or sono in uno dei Politecnici più vicini al nostro e del nostro poco più antico: il Politecnico di Zurigo.

Il rapido diffondersi dei nuovi metodi di indagine è già, per sè stesso, una evidente conferma della loro pratica utilità: per la quale ormai in quasi tutti gli Stati si è imposta la convinzione che il laboratorio di costruzioni idrauliche è chiamato a svolgere una funzione non meno necessaria, e talora più importante di quello per le prove dei materiali.

L'idea ha trovato poi un'efficace ed autorevole propagandista nella persona dell'Ing. Freeman del quale ho fatto il nome dianzi, e che, dopo essersi acquistata una vasta fama nel mondo tecnico, come idraulico e costruttore insigne, dedica ora gli ultimi anni della sua laboriosissima esistenza ad un'opera di diffusione nel suo paese e in tutto il mondo civile.

A pochi anni dalla fine della guerra egli visitò i principali centri culturali tedeschi, per riconoscere variazioni e innovazioni nel campo dell'idraulica, nei mezzi e metodi di ricerca: e rimase così colpito dalla importanza dei risultati conseguiti e convinto della necessità di farli conoscere, per promuovere la collaborazione degli studiosi di tutto il mondo, che intervenne presso l'Associazione degli ingegneri tedeschi, affinchè provvedesse alla pubblicazione di una descrizione particolareggiata dei laboratori tedeschi e del riassunto delle indagini più notevoli in essi compiute.

Una edizione in inglese della stessa pubblicazione vedeva la luce poco più di un anno fa, per cura della Società degli ingegneri meccanici americani: essa contiene la descrizione di tutti i laboratori di costruzioni idrauliche del mondo, e anche il nostro Paese vi è adeguatamente considerato, oltre che per i contributi recenti, per l'opera dei precursori dei quali Freeman rievoca le più salienti figure.

Ma le iniziative dell'ing. Freeman non si sono arrestate qui: egli ha anche diretto la redazione del progetto di un grande laboratorio, che dovrebbe essere aggregato al Bureau of Standards o ad altro Istituto similare degli Stati Uniti: e certo è destinato a diventare la istituzione più vasta e completa del genere non appena il Governo americano si sarà deciso ad approvare la spesa occorrente, prevista nella somma ragguardevole di 750.000 dollari.

Ma l'ing. Freeman si è seriamente preoccupato di preparare il personale occorrente per far funzionare in modo proficuo una istituzione così grandiosa: e non era certo l'aspetto meno delicato della questione, perchè gli sperimentatori sono forse il materiale che è più difficile e più costoso procurare, in ogni campo ma specialmente nel campo dell'idraulica.

Quando la disastrosa piena del Mississippi, nell'aprile 1927 richiamava bruscamente l'attenzione del pubblico americano sul problema della difesa idraulica, egli ottenne che venisse inviato in Europa un gruppo di assistenti ed allievi interni di Scuole superiori americane, già specializzati in materie idrauliche, affinchè per un anno frequentassero l'uno o l'altro laboratorio sperimentale.

Si formava così la *Freeman Scholarship*, la scolaresca di Freeman, che fra il 1927 e il 1929 visitava Scuole e Istituti dell'Europa centrale e di cui qualche rappresentante faceva rapide apparizioni anche in Italia.

Ove, tre anni or sono, veniva anche il Freeman. Pochi mesi più tardi una breve nota dell'*Eng. News Record* ne riassumeva le impressioni, ed io voglio riportarne una frase perchè, attraverso le parole del tecnico straniero, già appare il problema attuale, cioè il problema più urgente dell'architettura delle acque nel nostro Paese. «Lo sviluppo relativamente limitato dei laboratori idraulici in Italia, egli scrive, fa sorpresa, specialmente in considerazione dei millenari problemi del Po e dell'Adige, e mentre il Paese è in piena attività per la messa in valore delle risorse idrauliche».

In effetto, la sorpresa del Freeman non era tre anni fa, e non sarebbe oggi, infondata: perchè è fuori di dubbio che il Paese non possiede ancora una sola istituzione paragonabile con quelle che esistono ormai da anni presso i principali Stati Europei: che, cioè, l'attrezzatura scientifica nazionale presenta

una lacuna grave, non solo perchè ci pone in condizioni di inferiorità rispetto a nazioni che da noi appresero i rudimenti primi della tecnica idraulica, e alle quali offriamo tuttora insuperati esempi, ma perchè ha dannosissime ripercussioni sull'attività tecnica del Paese, che per taluni suoi rami più importanti è attività essenzialmente idraulica.

Il decennio che ora si chiude — decennio che nella storia politica nostra già brilla di propria fulgida luce — nella storia tecnica italiana resterà indubbiamente segnato come l'epoca della messa in valore delle forze motrici delle acque naturali, a parziale compenso di altre risorse di cui la natura ci è stata avara.

Un'intensa attività di dieci anni, che non ha esempi nella nostra storia, e pochi paragoni può contare in quella di altri paesi ben più ricchi di noi, ha quadruplicato la potenza idraulica utilizzata, portandola da poco più di un milione di cavalli (nominali) a superare i quattro alla fine del 1930. Non sarebbe facile precisare la cifra dei capitali investiti; ma è certo che mai prima d'ora l'Italia aveva immobilizzato somme altrettanto rilevanti in opere idrauliche, non in un solo ma in molti decenni. Anche se, ora, l'attività costruttiva dovesse arrivare a una fase di rallentamento che non sarà mai di arresto, è certo che la manutenzione e l'esercizio di un insieme di impianti idraulici del valore di molti miliardi, e gli ampliamenti e i perfezionamenti che gli sviluppi della richiesta e i progressi della tecnica renderanno indubbiamente necessari, non mancheranno di dar luogo a problemi gravi; sarebbe pericoloso doverli risolvere — come si è fatto finora — alla luce dell'intuizione o col solo sussidio del senso comune, perchè il Paese manca dei mezzi di indagine occorrenti per soluzioni più perfette e più vantaggiose.

Ma c'è di più: per il tenace, lungimirante impulso di una superiore volontà, gli anni che noi viviamo sono anche quelli del risanamento integrale di vaste zone delle varie regioni italiane. Ma la trasformazione fondiaria, auspicata meta di recenti provvidenze legislative e di multiformi attività già in corso, ammette come indispensabile premessa quella serie di lavori diretti a conseguire la bonificazione idraulica dei vari territori, della quale la pianura padana e veneta offre numerosi e ammirati esempi; ed è lecito chiamarla integrale, cioè completa soltanto quando una opportuna sistemazione irrigua conferisca in qualunque contingenza meteorica la sicurezza dell'esito alle colture dei terreni bonificati.

L'opera di redenzione, già avanzata in tante plaghe del Regno, ma ancora da compiersi in tante altre, anche più vaste e numerose, vedrà impiegata in lavori di prosciugamento e di irrigazione una frazione ben rilevante dei sudati profitti degli agricoltori e dello scarso risparmio nazionale. È indispensabile che il Paese, ma specialmente questa nostra terra lombarda, per la quale è ben vero l'epiteto virgiliano di «*alma parens frugum*», non tardino a procurarsi i mezzi sperimentali occorrenti per stabilire volta a volta le soluzioni più razionali, e sopratutto meno costose, dei numerosissimi problemi idraulici che lo svolgimento dei lavori in corso e di quelli già decisi mano a mano verrà suscitando. Ricordo fra i molti, in rapido accenno, lo studio di dispositivi per la misura dell'acqua irrigua i quali possono prendere con onore il posto delle varie bocche magistrali, ormai superate, se pure a loro tempo, tre secoli e mezzo or sono, furono innovazioni mirabili; il problema della distribuzione delle acque sui terreni, cui il rapido incremento delle irrigazioni e il diffondersi di nuovi sistemi conferiscono il carattere di particolare attualità; lo studio della permeazione delle acque nel suolo, alla quale molto direttamente si connette il rendimento delle opere irrigue. Tutte questioni nelle quali non saprei dire se prevalga l'interesse idraulico o l'importanza agraria, e che non posso separare dalle altre essenzialmente idrauliche, cui dànno luogo più frequentemente le opere di bonifica; cito il problema sempre aperto di stabilire e di limitare i rigurgiti delle botti a sifone, quello di studiare sezioni e tracciati di canali e forme di manufatti che rendano minime le spese di manutenzione, evitando erosioni ed interrimenti, e tutta la serie delle questioni delicatissime e poco conosciute inerenti alla sistemazione dei torrenti montani, che le recenti provvide disposizioni legislative hanno così opportunamente collocato fra le opere per la bonifica integrale dei bacini: questioni vitali per un Paese di antica storia, come il nostro, nel quale l'attività spesso inconsiderata delle molte generazioni ha singolarmente aggravato le condizioni della rete idrografica, che richiede ora continuo ed urgente presidio.

All'empirismo più o meno cieco che dominò sin qui, importa sostituire al più presto l'empirismo ragionato che ha la sua base nella indagine sperimentale, perchè le conseguenze di soluzioni incomplete, o insufficienti, o errate, per lavori di grande entità ed elevato importo, come sono così spesso le opere idrauliche, si pagano a milioni. Ed occorre cominciare senza troppo indugio, perchè i laboratori non si improvvisano; se anche uno di quei provvidenziali interventi, sui quali le istituzioni milanesi sanno di poter fare sempre un grande affidamento per il largo spirito e l'elevato sentimento della stirpe lombarda, di cui tante prove fornisce il passato antico e recente del nostro Politecnico, se anche, dico, un provvidenziale intervento ci fornisse da un giorno all'altro i mezzi per dare immediata e totale esecuzione al progetto ormai definito nei suoi particolari, qualche anno richiederebbe l'allestimento — perdonate la parola crudamente tecnica — del personale delle varie categorie, necessario alla vita del nuovo istituto. La parte più preziosa e delicata di qualunque organizzazione tecnico-sperimentale, è infatti — ora e sempre — lo sperimentatore, che nessuna ditta, fornisce, che solo attraverso una graduale e progressiva collaborazione noi dovremo ritrarre dal materiale umano che il Paese ci manda e la Scuola ci prepara.

Di qui l'opportunità, anzi la necessità dello svolgimento graduale, al quale ha accennato il nostro illustre Direttore (1).

Il quale — mi sia permesso ricordarlo perchè la rievocazione mi pare un augurio — circa tre lustri or sono richiamava l'attenzione del Paese e degli organi esecutivi dello Stato sopra un altro problema, che presenta qualche punto di contatto con quello su cui vi ho oggi trattenuto, perchè interessa molto da vicino l'idraulica tecnica ed agraria e perchè era, in quegli anni, il problema attuale di questo ramo della tecnica, trattandosi anche allora di colmare una dolorosa lacuna dell'attrezzatura tecnico-scientifica della Nazione.

Alludo al problema di organizzare la raccolta delle osservazioni idrografiche, che nonostante i ripetuti moniti dei nostri più illustri, da Lombardini a Brioschi, erano rimaste fino a guerra iniziata — e salvo lodevolissime eccezioni per le regioni settentrionali — in condizioni di grave abbandono.

In meno di quindici anni la situazione è cosi mutata, che attualmente, possiamo dirlo con certezza e magari con orgoglio, la penisola italiana, anche per giudizi che vengono d'oltr'Alpe, è la regione idrograficamente meglio conosciuta dell'Europa, e quindi del mondo.

Io oso esprimere, non dico la speranza, ma la certezza che anche il problema attuale troverà una soluzione altrettanto rapida e altrettanto completa: affinchè tornino presto ad essere del tutto vere, e per iniziativa e merito del nostro Politecnico, le ricordate parole del Frisi, che «l'architettura delle acque è nata, cresciuta e quasi interamente perfezionata in Italia».

PROF. ING. GIULIO DE MARCHI.

---

(1) Riportiamo le parole dette dall'Ill. Prof. G. Fantoli, Direttore del R. Politecnico di Milano, nella sua relazione annuale: «Affron- «teremo poi il problema dell'esecuzione graduale del grande labo- «ratorio di ricerche di idraulica e di idraulica agraria su linee già «minutamente studiate dal chiaro ed amato collega Giulio De Mar- «chi: lo affronteremo con paziente discrezione, ma con la certezza «di fervidi consensi ed aiuti, particolarmente da ogni parte di questa «cara Terra lombarda, piccola Patria nella Grande Patria adorata».

ING. OSCAR HOFFMAN

Sul problema delle sottopressioni nelle dighe

I.

Le vedute ancora oggi prevalenti nelle trattazioni che la letteratura tecnica dedica ai fenomeni di penetrazione dell'acqua nelle dighe e ai relativi effetti meccanici — noti sotto diverse denominazioni, come sottopressioni, sottospinte, pressioni interstiziali — si basano sull'ipotesi tradizionale, assai semplicistica ed arbitraria, che considera come sede del fenomeno dei giunti ipotetici, preesistenti nella muratura per effetto di imperfetta esecuzione o per fessurazione, e più o meno aperti a seconda degli sforzi in essi agenti. Tale situazione appare tanto più singolare quando si consideri da una parte che, esercitando le diverse ipotesi possibili una influenza decisiva sulle dimensioni dei muri a gravità, vi sarebbe senza dubbio un notevole interesse economico a conoscere più da vicino la realtà del fenomeno e, d'altra parte, che nel calcolo delle sollecitazioni dovute agli altri fattori — spinta idrostatica esterna, peso proprio della muratura etc. — si fa sempre maggior uso dei metodi e dei risultati della teoria matematica dei corpi elastici, il che è in evidente contrasto con l'ipotesi delle lesioni ammesse dalle usuali teorie delle sottopressioni.

La trattazione dell'argomento fu posta su basi completamente nuove dal *Fillunger* (1) considerando, in luogo delle ipotesi sopraccennate, gli effetti meccanici della permeazione d'acqua attraverso i meati microscopici delle murature. Malgrado l'importanza della nuova idea, essa non ebbe per lunghissimi anni alcuna eco nella letteratura tecnica e tanto meno ebbe alcuna applicazione pratica il calcolo su di essa basato. Le ragioni di questo fatto sono due: anzitutto, le insufficienti nozioni sullo stato di flusso capillare nei corpi porosi e sulla distribuzione delle pressioni interstiziali ad esso relativa ostacolavano certamente l'ulteriore sviluppo teorico; inoltre, l'applicazione pratica è stata impedita da notevoli divergenze riscontrate nei risultati quantitativi finali del calcolo del *Fillunger* rispetto a quelli derivanti anche dalle assunzioni usuali più pessimistiche. Una pubblicazione dello scrivente (2) ha tentato di rimuovere tali ostacoli, esaminando da una parte più da vicino il problema idraulico delle permeazioni e sviluppando, dall'altra parte, in base alla concezione fondamentale del *Fillunger*, una teoria più corretta degli effetti meccanici delle pressioni interstiziali. Le seguenti note traggono la loro origine da una discussione sull'argomento (3) svolta fra il *Fillunger* e lo scrivente in seguito alla suddetta pubblicazione, e si propongono di riassumere i termini del problema controverso, esponendo alcune considerazioni teoriche ed indicando nello stesso tempo quei punti nei quali l'indagine sperimentale deve integrare quella teorica.

(1) *Der Auftrieb in Talsperren* (Oesterr. Wochenschrift f. d. öff. Baudienst, 1913, n. 31).
Neuere Grundlagen für die statische Berechnung von Talsperren. Zeischrift d. öst. Ing. u. Arch. Ver. 1914, n. 23).
(2) Permeazioni d'acqua e loro effetti nei muri di ritenuta (Hoepli, Milano, 1928).
(3) *Die Wasserwirtschaft* (*Wien*), 1929, Numeri 18, 20, 21, 23; 1930, Numeri 4 e 21.

II.

Nello studio delle proprietà meccaniche dei materiali porosi si deve tener presente che la distribuzione effettiva delle tensioni interne in tali materiali è assai più complessa di quella fornita dalla teoria dell'elasticità, in conseguenza delle elevate tensioni locali che si verificano nelle adiacenze delle cavità. Tale complessa distribuzione di tensioni, che chiameremo per brevità *microscopiche*, è in generale, inaccessibile ad una valutazione quantitativa, data l'effettiva conformazione irregolare ed ignota delle cavità, salvo in alcuni casi di cavità ideali, aventi conformazione particolare. Sono da distinguersi da tali tensioni effettive quelle che chiameremo *macroscopiche* e che risultano sostituendo al corpo poroso un *modello* di dimensioni uguali, ma costituito da un materiale ideale, omogeneo, isotropo e continuo, sostituzione questa che si fa tacitamente ogni qualvolta si applica ai corpi porosi un calcolo basato sulla teoria dell'elasticità. Tra le due categorie di tensioni si può stabilire nel seguente modo una relazione: si può porre come postulato che il modello sia *fedele* in ogni elemento di volume, sufficientemente grande rispetto alle dimensioni delle cavità, ossia pretendere, che applicando ad un elemento di volume ritagliato ed isolato dal corpo le tensioni *macroscopiche* come forze esterne, esse diano luogo nell'interno dell'elemento di volume alle tensioni microscopiche effettivamente agenti nel corpo poroso.

È facile riconoscere, che da tale postulato segue immediatamente l'equivalenza statica delle tensioni microscopiche e macroscopiche, in qualunque sezione del solido sufficientemente grande rispetto alle cavità, espressa dall'equazione

$$\mathbf{s} f = \int \mathbf{s}^* \, d f^*$$

dove $\mathbf{s}$ indica il vettore della tensione macroscopica, f l'area apparente della sezione, $\mathbf{s}^*$ il vettore della tensione microscopica ed infine $d f^*$ l'elemento della sezione effettiva. (Con lettere in grassetto segneremo gli enti vettoriali, coll'asterisco contrassegneremo i valori microscopici).

Siccome tale equazione può scriversi anche nella forma

$$\mathbf{s} = \frac{\int \mathbf{s}^* \, d f^*}{f}$$

risulta che la tensione macroscopica può considerarsi come la media di quelle microscopiche.

Evidentemente, tanto i calcoli, quanto le esperienze di resistenza dell'ingegneria riguardano direttamente le tensioni macroscopiche, e perciò quando si parlerà semplicemente di tensioni, senza alcun aggettivo, si intenderà di parlare di queste. Ma è da tenere presente la distinzione sopraesposta perchè nel caso che si conoscano le tensioni microscopiche (e più avanti si vedrà un tale caso particolare) si dovrà aver l'avvertenza di non confrontarle senz'altro con quelle macroscopiche se non nel loro valore medio. Infatti, il principio della sovrapposizione degli effetti vale soltanto se *tutte* le tensioni sono date nel loro valore macroscopico, oppure *tutte* nel loro valore microscopico.

***

Ciò premesso poniamo la domanda: a quali tensioni dànno luogo le pressioni idrostatiche agenti sulle pareti delle cavità di un solido poroso imbibito da un liquido?

Consideriamo anzitutto il caso fondamentale di un corpo isolato nei meati del quale la pressione idrostatica (p) è costante e quindi il liquido è in riposo. Lo stato di tensione dovuto alle sole pressioni *interstiziali* risulta in tal caso, per il principio della sovrapposizione degli effetti, dalla differenza degli stati di tensione prodotti dalle seguenti due sollecitazioni:

a) il solido è immerso nel liquido il quale penetra in tutti i meati;

b) il solido è sottoposto ad una compressione uniforme in tutte le direzioni, di intensità uguale alla pressione del liquido.

Nel caso *a*) su tutte le superfici di contorno effettive del solido, comprese le pareti dei pori, agisce una pressione idrostatica costante p, e quindi anche in tutte le sezioni del solido agisce una tensione *microscopica* uniforme

$$\sigma_a{}^* = -p$$

(Il segno negativo trae la sua origine dalla circostanza che mentre nell'idraulica si considerano con segno positivo gli sforzi di compressione, nella teoria dell'elasticità tale segno compete agli sforzi di trazione).

Il caso *b*) si realizzerebbe invece qualora tutte le aperture delle cavità che sboccano alle superfici di contorno del solido fossero chiuse da membrane sottili e si immergesse il solido nel liquido di pressione costante p. In tale caso si avrebbe in tutte le sezioni una compressione *macroscopica* uniforme

$$\sigma_b = -p.$$

La differenza $\sigma_a - \sigma_b$ deve rappresentare evidentemente la tensione dovuta alle pressioni idrostatiche agenti sulle pareti dei meati, nonchè a quelle da immaginarsi come agenti sulle superfici interne delle membrane sottili sopradette (gruppo di forze II nella fig. 1). In definitiva, l'immaginata disposizione di tali membrane si risolve nella introduzione di due gruppi di forze (I e II nella fig. 1) in equilibrio e con punti d'applicazione infinitamente vicini, dimodochè con essi non viene modificato lo stato di tensione nel solido.

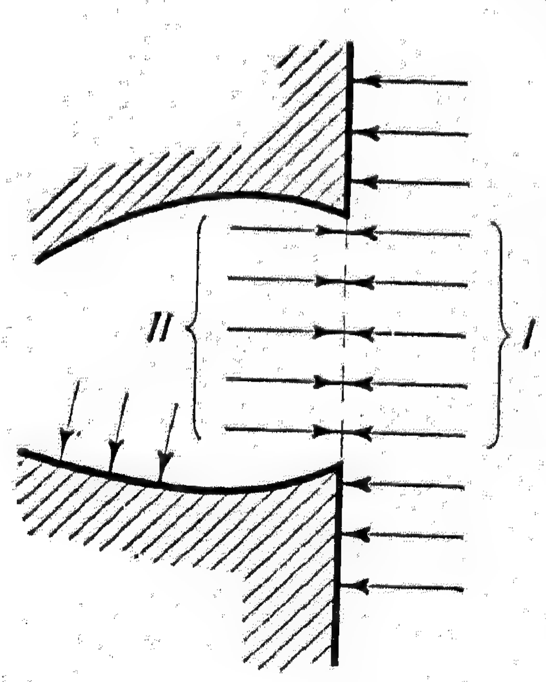


Fig. 1.

Per calcolare la tensione ricercata $\sigma_a - \sigma_b$ si deve trasformare la tensione microscopica

$$\sigma_a{}^* = -p$$

nella sua equivalente macroscopica

$$\sigma_a = \frac{\int \sigma_a{}^* \, d f^*}{f} = -p \frac{\int d f^*}{f}.$$

Indicando con μ' la porosità specifica della sezione considerata, ossia il rapporto tra i vuoti e l'area effettiva;

$$\mu' = 1 - \frac{\int d f^*}{f}$$

si può scrivere

$$\sigma_a = -p\,(1 - \mu')$$

cosicchè risulta la tensione ricercata

$$\sigma = \sigma_a - \sigma_b = -p\,(1 - \mu') + p = \mu' p$$

ossia *uno sforzo di trazione* proporzionale alla pressione idrostatica interstiziale. Il coefficiente di proporzionalità μ' varia da una sezione all'altra e quindi nei calcoli di stabilità sarà da introdurre evidentemente il valore massimo che si può riscontrare nel materiale considerato; trattandosi di materiali eterogenei, come calcestruzzi e murature, si determinerà la porosità specifica dell'elemento più poroso, nel caso di malte cementizie quella del mastice di cemento. Tale determinazione, se è basata sulla capacità di imbibizione del materiale o del suo elemento più poroso, dà però luogo alla seguente osservazione:

La formula

$$\sigma = \mu' p$$

risulta dalla differenza di due valori *macroscopici* delle tensioni, quello segnato con (*a*) al quale corrispondono tensioni microscopiche uniformemente distribuite, e quello segnato con (*b*) al quale corrisponde una distribuzione complessa e con valori locali molto elevati rispetto alla media. Ora, se si sovrappongono i due valori macroscopici ai quali corrispondono due distribuzioni microscopiche di carattere talmente differente è da domandarsi se tale procedimento fornisce una valutazione sufficientemente sicura della sollecitazione effettiva del materiale, sollecitazione che si hanno buone ragioni di considerare come dipendente dai valori microscopici delle tensioni.

È evidente che, essendo le tensioni microscopiche $\sigma_a{}^*$ uniformemente distribuite e quelle $\sigma_b{}^*$ variabili con valori locali elevati, i valori massimi locali

$$\sigma_a{}^* - \sigma_b{}^*$$

sono relativamente molto più elevati rispetto alla media

$$\sigma_a - \sigma_b$$

che non siano i valori massimi locali $\sigma_b{}^*$ rispetto alla media σ_b. Da ciò segue, che, volendo concludere dalle tensioni calcolate colla formula $\sigma = \mu' p$ sul *pericolo di rottura*, si deve procedere colla massima prudenza nel valutare il coefficiente μ', assegnandogli valori alquanto superiori a quelli che risulterebbero da una valutazione o misurazione della porosità volumetrica dell'elemento costituente più poroso del materiale. Un limite superiore naturale è dato da $\mu' = 1$; quale sia il distacco reale da tale valore-limite non si potrà stabilire se non mediante *esperimenti* appositi, che riproducano lo stato di sollecitazione del materiale come effettivamente è prodotto dalla pressione idrostatica interstiziale.

III.

Eliminiamo ora le restrizioni imposte alla trattazione del precedente paragrafo ed ammettiamo da una parte che il solido, anzichè essere isolato, sia sottoposto a certi vincoli, e dall'altra parte che la pressione del liquido varii da un punto all'altro del solido poroso. A tale scopo dividiamo il solido in elementi di volume, sufficentemente grandi rispetto alle dimensioni dei pori, ma sufficientemente piccoli per poter considerare in essi, in via di prima approssimazione, costante la pressione idrostatica interstiziale. Applicando su ciascun elemento le considerazioni ora svolte, constatiamo anzitutto, che in ogni sezione di essi agisce lo sforzo di trazione

$$\sigma_p = \mu' p$$

che chiameremo *sforzo primario*, data la sua prevalente importanza. In secondo luogo, è da prevedere che i singoli elementi subiscano, in relazione a tale stato di tensione, delle deformazioni in seguito alle quali nel solido si genera una seconda categoria di sforzi che chiameremo *secondarii*. Per determinare questi, occorre conoscere la deformazione di ogni singolo elemento, ciò che si consegue procedendo in modo analogo a quanto si è fatto nel calcolare gli sforzi primarii ossia calcolando la differenza delle deformazioni che si verificano:

(*a*) immergendo l'elemento di volume in un liquido di pressione costante p il quale penetra anche in tutti i meati;

(*b*) sottoponendo l'elemento di volume ad una compressione idrostatica p agente sulle sole superfici esterne.

La compressione cubica unitaria dell'elemento di volume è nel caso (*a*)

$$\Theta_a = -\frac{p}{C^*}$$

dove C^* è il modulo di compressibilità cubica, corrispondente a tale particolare caso di sollecitazione e da determinarsi sperimentalmente.

L'analogo valore è nel caso (*b*):

$$\Theta_b = -\frac{p}{C}$$

dove C è il modulo di compressibilità cubica inteso nel senso comune della parola, da determinarsi anch'esso sperimentalmente, escludendo la penetrazione del liquido nei meati del corpo, oppure da calcolarsi con la nota formula

$$C = \frac{m\ E}{3\ (m - 2)}$$

(E è il modulo di Young, m quello di Poisson).

La sola pressione interstiziale dà luogo in ogni elemento alla dilatazione cubica

$$\Theta = \Theta_a - \Theta_b = -\frac{p}{C^*} + \frac{p}{C} = \frac{p}{C}\left(1 - \frac{C}{C^*}\right)$$

ed a quella lineare

$$\varepsilon = \frac{\Theta}{3} = \frac{p}{3\,C}\left(1 - \frac{C}{C^*}\right)$$

Introduciamo la costante caratteristica del materiale poroso

$$\mu'_m = 1 - \frac{C}{C^*}$$

ed abbiamo

$$\varepsilon = \frac{\mu'_m\, p}{3\,C}$$

Se confrontiamo tale deformazione con quella che produrrebbe un riscaldamento virtuale di t centigradi, constatiamo che la deformazione di ogni elemento di volume è identica a quella indotta da un aumento virtuale di temperatura di

$$t = \frac{\varepsilon}{\alpha} = \frac{\mu'_m\, p}{3\,C\,\alpha} \text{ centigradi}$$

(α = coefficente di dilazione lineare termica).

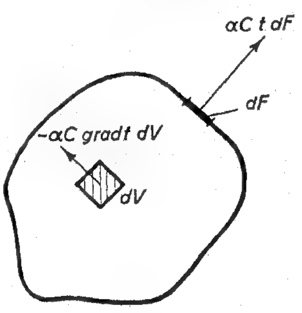


Fig. 2.

Gli sforzi secondarii sono quindi perfettamente analoghi a quelli termici per il calcolo dei quali la teoria dell'elasticità fornisce la regola generale di sovrapporre i seguenti effetti (vedi fig. 2):

sforzo normale in ogni sezione $\sigma_n = -3\,C\,\alpha\,t$

forze di massa in ogni elemento di volume $d\,V$ $\qquad d\,\mathbf{M} = -3\,C\,\alpha \operatorname{grad} t\ dV$

forze superficiali normali su ogni elemento $d\,F$ della superficie di contorno, dirette verso l'esterno: $\qquad d\,\mathbf{S} = 3\,C\,\alpha\,t\,d\,\mathbf{F}$

(con $d\,\mathbf{F}$ indichiamo un vettore normale all'elemento della superficie di contorno e rappresentante l'area di tale elemento stesso).

Introducendo il valore del riscaldamento virtuale t si hanno le relazioni seguenti:

$$\sigma_n = -\mu'_m\, p$$

$$d\,\mathbf{M} = -\mu'_m \operatorname{grad} p\ dV$$

$$d\,\mathbf{S} = -\mu'_m\, p\, d\,\mathbf{F}$$

Le forze di massa $d\,\mathbf{M}$ e quelle superficiali $d\,\mathbf{S}$ sono forze fittizie le quali, considerando un solido isolato, non dànno luogo ad alcuna risultante. Infatti, la risultante della $d\,\mathbf{M}$ è data dall'integrale, da estendersi su tutto il volume del solido,

$$\int_V d\,\mathbf{M} = -\int_V \mu'_m \operatorname{grad} p\ dV$$

mentre la risultante delle $d\,\mathbf{S}$ si calcola coll'integrale, da estendersi su tutta la superficie di contorno del medesimo

$$\int_F d\,\mathbf{S} = \int_F \mu'_m\ d\,\mathbf{F}$$

e tali espressioni forniscono, per uno dei teoremi di *Green* due vettori uguali ma di verso contrario, e quindi rappresentano due forze in equilibrio.

Dunque, se il solido è appoggiato al suolo con vincoli staticamente determinati (il calcolo usuale approssimativo delle dighe a gravità ha appunto per base una ipotesi analoga), gli sforzi secondarii non producono alcuna reazione d'appoggio; se invece il solido è appoggiato al suolo con vincoli iperstatici (come nell'esempio delle dighe ad arco) in questi ultimi si generano reazioni, le quali però, nel loro insieme, formano un sistema in equilibrio.

***

Infine si deve tener conto, in seconda approssimazione, della variazione della pressione interstiziale da un punto all'altro del solido e dei singoli elementi di volume. Tale variazione di pressione dà luogo, in generale, ad un moto di permeazione del liquido, governato dalla legge:

$$\mathbf{v} = -k \operatorname{grad} (p + \gamma\, z)$$

dove $\mathbf{v}$ è il vettore della velocità di permeazione, k il coefficente di permeazione del dato materiale, γ il peso specifico del liquido e z l'altezza del punto considerato rispetto ad un piano di riferimento prescelto. Se tale flusso, come avviene sempre nei casi di interesse pratico, è permanente e la sua velocità varia da un punto all'altro abbastanza lentamente per poter trascurare l'accelerazione di un qualunque elemento del liquido, le forze agenti su questo elemento si tengono in equilibrio; esse sono

$\mathbf{P} = -V \operatorname{grad} p$ = risultante delle pressioni normali agenti sul contorno dell'elemento di liquido, di volume V; tale espressione dà nello stesso tempo la risultante delle differenze di pressione rispetto alla media p_m nell'elemento di volume, giacchè, essendo nullo il gradiente di una costante,

$$\operatorname{grad} (p - p_m) = \operatorname{grad} p$$

$\mathbf{T}$ = risultante degli sforzi tangenziali agenti sul contorno dell'elemento;

$\mathbf{G} = -V \operatorname{grad} \gamma\, z$ = peso dell'elemento di liquido.

L'equilibrio di tali forze è espresso dall'equazione

$$\mathbf{P} + \mathbf{T} + \mathbf{G} = 0$$

Le forze che esercita l'elemento di liquido sugli elementi di liquido adiacenti oppure sulle pareti dei pori del solido con esso in contatto, sono evidentemente uguali ma di segno contrario a quelle che agiscono sull'elemento di liquido al suo contorno, ossia

$$-\mathbf{P} - \mathbf{T} = \mathbf{G}$$

Quindi, l'unica forza a cui dà luogo la variazione da un punto all'altro della pressione interstiziale è il peso del liquido contenuto nei meati del solido poroso, di cui, volendo, si tiene conto molto semplicemente nel valutare gli effetti del peso proprio della muratura, introducendo il peso specifico di questa, determinato allo stato di imbibizione anzichè all'asciutto.

È da mettere in particolare evidenza, che la forza ora determinata, di tenuissima importanza quantitativa, è l'unica vera forza di massa a cui dànno luogo le pressioni idrostatiche interstiziali.

IV.

Quanto abbiamo esposto finora gioverà per la migliore comprensione della teoria del *Fillunger* la quale è caratterizzata da una particolare importanza attribuita alle forze di massa, nella loro maggior parte fittizie, rispetto agli altri elementi del calcolo. Brevemente riassunto, il ragionamento seguito dal Fillunger è il seguente. Il corpo poroso va suddiviso in elementi, di volume, e si calcola la risultante delle pressioni idrostatiche che agiscono su di esso. Se i pori fossero chiusi, ossia non avessero alcuna apertura verso la superficie di contorno, tale risultante sarebbe la forza di massa

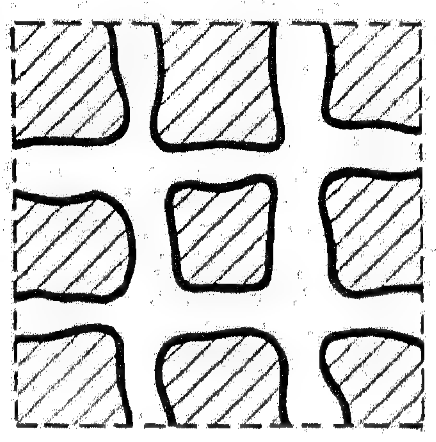


Fig. 3.

$$\mu \text{ grad}\, p \ V$$

(dove μ è la porosità specifica volumetrica del materiale); da questa forza si deduce la risultante delle pressioni idrostatiche che corrispondono alle aperture dei pori sui contorni e quindi non agiscono effettivamente sul solido:

$$\int_F \mu\, p \, d\, \mathbf{F} = \mu' \text{ grad}\, p \ V$$

dove μ' è la porosità specifica *delle superfici di contorno* dell'elemento di volume. La differenza delle due risultanti fornisce la forza chiamata «sottospinta» dal Fillunger

$$(\mu - \mu') \text{ grad}\, p \ V$$

una forza di massa impropriamente detta, giacchè il suo valore dipende, in modo essenziale per il fattore $(\mu - \mu')$, dalla maniera di suddividere il solido in elementi di volume, e precisamente dalla porosità specifica μ' della superficie divisoria prescelta.

Gli sforzi tangenziali (di attrito) esercitati dalle particelle del liquido contro le pareti dei meati forniscono una seconda forza; la risultante di tali sforzi è, come si è visto al paragrafo precedente, per un elemento di volume V_1 del liquido

$$-\text{ grad}\, p \ V_1 - \text{grad}\, z\, \gamma \ V_1$$

e quindi per un elemento del solido, di volume V, contenente $\mu' V$ di liquido

$$-\mu \text{ grad}\, p \ V - \mu \text{ grad}\, z\, \gamma \ V$$

Sommando le due risultanti, quella delle pressioni normali («sottospinta» secondo *Fillunger*) e quella degli sforzi di attrito risulta in definitiva (1)

$$(\mu - \mu') \text{ grad}\, p \ V - \mu \text{ grad}\, p \ V - \mu \text{ grad}\, z\, \gamma \ V =$$
$$= -\mu' \text{ grad}\, p \ V - \mu \text{ grad}\, z\, \gamma \ V$$

Nel confrontare i risultati dei due metodi di calcolo facciamo astrazione dal termine $-\mu \text{ grad}\, z\, \gamma \ V$ che rappresenta il peso del liquido contenuto nei meati; resta allora da confrontare la forza $-\mu' \text{ grad}\, p \ V$ cogli sforzi primarii e secondarii da noi trovati. Ciò facendo il *Fillunger* ha creduto di poter constatare (1) che i due metodi di calcolo sono equivalenti, in quantochè la forza $-\mu' \text{ grad}\, p \ V$ si equilibra colla risultante degli sforzi primarii agenti sul contorno di un elemento di volume ritagliato in modo che su tutte le superfici di contorno la porosità è μ'.

(1) FILLÜNGER: «Zur Frage des Auftriebes in Talsperren». - *Die Wasserwirtschaft*. 1930, N. 4.

Orbene, le due affermazioni:

(*a*) sul contorno di un'elemento, di volume V, agiscono le tensioni $\mu' p$;

(*b*) sull'elemento agisce una forza di massa $-\mu' \text{ grad}\, p \ V$

sono equivalenti per un elemento ritagliato nel modo anzi definito dall'*interno* del solido; considerando però un elemento che abbia una parte della sua superficie di contorno contenuta in quella del solido si constata che la forza di massa $\mu' \text{ grad}\, p \ V$ è in equilibrio, oltre che con le tensioni $\mu' p$ effettivamente presenti su quelle superfici dell'elemento che si trovano all'*interno* del solido, anche con forze unitarie della medesima grandezza *supposte* come agenti sull'*esterno* del solido. Ne segue che si può calcolare colle forze di massa $\mu' \text{ grad}\, p \ V$ anzichè cogli sforzi primarii $\mu' p$ qualora si tenga conto delle effettive condizioni ai contorni, introducendo ivi forze superficiali del valore unitario $\mu' p$. È evidente, che il coefficente μ' deve essere il medesimo coefficente di porosità che figura nel calcolo della forza $-\mu' \text{ grad}\, p \ V$, indipendentemente dalla porosità *effettiva* della superficie di contorno. Se quest'ultimo fosse il caso, la valutazione della «correzione» sarebbe incerta e si potrebbe essere indotti, come l'ha infatti proposto il *Fillunger*, a trascurarla, anche perchè si tratta sempre di una correzione a favore della stabilità. Invece, il fatto è che l'entità della «correzione» è non soltanto esattamente definita ed insita nel procedimento di calcolo, ma i suoi effetti sono anche del medesimo ordine di grandezza di quelli delle forze di massa $-\mu' \text{ grad}\, p \ V$, cosicchè il procedimento del *Fillunger* difetta, più che per una «correzione», per un elemento sostanziale del calcolo.

Per quanto riguarda gli sforzi secondarii, è facile riconoscere che il procedimento di *Fillunger* — corretto coll'aggiunta delle forze superficiali $\mu' p$ — tiene conto implicitamente di tali sforzi nel loro valore corrispondente all'assunzione

$$\mu'_m = \mu' \text{ ed } m = \infty \left(\text{ossia } C = \frac{E}{3}\right).$$

La portata di ordine quantitativo di tale assunzione dipende dalle condizioni fisiche particolari del materiale poroso le quali debbono venire stabilite sperimentalmente, ed in generale, è da prevedersi che essa sarà piccola; ma sta di fatto che partendo dall'impostazione data dal *Fillunger* al calcolo, non v'è alcuna possibilità di tener conto di eventuali risultati sperimentali che proscrivano tali assunzioni semplificative, mentre si è pienamente liberi di adattare il calcolo degli *sforzi secondarii* alla realtà fisica.

V.

Il primo esempio, che riportiamo per illustrare le considerazioni teoriche finora svolte, riguarda un muro di ritenuta, di profilo triangolare con paramento a monte verticale, costituito da un materiale di porosità uniforme, poggiato sopra una fondazione orizzontale impermeabile.

Anzitutto si deve conoscere lo stato del flusso di permeazione nel muro; alle condizioni di contorno corrispondono linee di flusso orizzontali ed equidistanti e linee ortopiezometriche (di ugual livello piezometrico) verticali ed anch'esse equidistanti. Indi si passa a determinare la distribuzione delle pressioni interstiziali p, legate al valore della quota piezometrica Φ dalla nota relazione

$$\Phi = \frac{p}{\gamma} + z;$$

da tale relazione risulta che le linee di uguale pressione interstiziale sono rette equidistanti parallele al paramento a valle (1)

(1) Abbiamo esposto con intenzione i due passi distinti che conducono alla conoscenza della distribuzione delle pressioni interstiziali nel muro. Non si può evitare il primo passo (determinazione delle

ed in ogni sezione orizzontale la pressione interstiziale varia con legge lineare dal lembo a monte, dove essa è uguale alla pressione idrostatica esterna, al lembo a valle, dove essa è nulla.

Dato che anche il riscaldamento virtuale $t = \frac{\mu' m p}{3 C \alpha}$ è una funzione lineare delle coordinate, si riconosce che, ammessa la validità della regola del trapezio per il calcolo degli sforzi termici, questi ultimi si annullano e lo stesso avviene per gli sforzi secondarii. Le seguenti considerazioni possono limitarsi quindi agli sforzi primarii, i quali variano anch'essi con legge lineare nella sezione di base dal valore $\mu' h$ al lembo a monte al valore nullo al lembo a valle (vedi diagramma (1) della fig. 4).

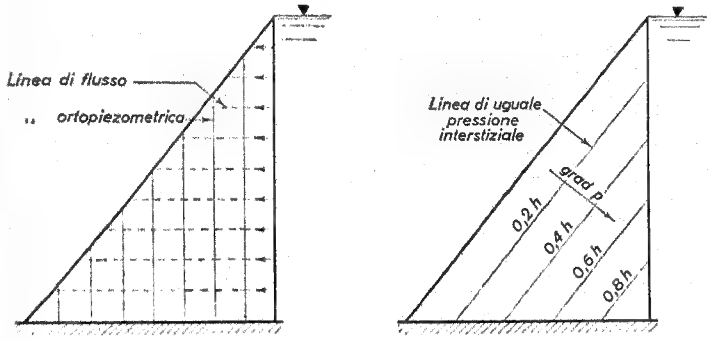


Fig. 4.

Quindi, nel presente caso particolare, si trova confermata la regola convenzionale che concepisce le sottopressioni come sforzi di trazione distribuiti lungo una sezione orizzontale secondo un diagramma triangolare; il coefficente m, ordinariamente oggetto di valutazioni empiriche oppure convenzionali, riveste il significato della porosità specifica della sezione pericolosa.

Vediamo ora quali risultati fornisce la regola di calcolo del *Fillunger*; trascuriamo, come abbiamo fatto anche nel precedente calcolo, l'effetto del peso dell'acqua contenuta nei pori, e determiniamo la risultante delle forze $-\mu'$ grad p agenti in ogni unità di volume del muro.

grad p è un vettore costante in tutto il muro, ortogonale al paramento a valle ed ha la grandezza assoluta

$$\frac{1}{\operatorname{sen}\alpha} = \sqrt{1 + \left(\frac{h}{b}\right)^2}$$

Il volume del muro (per una lunghezza unitaria) è $\frac{b\,h}{2}$ e quindi la grandezza assoluta della risultante ricercata è

$$\frac{\mu'\,b\,h}{2\operatorname{sen}\alpha} = \mu' \sqrt{1 + \left(\frac{h}{b}\right)^2}\ \frac{b\,h}{2}$$

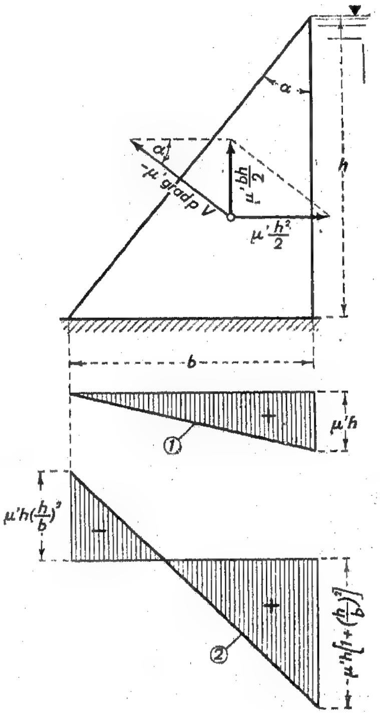
la sua componente orizzontale:

$$\frac{\mu'\,b\,h}{2\operatorname{sen}\alpha}\cos\alpha = \frac{\mu'\,h^2}{2}$$

e quella verticale:

$$\frac{\mu'\,b\,h}{2\operatorname{sen}\alpha}\operatorname{sen}\alpha = \mu'\,\frac{b\,h}{2}.$$

Il solito calcolo colla regola del trapezio fornisce gli sforzi normali nella sezione di base; essi variano, con legge lineare, dal valore $\mu'\,h\left[1 + \left(\frac{h}{b}\right)^2\right]$ al lembo a monte a quello $-\mu'\,\frac{h^3}{b^2}$ al lembo a valle (vedi il diagramma (2) della fig. 4).



I risultati dei due metodi di calcolo sono quindi straordinariamente divergenti, sia dal lato qualitativo, sia da quello quantitativo. Anzitutto, contrariamente a quanto si intuisce col buon senso, dal calcolo del *Fillunger* risultano anche degli sforzi di *compressione* notevoli; inoltre, lo sforzo massimo di trazione al lembo a monte risulta, a parità di coefficente μ' un multiplo di quello del calcolo corretto.

L'errore del procedimento *Fillunger* (nel presente caso particolare in cui gli sforzi secondari sono nulli) consiste nell'omissione degli sforzi dovuti alle forze superficiali $\mu' p$ da applicarsi ai contorni del muro. Esse hanno per risultante una forza orizzontale, diretta a monte e passante per il baricentro del profilo, della grandezza $\mu'\,\frac{h^2}{2}$, e dànno luogo a sforzi normali che variano con legge lineare da $-\mu'\left(\frac{h}{b}\right)^2$ a monte a $\mu'\left(\frac{h}{b}\right)^2$ a valle (1).

Lo sforzo massimo di trazione richiede quindi una correzione che sta nel rapporto $\left(\frac{h}{b}\right)^2 = \frac{1}{\operatorname{tg}^2\alpha}$ al valore corretto; dato che nei profili pratici tg α varia da 0.66 a 0.88 l'errore percentuale varia dal 130 al 230 %. Si comprende che tale aggravamento delle condizioni statiche del muro ha potuto impedire, malgrado i suoi vantaggi concettuali fondamentali, qualunque applicazione pratica del metodo *Fillunger* (2).

linee di flusso e delle ortopiezometriche) perchè le condizioni ai contorni dati nei casi concreti riguardano sempre queste due famiglie di linee. Così, nel presente caso, è prescritto, che le linee di flusso devono essere ortogonali al paramento a monte, la cui traccia sul piano di disegno è una ortopiezometrica, che la traccia del piano di fondazione deve contenere una linea di flusso ecc. Non si possono prescrivere analoghe semplici condizioni ai contorni per le linee di eguale pressione interstiziale, cosicchè sarebbe facilissimo commettere gravi errori nel tracciare direttamente queste. Uno degli errori che spesso si riscontra nelle pubblicazioni tecniche è quello di ammettere che tali linee nell'interno del muro si raccordino tangenzialmente con quelle del liquido nel serbatoio, le quali, notoriamente sono rette orizzontali (vedi: K. Kammüller: *Die Theorie der Gewichtsstaumauern* Berlin 1929, fig. 5, pag. 10. — P. Fillünger: *Auftrieb und Unterdruck in Talsperren*. « Die Wasserwirtschaft ». Wien, 1929, figg. 7 e 8), mentre, in realtà, qualora vi è un moto di permeazione, esse presentano uno spezzamento lungo il paramento bagnato.

(1) Infatti, aggiungendo tale diagramma di sforzi al diagramma (2) della fig. 4, si ritrovano gli sforzi primarii. Volendo tener conto della correzione nella determinazione delle forze agenti sul muro, si compone la forza μ' grad p V con la risultante $\frac{\mu'\,h^2}{2}$; col parallelogramma delle forze riprodotto nella fig. 4 si trova una forza verticale $\frac{\mu'\,b\,h}{2}$ passante per il baricentro del profilo e la quale dà luogo evidentemente agli sforzi primari.

(2) Non si può considerare come tale il calcolo istituito per la Diga di Schwarzenbach dall'Ing. Dott. K. Kammüller e pubblicato nel suo libro sopracitato, inquantochè l'Autore considera *la sola componente verticale* della forza di massa del *Fillunger* e quindi considera l'effetto delle pressioni interstiziali come una riduzione virtuale del peso proprio della muratura; ciò che non è esatto ma ammissibile come artificio di calcolo qualora si considerino i soli sforzi in una sezione orizzontale.

VI.

Un secondo problema che per la sua semplicità si presta ad illustrare il problema generico è quello degli sforzi anulari, dovuti alle pressioni interstiziali, in un tubo cilindrico sottile,

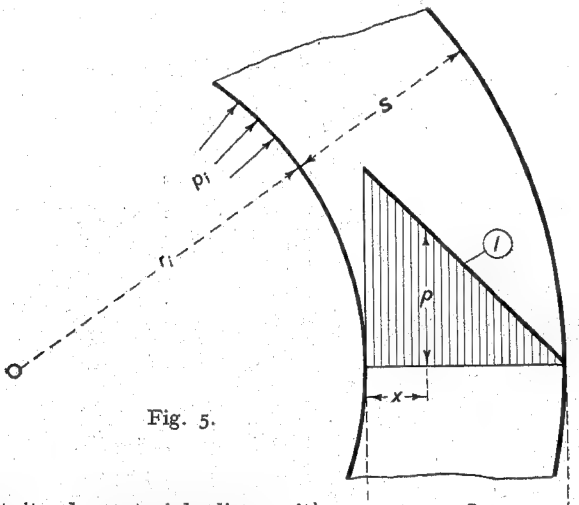
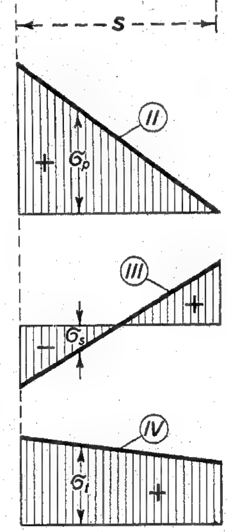


Fig. 5.



costituito da materiale di porosità uniforme e di cui si consideri un tronco di lunghezza unitaria sufficentemente distante dalle estremità, supposte libere, del tubo. Ammettiamo che il tubo sia riempito di un liquido di pressione p_i costante, mentre il suo esterno è a contatto coll'atmosfera; allora, per l'evidente simmetria assiale del fenomeno di permeazione, le superfici di uguale pressione interstiziale sono cilindri coassiali col tubo, ed inoltre, ammesso che lo spessore s del tubo sia molto piccolo rispetto al suo raggio, r_i, la pressione idrostatica può considerarsi come variabile secondo la legge lineare (vedi il diagr. I della fig. 5):

$$p_i\left(1-\frac{x}{s}\right)$$

Gli sforzi principali sono allora (vedi il diagr. II)

$$\sigma_p = \mu' p = \mu' p_i\left(1-\frac{x}{s}\right)$$

ed a questi si aggiungono gli sforzi secondarii, ossia quelli dovuti ad un riscaldamento virtuale

$$t = \frac{\mu'_m p}{3\,C\,\alpha} = \frac{m-2}{m\,E\,\alpha}\,\mu'_m p_i\left(1-\frac{x}{s}\right)$$

il quale dà luogo notoriamente agli sforzi (vedi il diagr. III)

$$\sigma_s = -\frac{\alpha E}{2}\,\frac{m}{m-1}\,t\,\frac{1-\frac{2x}{s}}{1-\frac{x}{s}} = -\frac{\mu'_m p_i}{2}\,\frac{m-2}{m-1}\left(1-\frac{2x}{s}\right)$$

Sommando si ottengono gli sforzi totali (diagr. IV).

$$\sigma_t = \sigma_p + \sigma_s = p_i\left[\mu'\left(1-\frac{x}{s}\right) - \frac{\mu'_m}{2}\,\frac{m-2}{m-1}\left(1-\frac{2x}{s}\right)\right]$$

Volendo invece seguire il metodo *Fillunger* si devono calcolare anzitutto le forze

$$-\mu'\,\mathrm{grad}\,p\ \ V$$

Quali elementi di volume si scelgono settori di lunghezza periferica unitaria, del volume s; il vettore grad p è diretto, in ogni elemento verso l'asse del tubo ed ha la grandezza assoluta costante $\frac{p_i}{s}$, cosicchè le forze — μ' grad p V sono forze centrifughe uniformemente distribuite, dell'intensità $\mu'\ p_i$ e dànno luogo ad uno sforzo anulare di trazione uniforme

$$\mu'\ p_i\,\frac{r_i+\frac{s}{2}}{s}.$$

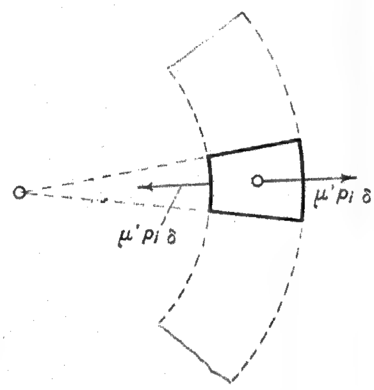


Fig. 6.

Sarebbe inammissibile, anche nel presente caso, omettere le forze superficiali $\mu'\ p$, che stavolta sono costituite da forze centripete uniformemente distribuite, del valore $\mu'\ p_i$ per unità di perimetro, ed alle quali corrisponde uno sforzo di compressione uniforme

$$-\mu'\ p_i\,\frac{r_i}{s}.$$

Col metodo *Fillunger* debitamente corretto si giunge quindi ad uno sforzo di trazione uniforme

$$\mu'\ p_i\,\frac{r_i+\frac{s}{2}}{s} - \mu'\ p_i\,\frac{r_i}{s} = \frac{\mu'\ p_i}{2}$$

il quale è sempre una piccola frazione degli sforzi dovuti alle sole forze — μ' grad p V. Ciò dimostra, che, in definitiva, seguendo tale metodo il risultato finale appare come la piccola differenza di due effetti grandi, chè anzi i due sistemi di forze che ne formano il perno, si tengono in equilibrio su ogni elemento di volume e quindi su ogni tronco di tubo (vedi fig. 6) il che vale, in generale, come conseguenza del già menzionato teorema di *Green*, per qualunque solido libero da vincoli esterni.

Si osserva infine che l'implicita posizione di

$$\mu'_m = \mu' \quad \text{ed} \quad m = \infty$$

ha per conseguenza che si ottiene il valore *medio* degli sforzi ricercati, il che, prevedibilmente, non avrà gravi conseguenze quantitative nelle applicazioni concrete.

ING. OSCAR HOFFMAN.

ING. ANTONIO MOTTA e ING. MARIO CALCIATI

DELL'UFFICIO COSTRUZIONI IDR. DELLA SOCIETÀ GENERALE ITALIANA EDISON DI ELETTRICITÀ

Misura diretta della perdita di carico in una tubazione forzata e delle oscillazioni in un pozzo piezometrico

Nella presente nota si riportano i risultati di alcune misure eseguite, rispettivamente, sulla condotta di derivazione e nel pozzo piezometrico dell'impianto dell'Alpe Campliccioli (centrale di Rovesca). Pur essendo in numero limitato, tali misure aggiunte a quelle sinora eseguite in altri impianti ed insieme con altre che non mancheranno di seguire, potranno dare un contributo, sia pure modesto, allo studio sperimentale dei problemi idraulici attinenti alle opere in oggetto.

A) PERDITE DI CARICO NELLA TUBAZIONE FORZATA.

La tubazione in pressione sulla quale sono stati eseguiti gli esperimenti di misura diretta della perdita di carico è il canale che deriva l'acqua dal serbatoio dell'Alpe Campliccioli (Ossola).

Le caratteristiche del tronco di tubazione preso in esame sono le seguenti:

Sezione circolare. I primi sei metri a monte del diametro interno di mm 1100 sono seguiti da un cono di raccordo di diametro variabile da 1100 mm a 1650 mm e della lunghezza di m 7.

Diametro interno della parte rimanente mm 1650.

Lunghezza del tronco considerato, compresi i 6 metri del diametro di 1100 mm ed i 7 metri del cono di raccordo, m 2.329.

Pendenza: 0,00228 circa.

Tubazione in lamiera di ferro dello spessore di mm 4 rivestita esternamente da calcestruzzo e muratura che intasano l'intercapedine tra la tubazione e le pareti della galleria che ne costituisce la sede. (Vedi fig. 1).

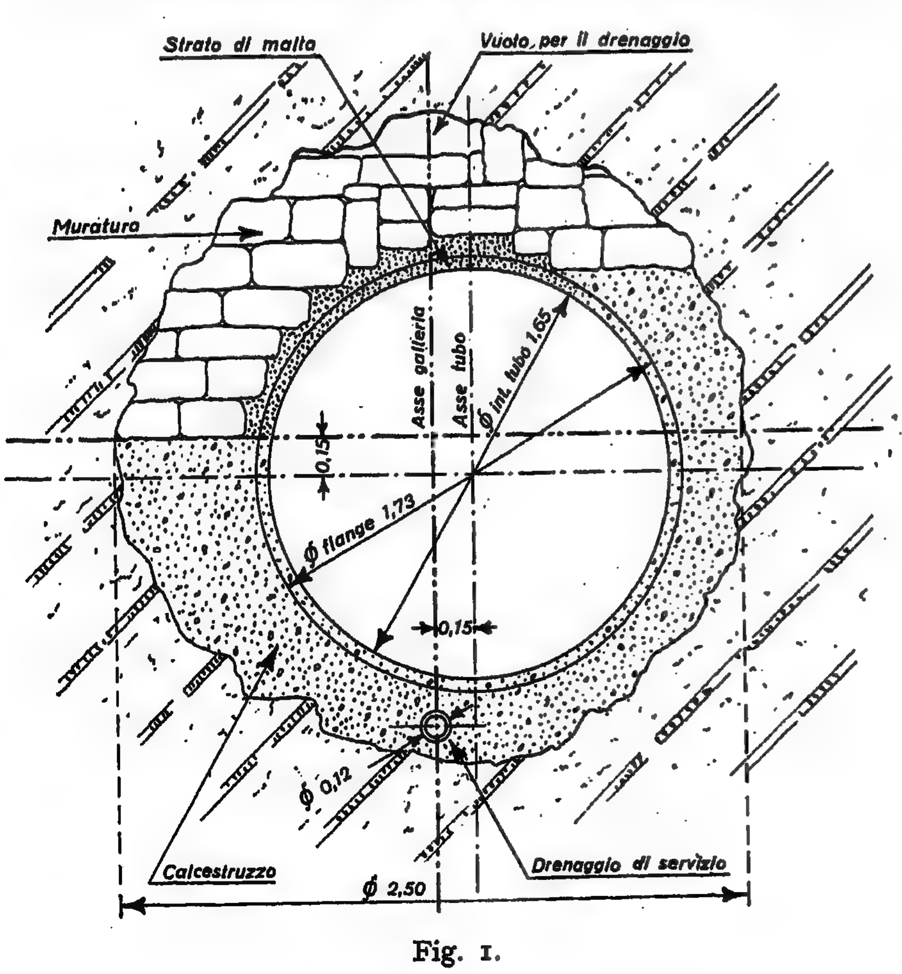


Fig. 1.

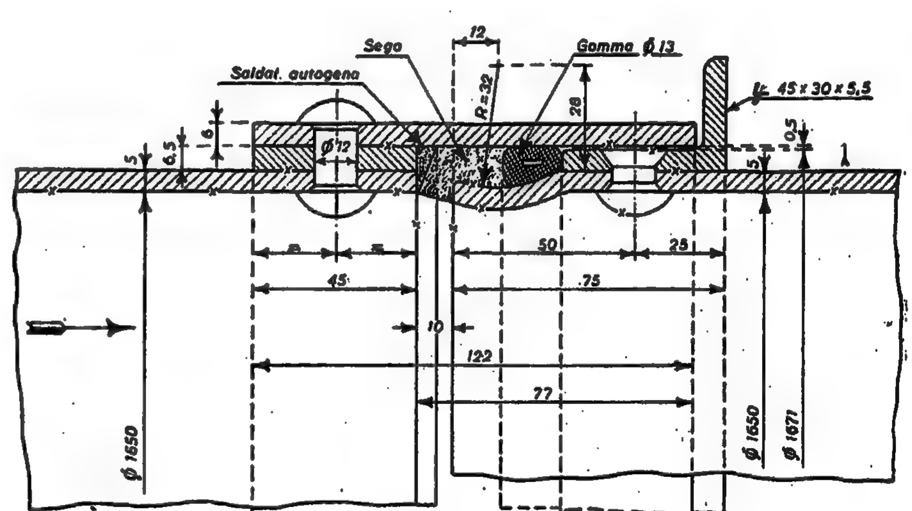


Fig. 2.

La giunzione tra i diversi elementi della tubazione è stata realizzata nel modo indicato dalla fig. 2.

La tenuta è assicurata mediante un anello di gomma che sposa la forma della sede la quale è ottenuta per mezzo di una speciale sagomatura dell'estremità maschio dell'elemento. Il vano non riempito della guarnizione di gomma è colmato con sego che raccorda gli elementi contigui, rendendo minima l'asperità dovuta alle giunzioni stesse.

La tubazione non presenta praticamente variazioni di direzione in pianta poichè le tre curve che essa incontra hanno gli angoli delle tangenti vicinissime a 180° ed oltre ad essere dolcemente raccordate si trovano a grande distanza l'una dall'altra.

Per misurare le altezze piezometriche nella condotta, corrispondenti alle diverse chiamate, si applicò a ciascuna estremità

a monte e a valle del tronco di tubazione considerato, un manometro a mercurio (fig. 3) che permetteva di leggere le escursioni con una approssimazione maggiore del millimetro; le diverse portate per le quali furono eseguite le osservazioni vennero misurate mediante uno stramazzo in parete verticale tipo Bazin senza contrazione laterale e con la vena ventilata di sotto.

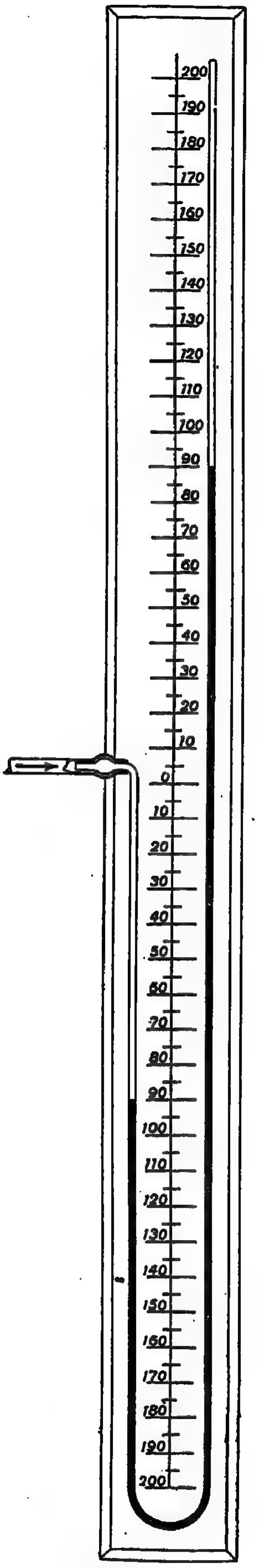


Fig. 3.

Le misure vennero eseguite per tre portate differenti e per la durata di circa quindici minuti primi ciascuna; ciò permise di eseguire una serie di osservazioni sia delle oscillazioni dei manometri, come dell'altezza della lama d'acqua sullo stramazzo.

Le altezze piezometriche indicate dai manometri al carico statico e sulle diverse condizioni di regime sono riunite nello specchio seguente:

	Manometro a monte (mm di Hg)	Manometro a valle (mm di Hg)
Carico statico	2329	2735
Portata Q = m³/sec 2,06 ..	2272	2621
» Q = m³/sec 3,748 .	2187	2371
» Q = m³/sec 5,04 ..	2091	2090

Per il calcolo delle perdite di carico bisogna tener conto del ricupero dell'energia cinetica dovuta al passaggio dalla velocità V dell'acqua nel tubo del diametro di 1100 mm alla velocità $v < V$ nel tubo del diametro di 1650 mm, ricupero che deve essere ridotto, secondo la formola di Fliegner (1) della quantità $\frac{(V-v)^2}{2\,g}$ sen δ, dove δ è l'angolo di apertura del cono; bisogna poi introdurre il termine di correzione dovuto allo spostamento di quota del punto di contatto tra l'acqua ed il mercurio nelle diverse indicazioni.

Le perdite di carico in metri d'acqua per il tratto considerato risultano quindi date dalle espressioni:

Per Q = m³/sec 2,06

$$y_1 = \{ 2,735 - 2,621 - (2,329 - 2,272) \} \times 13,6 + \frac{\overline{2,17}^2 - \overline{0,963}^2}{19,62} - \frac{(2,17 - 0,963)^2}{19,62} \times 0,078 - \left(\frac{2,735 - 2,621}{2} - \frac{2,329 - 2,272}{2} \right) =$$

$$= \text{m } 0,9336.$$

Per Q = m³/sec 3,748

$$y_2 = \{ 2,735 - 2,371 - (2,329 - 2,187) \} \times 13,6 + \frac{\overline{3,945}^2 - \overline{1,751}^2}{19,62} - \frac{(3,945 - 1,751)^2}{19,62} \times 0,078 - \left(\frac{2,735 - 2,371}{2} - \frac{2,329 - 2,187}{2} \right) = \text{m. } 3,532.$$

Per Q = m³/sec 5.04

$$y_3 = \{ 2,735 - 2,090 - (2,329 - 2,091) \} \times 13,6 + \frac{\overline{5,35}^2 - \overline{2,375}^2}{19,62} - \frac{(5,35 - 2,375)^2}{19,62} \times 0,078 - \left(\frac{2,375 - 2,090}{2} - \frac{2,329 - 2,091}{2} \right) = \text{m } 6,468.$$

Con la formola generale che dà la perdita di carico in un condotto forzato a sezione circolare

$$\gamma = \beta\, L\, \frac{Q^2}{D^5}$$

si può ora calcolare il coefficiente di scabrezza β relativo alla tubazione in questione quando si ponga per L la lunghezza virtuale del tronco di canale considerato come se fosse tutto del diametro di 1650 mm; detta lunghezza è data dall'espressione:

$$\text{m } 2329 + \left(\text{m } 6,00 \times \frac{\overline{1,65}^5}{\overline{1,10}^5} - \text{m } 6,00\right) + \left\{ \text{(m } 7,00\ \frac{\overline{1,65}^5}{4\,(1,65 - 1,10)} - \left(\frac{1}{\overline{1,10}^4} - \frac{1}{\overline{1,65}^4} \right) - \text{m } 7,00 \right\} =$$

= m 2.382,88 quando si esprima, secondo Fliegner, la perdita di carico per attriti in un cono divergente mediante l'uguaglianza

$$y = \beta\, 1\, \frac{Q^2}{4\,(D_1 - D_2)} \left(\frac{1}{D_2^{\,4}} - \frac{1}{D_1^{\,4}} \right)$$

Per le tre portate Q = mc/sec 2,06; Q_1 = mc/sec 3,748 e Q_2 = mc/sec 5,04 si ha rispettivamente:

$$\beta = \frac{0,9336 \times \overline{1,65}^5}{\overline{2,06}^2 \times 2.382,88} = 0,00108$$

$$\beta = \frac{3,532 \times \overline{1,65}^5}{\overline{3,748}^2 \times 2.382,88} = 0,00129$$

$$\beta = \frac{6,468 \times \overline{1,65}^5}{\overline{5,04}^2 \times 2,382,88} = 0,001306.$$

Dalla nota formola del Prof. Fantoli si avrebbe per la tubazione in questione un valore di β dato da

$$0,000857 \left(1 + \frac{2,46}{\sqrt{1,65}} \right)^2 = 0,0016$$

mentre i valori di γ $\left(\text{della formola Flamant: } J = \frac{y}{L} = \gamma\, \frac{V^{7/4}}{D^{5/4}}\right)$

(1) Nel caso in esame $\delta \cong 4°30'$; stando alle esperienze del Gröner, le perdite di carico dovute all'allargamento della sezione sarebbero pressochè trascurabili (essendo $\delta < 12°$); Secondo il Gibson le perdite di carico in questione sarebbero minime per coni divergenti con $\delta \cong 5°$. La formola del Fliegner, la quale è estensibile anche al campo qui considerato, e che dà per le perdite nei coni divergenti valori minori di quelli forniti dalla formola del Gibson $\left\{ \Delta = 3,5\ (\text{tg}\ \delta)^{1,22}\ \frac{(V-v)^2}{2g} \right\}$ — valida per $7° < \delta < 35°$ — sembra pertanto la più appropriata al caso presente.

risulterebbero per le tre portate considerate rispettivamente 0,000782; 0,00104 e 0,001116, superiori cioè il primo al coefficiente dato dal Flamant per tubi lisci nuovi, e gli ultimi ai coeffcienti dati per tubi usati in servizio corrente.

B) Oscillazioni del pelo d'acqua nel pozzo piezometrico.

Sempre sulla stessa tubazione in corrispondenza del pozzo piezometrico e alla quota dell'asse del canale si applicò un manometro registratore Richard avente le seguenti caratteristiche: sviluppo del tamburo mm 294; velocità di rotazione del tamburo, 1 giro in 26 minuti primi; scala delle pressioni registrate: 1 mm = m 0,50 di acqua = 1/2 divisione.

Le condizioni del funzionamento del sistema idraulico nell'istante in cui venne bruscamente levato l'intero carico erano le seguenti:

quota dello specchio d'acqua nel serbatoio: 1.329,82 S. M.;

quota dell'asse del canale in corrispondenza al pozzo piezometrico: 1.293,56 m S. M. (che è poi la quota alla quale è stato applicato il manometro registratore);

portata: m^3/s 5,04.

Interrotto il carico, ed intervenuto il regolatore della turbina a chiudere totalmente l'ago in un tempo di $\simeq$ 40 secondi le oscillazioni del pelo d'acqua nel pozzo piezometrico avvennero secondo l'andamento indicato nel diagramma della fig. 4, dal quale si rileva che l'escursione massima sopra il pelo statico fu di m 23,90.

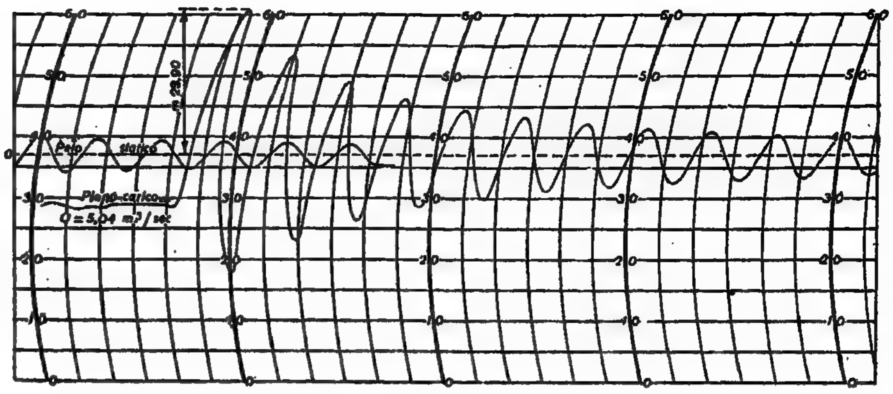


Fig. 4.

La massima sopraelevazione sul pelo statico, calcolata con le formule in uso, risulterebbe di circa m. 30: dette formule, come è noto, contemplano però il caso della totale chiusura istantanea.

Ing. Antonio Motta

Ing. Mario Calciati.

Necrologio

DOTT. ING. RENATO CAPRARO

Il giorno 4 dicembre 1930, vittima di un crudele, inesorabile morbo che da tempo lo travagliava, si è spento il Dott. Ing. Renato Capraro, Direttore Generale della Società Industriale Trentina.

Nato a Borgo Valsugana il 13 aprile 1880, dopo assolta la Scuola Reale (Istituto Tecnico) di Rovereto, ottenne nell'agosto 1904 il diploma di ingegnere elettrotecnico al Politecnico di Monaco di Baviera, dove fu uno dei discepoli prediletti e più apprezzati del Prof. Ossanna.

Nel 1914 conseguì nello stesso Politecnico il titolo di dottore in ingegneria, svolgendo con concetti profondi e originali una tesi sul tema « Sul controllo dell'isolamento delle reti ad alta tensione in esercizio ».

Di questa tesi Egli pubblicò poi un riassunto nel N. 16 della « Elettrotecnica » dell'anno 1919 col titolo « Sulle perdite di terra degli impianti elettrici », e lo espose all'occasione del Congresso dell'A.E.I. a Trento tenutosi in quell'anno.

Il Dott. Capraro iniziò la Sua carriera presso alcune case costruttrici (Oerlikon e AEG-Union) e nel novembre 1907 fu nominato Direttore Tecnico-Amministrativo dell'impianto elettrico del Ponale della città di Rovereto. Ne curò i primi sviluppi e lo organizzò su salde basi, fissando le direttive per lo svolgimento del programma futuro e portandolo ad un alto grado di perfezione sia dal lato tecnico che da quello amministrativo.

Nel marzo 1910 venne chiamato alla Direzione dell'Azienda Elettrica del Comune di Trento, trasformata poi in Azienda Municipalizzata e infine costituitasi in Anonima sotto il nome di Società Industriale Trentina (S.I.T.). Della S.I.T. il Dott. Capraro venne nominato Direttore Generale e tenne questo posto fino alla morte.

I frutti della indefessa ed intelligente attività del Capraro e della Sua illuminata iniziativa non tardarono a mostrarsi.

All'opera tenace, avveduta e intelligente del Dott. Capraro, alla Sua instancabile attività la città di Trento deve il compimento dei grandiosi impianti sul Sarca in un complesso studiato ed eseguito in modo organico in mezzo a difficoltà di ogni genere, che meglio di ogni altra cosa serve a testimoniare le qualità veramente insigni dello Scomparso, che questi impianti seppe ideare, creare e fare prosperare con rara, illuminata intelligenza.

E Renato Capraro fu invero ingegnere di gran classe, tecnico d'altissimo valore, uno dei migliori elettrotecnici che potesse vantare in questi ultimi tempi il nostro Paese.

Sotto un'apparenza modesta e un'assenza di esteriorità molte volte eccessiva, Egli celava le rare doti di una grande domestichezza colle scienze esatte e di una profonda e vastissima coltura tecnica posta al servizio di una mente lucidissima e di una chiarezza di idee veramente unica, fertile di concezioni originali, di una intelligenza eccezionale e di uno spirito eminentemente pratico.

A queste qualità Egli univa le doti fattive dell'organizzatore sagace, dell'amministratore avveduto e dell'uomo d'azione che sa volere, perchè sa quello che vuole, e che questa Sua volontà sa mettere in opera coordinando gli sforzi suoi e quelli dei suoi collaboratori, sfruttando nel modo migliore e più conveniente i mezzi a Sua disposizione per raggiungere la meta che Egli si era prefissa col Suo intuito sicuro.

Lavoratore assiduo e instancabile, il primo ad essere sulla breccia e l'ultimo ad abbandonarla, seppe inculcare nei Suoi dipendenti col Suo solo esempio la disciplina e l'amore al lavoro.

Di grande affabilità con tutti, anche coi più umili, seppe attorniarsi dell'affetto dei Suoi collaboratori e dipendenti e cattivarsi la simpatia di tutti quanti Lo avvicinavano.

Uomo onesto e disinteressato fino allo scrupolo, attaccato al Suo Trentino e agli impianti che con sì grande competenza aveva fatto sorgere, rifiutò a più riprese offerte vantaggiosissime che Gli avrebbero permesso di migliorare notevolmente la Sua posizione economica e Gli avrebbero dato campo di mettere maggiormente in valore le Sue qualità eccezionali.

Con la morte prematura del Dott. Capraro è scomparsa una personalità tecnica di primo ordine e il nostro Paese perde uno di quei figli che per ingegno, attività e rettitudine di vita lo hanno sempre onorato.

Alla Famiglia dell'Estinto esprimiamo le nostre condoglianze più sincere e sentite.

Prof. Enrico Fermi
Accademico d'Italia

Atomi e stelle (1)

In questa conferenza cercherò di passare in rassegna rapidamente le vedute attuali sopra la struttura dei corpi; sia di quelli che si nascondono alla osservazione diretta per la loro estrema piccolezza, e cioè gli atomi, le molecole e i loro elementi costitutivi, elettroni e nuclei, sia di quelli la cui osservazione è resa incerta dalla enorme grandezza e lontananza.

Naturalmente, data la grande vastità di questo programma, la mia esposizione dovrà per necessità limitarsi a pochi fatti essenziali; ed è questo che mi dà l'ardire di dir qualche parola anche sulla struttura delle stelle, per quanto questo argomento esca dal campo usuale dei miei studi. La nostra esposizione riuscirà più chiara incominciando dal parlare dei corpi piccoli per passare poco alla volta alla considerazione di quelli più grandi. Verremo così però ad allontanarci dall'ordine storico; poichè, date le nostre possibilità di osservazione, vennero per prime comprese le proprietà dei corpi aventi dimensioni usuali e da queste si potè solo in seguito, per mezzo di laboriose indagini, arrivare a riconoscere prima l'esistenza e poi le proprietà di particelle costituenti assai più piccole.

Anche non volendo ricordare le speculazioni dei Greci, Democrito e i suoi seguaci, che giunsero all'ipotesi che la materia fosse costituita da atomi, e cioè da tante particelle staccate una dall'altra, poichè non arrivano a comprendere come una materia continua potesse essere compressibile, la nozione dell'esistenza degli atomi e delle molecole venne introdotta nella scienza moderna per due vie differenti. E cioè per via chimica dove l'ipotesi dell'esistenza di una particolare specie di atomo per ogni elemento chimico, e della possibilità che alcuni atomi si raggruppino a formare le molecole delle diverse sostanze spiega in modo immediato le leggi delle proporzioni definite e multiple; se poi l'ipotesi dell'esistenza degli atomi si completa con l'ipotesi di Avogadro, essa spiega anche la legge che i rapporti dei volumi di due o più gas che entrano in combinazione tra di loro sono sempre dei numeri semplici. D'altra parte anche i fisici arrivavano ad ammettere l'esistenza degli atomi e delle molecole per via totalmente diversa e cioè principalmente per spiegare le proprietà dei gas. La teoria cinetica ammette infatti che un gas sia costituito da un numero enorme di molecole, in moto disordinato in tutte le direzioni, che si urtano continuamente e rimbalzano elasticamente le une sulle altre. La proprietà dei gas di esercitare una pressione sopra le pareti del recipiente che li contiene si spiega come risultato dei numerosissimi urti delle molecole del gas contro le pareti del recipiente. Questo bombardamento delle molecole contro le pareti è tanto fitto che è impossibile distinguere uno dall'altro i singoli urti e si ha l'effetto come di una pressione continua. I moti delle molecole sono intimamente legati alla temperatura del corpo; si trovò infatti che la temperatura assoluta è proporzionale all'energia cinetica media dei movimenti delle molecole.

Ma lo spirito dello scienziato moderno è essenzialmente quantitativo; e così i fisici non si accontentarono di convincersi che l'ipotesi molecolare permette di spiegare questa e quella legge, ma si posero immediatamente le seguenti domande: Quante sono le molecole contenute in una data quantità di materia? Quale è la massa di una singola molecola e quali le sue dimensioni? Il trovare la risposta a queste domande non era facile. Ciò dipende dal fatto che per spiegare la maggior parte dei fenomeni, e certamente i più appariscenti, basta ammettere che le molecole esistano e siano in numero tanto grande da sfuggire individualmente all'osservazione e da obbedire a leggi statistiche. Il risultato allora, nella maggior parte dei casi, è indipendente dal numero delle molecole e quindi non ci può fornire un mezzo per determinare questo numero. Vi sono però alcuni casi in cui il numero delle molecole ha una effettiva influenza sopra i fenomeni; e si può arrivare anche, in particolari circostanze, a rilevare l'azione esercitata da una singola molecola o da un gruppo di poche molecole. Lo studio di questi fenomeni permette di arrivare alla determinazione del numero di molecole contenute in una data quantità di gas. Si chiama numero di Avogadro il numero di molecole contenuto in un grammo molecola di qualsiasi sostanza. Secondo le misure più attendibili esso è $N=6{,}06 \cdot 10^{23}$; e la più bella conferma della teoria molecolare è che il valore di questo numero misurato con sette o otto metodi completamente indipendenti, risulta sempre lo stesso, entro i limiti dell'errore sperimentale. Le dimensioni delle molecole sono naturalmente diverse da caso a caso; esse hanno però sempre l'ordine di grandezza di 10^{-8} cm.

Riconosciuta così in modo definitivo l'esistenza delle molecole, venne il problema della loro struttura. Si sa dalla chimica che le molecole sono in genere costituite da alcuni atomi; ma quale è la struttura di questi? Sarebbe interessante analizzare attraverso a quali esperienze e considerazioni si arrivò dapprima a sospettare che gli atomi non fossero gli «indivisibili» degli antichi ma contenessero delle particelle più piccole e infine a determinare il numero, la disposizione e le proprietà di queste. Ma ragioni di tempo mi consentono soltanto una esposizione di fatti che oggi si ritengono accertati o almeno molto probabili.

Le particelle costitutive della materia sono di due tipi: particelle cariche di elettricità negativa, o elettroni; particelle cariche positivamente, o nuclei.

Gli elettroni sono corpuscoli tutti eguali tra di loro; leggerissimi, avendo massa 1800 volte più piccola di quella dell'atomo più leggero, l'idrogeno. Essi hanno tutti la stessa carica negativa $-e = -4{,}77 \cdot 10^{-10}$ u. e. s.

A differenza degli elettroni, esistono invece molte diverse specie di nuclei. Intanto per ciascuno dei 92 elementi chimici si ha almeno un particolare tipo di nucleo. E per molti elementi chimici si hanno anzi alcuni tipi diversi di nuclei, ciascuno dei quali dà in realtà origine a un diverso tipo di elemento. Solo che gli elementi che ne risultano hanno proprietà così enormemente simili tra di loro che è praticamente impossibile separarli uno dall'altro. Per caratterizzare un nucleo occorre darne la carica elettrica e la massa. La carica elettrica, sempre positiva, è un multiplo intero di quella carica $e = 4{,}77 \cdot 10^{-10}$ u. e. s.

(1) Rapporto presentato nella XIX Riunione della Società Italiana per il progresso delle Scienze, Bolzano-Trento 7-15 Settembre 1930.

che abbiamo già incontrato nell'elettrone. Essa sarà dunque Ze dove Z è un numero intero che prende il nome di numero atomico del nucleo. I numeri atomici variano da 1 a 92.

Passiamo ora a descrivere la struttura di un atomo e incominciamo dall'atomo più semplice, l'idrogeno. Esso è costituito da un nucleo di numero atomico $Z = 1$ e da un elettrone che è costretto a restare nelle vicinanze del nucleo dalla attrazione elettrostatica dovuta al fatto che nucleo ed elettrone hanno cariche elettriche di segno opposto. Invece un atomo qualunque contiene in generale un nucleo solo ed un numero di elettroni tale da neutralizzarne la carica positiva. Per es. l'atomo di ferro è costituito da un nucleo di numero atomico 26 circondato da 26 elettroni. Questo modello atomico, proposto da RUTHERFORD ricorda molto nella sua struttura il sistema solare. Il nucleo positivo al centro dell'atomo corrisponde al sole e gli elettroni che lo circondano corrispondono ai pianeti.

Ora, se si calcola questo minuscolo sistema planetario atomico, con i procedimenti della ordinaria meccanica, di quella stessa meccanica che, applicata al vero sistema planetario, dà risultati di così mirabile precisione, si trovano invece risultati in completo disaccordo, qualitativo e quantitativo, con l'esperienza. Questo fatto non può meravigliarci. Basta riflettere che le leggi della meccanica e dell'elettrodinamica sono state dedotte e controllate in base ad esperienze fatte sempre sopra corpi di dimensioni usuali o grandi; l'applicare queste leggi ad un sistema atomico di dimensioni cento milioni di volte più piccole di un centimetro costituisce quindi una estrapolazione arditissima e a priori assai incerta.

Riconosciuta l'inapplicabilità delle leggi ordinarie ai sistemi atomici, sorse il problema di trovare quali fossero le leggi a cui questi sistemi obbediscono. La ricerca di queste leggi incominciò circa 20 anni fa e forse soltanto oggi si avvicina alla sua conclusione. Nei primi tempi si cercò di arrivare alle nuove leggi partendo dalle antiche, valide per i sistemi ordinarii modificandole qua e là in modo da adattarle ai sistemi atomici (Teoria di BOHR). Poi poco alla volta si riconobbe la necessità di un mutamento più essenziale nelle stesse premesse della meccanica e si arrivò così alla costruzione della nuova meccanica quantistica, che va oggi applicandosi con successo a un numero sempre crescente di fenomeni. Mi manca qui però il tempo per accennare ad essa con qualche particolare.

Prima di passare a dir qualche parola alla struttura di corpi più complessi dell'atomo vogliamo ancora dire qualche cosa sopra le particelle costitutive dell'atomo: gli elettroni e i nuclei. Hanno essi stessi una struttura complessa oppure no? Per l'elettrone e per il nucleo più leggero, cioè quello di idrogeno, detto anche protone, non si hanno fino ad oggi indizi seri di una struttura complessa. Ci sono invece buone ragioni per ritenere che tutti gli altri nuclei siano costituiti da aggregati di elettroni e protoni. Sorge così per i fisici il nuovo problema della struttura del nucleo che si presenta oggi come uno dei più affascinanti campi della fisica dell'avvenire.

Ma lasciando da parte questi problemi, ancora estremamente lontani dalla loro soluzione, dobbiamo passare ad occuparci delle forze che agiscono tra gli atomi e li riuniscono insieme per formare sia aggregati di pochi atomi, quali sono le molecole, sia aggregati assai più numerosi, come i corpi solidi. Le forze che agiscono tra gli atomi si possono ridurre sostanzialmente a due tipi, tra i quali non mancano tipi di transizione. Il primo ci è dato dalle forze elettrostatiche, il secondo dalle così dette forze di risonanza o omeopolari.

Le forze elettrostatiche possono anche esercitarsi tra atomi neutri, purchè essi siano polarizzati; ma in questo caso si tratta di forze assai piccole che non sono normalmente sufficienti a tenere insieme gli atomi per formare molecole o corpi solidi. Invece le forze elettrostatiche agiscono intensamente tra gli ioni, cioè tra quegli atomi che, avendo perduto oppure acquistato uno o più elettroni, sono restati carichi positivamente oppure negativamente. Sia dall'esperienza che dalla teoria risulta che alcuni atomi (quelli dei metalli) hanno tendenza a perdere elettroni, formando ioni positivi; altri atomi invece (quelli dei metalloidi) hanno tendenza ad aggregarsi elettroni formando ioni negativi. Se allora poniamo un atomo di un metallo, Sodio p. es., in presenza di un atomo di un metalloide, p. es. Cloro, il *Cl.* avido di elettroni si approprierà uno degli elettroni del Sodio. Il Cloro diventerà così uno ione negativo e il Sodio uno ione positivo; i due ioni, avendo carica di nome opposto si attrarranno fino a venire in contatto formando la molecola $NaCl$. Questo è, in poche parole, il meccanismo delle forze polari; il meccanismo delle forze omeopolari, che sono quelle che tengono insieme molecole del tipo H_2, N_2, O_2, non formate da ioni, ma da atomi neutri è assai più recondito e non può venir spiegato senza considerazioni alquanto complicate.

Ci limiteremo pertanto a dire che le forze omeopolari sono una caratteristica conseguenza della nuova meccanica atomica e che non hanno un corrispondente nella meccanica ordinaria. Esse sono state studiate principalmente negli ultimi anni e, insieme alle forze polari permettono di interpretare la formazione dei principali tipi di composti chimici.

Sostanzialmente simili alle forze che tengono insieme gli atomi di una molecola, sono le forze che li raggruppano per formare i corpi solidi. Tra questi i più caratteristici sono i cristalli (cristalli propriamente detti e corpi a struttura microcristallina); poichè i corpi solidi amorfi non differiscono qualitativamente da liquidi estremamente viscosi. I cristalli invece sono caratterizzati dalla disposizione mirabilmente regolare delle loro molecole, in reticolati formati da serie di piani equidistanti (le loro distanze sono dell'ordine di un centomilionesimo di centimetro). Anche tra i cristalli, come abbiamo visto per le molecole, dobbiamo distinguere i cristalli polari da quelli omeopolari: i primi sono costituiti da ioni positivi e negativi, tenuti insieme dalle attrazioni elettrostatiche; i secondi sono invece tenuti insieme, almeno in parte, dalle forze di risonanza a cui abbiamo già accennato. Un cristallo polare molto tipico è il salgemma costituito da atomi, o meglio ioni di Cloro e Sodio, i primi con carica negativa e i secondi positiva, disposti alternativamente nei vertici di un reticolo cubico. In generale i sali formano cristalli polari. Cristalli non polari sono invece p. es. il diamante e molti cristalli metallici.

Ci manca qui il tempo di parlare con qualche dettaglio dei corpi liquidi e gassosi e ci limitiamo perciò ad accennare che ciò che, dal punto di vista molecolare, maggiormente li distingue dai solidi è il fatto che le loro molecole, in seguito all'agitazione termica, vagano per tutta la massa del corpo allontanandosi molto dalla posizione iniziale; mentre l'agitazione termica degli atomi in un corpo solido consiste in una vibrazione intorno ad una posizione di equilibrio. Nei liquidi le distanze tra molecola e molecola sono dello stesso ordine di grandezza delle dimensioni molecolari, così che le varie molecole sono quasi continuamente in contatto. Invece nei gas esse sono assai più distanziate tra di loro; ed in un gas sufficientemente rarefatto si può anzi considerare ciascuna molecola per conto suo, praticamente pochissimo perturbata dall'azione delle altre.

Abbiamo così passata in rapida rassegna la struttura dei corpi quali essi si presentano in condizioni ordinarie alla nostra osservazione; e per condizioni ordinarie intendo qui quelle che si possono realizzare nei nostri laboratori. Ma al di fuori dei nostri laboratori, ed in luoghi inaccessibili all'esperienza diretta dell'uomo, la materia può trovarsi in condizioni così profondamente diverse da quelle ordinarie che la sua struttura viene ad esserne assai notevolmente alterata. Condizioni di questo genere hanno luogo verosimilmente, per l'enorme temperatura e l'enorme pressione, nell'interno delle stelle. Ma prima di parlare dell'interno diciamo due parole della superficie.

Lo stato fisico della superficie delle stelle ci viene in buona parte rivelato dall'esame dello spettro della luce che esse ci

inviano. Questo spettro, opportunamente interpretato, può dirci infatti molte cose; esso ci rivela intanto quali sono gli elementi chimici presenti alla superficie della stella, poichè riconosciamo nello spettro le righe che sappiamo esserne caratteristiche. Ma lo studio dello spettro ci informa anche sopra la temperatura della stella; così p. es. si trova che la presenza con grande intensità delle righe dell'idrogeno e dell'elio, è indice di temperatura elevata; mentre la presenza delle righe emesse dai metalli neutri e ancor più dalle molecole indica invece una temperatura relativamente bassa. Un altro metodo che consente la determinazione della temperatura esterna della stella è il seguente. Se riscaldiamo un corpo fino a renderlo appena incandescente esso ci appare rosso; aumentando la temperatura la sua colorazione si sposta verso il bianco e se potessimo portarne la temperatura fino oltre una decina di migliaia di gradi la sua luce finirebbe con l'apparire bluastra. Ciò dipende dal fatto che nella luce emessa da un corpo incandescente la percentuale della luce di piccola lunghezza d'onda (violetta) va crescendo con la temperatura, in modo che la colorazione è tanto più violacea quanto più alta è la temperatura. E siccome si conosce la legge secondo cui la colorazione dipende dalla temperatura si può, inversamente dal colore dedurre la temperatura.

Da questi studi è risultato che la temperatura della superficie delle stelle può arrivare fino a venti o trentamila gradi. Sembra anzi che le stelle subiscano una specie di processo evolutivo incominciando la loro esistenza come corpi di grandi dimensioni (stelle giganti) e di temperatura relativamente bassa; le dimensioni vanno poi decrescendo mentre la temperatura cresce fino a un massimo, oltrepassato il quale la stella incomincia a raffreddarsi mentre le sue dimensioni continuano a decrescere (stelle nane).

Come si intravede anche da questi pochi cenni, lo stato fisico della superficie delle stelle, almeno di molte stelle, è relativamente ben conosciuto. Se invece vogliamo dir qualche cosa dell'interno di esse siamo necessariamente costretti a ricorrere ad ipotesi molto arrischiate. Tutte le teorie sopra l'interno delle stelle sono pertanto assai incerte; esse però concordano nel fatto che nell'interno delle stelle la temperatura deve essere elevatissima; essa è stata valutata dell'ordine di grandezza di decine di milioni di gradi.

A una temperatura così straordinariamente elevata le proprietà della materia diventano assai differenti da quelle che noi conosciamo. Basta riflettere che l'energia cinetica dei moti di agitazione termica, essendo proporzionale alla temperatura, risulta centomila volte maggiore che non lo sia a temperatura ordinaria. Si capisce allora come non possano esistere molecole; poichè, se per caso a un certo momento due atomi si riunissero per formare una molecola, essi verrebbero immediatamente strappati uno dall'altro dagli urti violentissimi contro gli altri corpuscoli. Ma nemmeno la compagine dell'atomo è abbastanza resistente da non infrangersi sotto urti così impetuosi. Consideriamo p. es. un atomo di ferro; in condizioni normali esso è costituito da un nucleo accompagnato da 26 elettroni. Ma sotto l'azione del bombardamento quasi tutti questi elettroni gli vengono strappati e verosimilmente soltanto un paio di essi restano col nucleo mentre gli altri 24 si disperdono nell'ambiente. In conclusione possiamo dunque raffigurarci la materia nell'interno di una stella costituita da una miscela disordinatissima contenente alcuni nuclei accompagnati da due o tre elettroni, e molti elettroni liberi moventisi in tutte le direzioni con velocità dell'ordine di quelle dei raggi catodici. Il tutto in un ambiente compenetrato da una radiazione di enorme frequenza e la cui intensità è tanto grande da produrre una pressione che, secondo EDDINGTON, può in alcuni casi arrivare a spezzare la compagine stessa della stella.

Ma tutto quanto ho detto è forse puro risultato di immaginazione: nessuno ne ha mai avuto e probabilmente nessuno ne potrà mai avere esperienza diretta. D'altra parte la mente umana ha bisogno di figurarsi anche le cose molto lontane e molto riposte; e forse, senza questa tendenza, quel piccolo numero di fenomeni che la scienza degli uomini è riuscita a comprendere sarebbe anche più ristretto.

PROF. ENRICO FERMI.

PROF. DR. ING. GIORGIO KEINATH

I più recenti progressi nei riduttori di corrente

I primi riduttori di corrente furono installati negli impianti ad alta tensione verso l'anno 1900. Il loro scopo più importante era allora di impedire il passaggio dell'alta tensione negli strumenti di misura accessibili al contatto; la loro precisione, in causa del basso numero di ampère-spire — da 300 a 500 — era ancora molto limitata e gli errori ammontavano al 2, 3, 5 %. Per ovviare in parte a questo inconveniente, si taravano insieme strumenti di misura e trasformatori, ciò che però dava risultati accettabili solo trattandosi di amperometri, ma non di wattmetri o di contatori.

Intorno all'anno 1907, con l'impiego di tipi di dimensioni maggiori e di un più alto numero di ampère-spire (fino a 2000) si portò la precisione fino all'1% circa e nel 1912 fino al 0,5%. Ciò parve sufficiente per un buon numero di anni ed ulteriori progressi vennero ricercati in un'altra direzione e cioè nel raggiungimento di una maggior sicurezza di esercizio. Nel 1910 comparvero i primi trasformatori di misura passanti per altissime tensioni con isolamento a secco in tubo di cartone compresso e nel 1920 i primi tipi isolati completamente in porcellana (a foro trasversale) che per tensioni fino a 30 kV riuscirono a imporsi in concorrenza coi tipi precedenti.

Nello stesso tempo, col progredire della tecnica, aumentavano notevolmente in Germania le tensioni di prova dei trasformatori di corrente, arrivandosi finalmente alla formula 2,2 U + 20 kV oggi in uso. Aumentando l'importanza degli impianti, anche le esigenze nei riguardi della sicurezza contro i corti circuiti divennero sempre maggiori, così che oggi si sottopongono i trasformatori di corrente a sovraccarichi che una volta eran considerati impossibili. È questo il caso dei trasformatori nelle derivazioni per servizi ausiliari in centrali molto grandi, dove si hanno macchine con parecchie centinaia di megawatt di potenza e cioè, per una tensione di 6000 V, correnti dell'ordine di 50 a 100.000 A che nel caso di un corto circuito possono passare in una derivazione per una pompa o simili, avente una corrente nominale di forse 10 A.

Ma non basta, perchè nella tecnica delle protezioni selettive si richiedono trasformatori di corrente che non solo con la corrente nominale, ma anche con sovraccarichi sino a 10÷20 volte la corrente nominale abbiano un comportamento perfettamente sicuro e regolare: si svilupparono così i «trasformatori di sovracorrente». L'aumentare delle tensioni per il trasporto dell'energia fino a 220 kV non portò nessuna difficoltà speciale nella tecnica dei riduttori di corrente; già oggi si hanno tipi per tensioni di prova di 700 kV, e anche il milione di Volt potrebbe esser raggiunto con sicurezza e ciò con una precisione del 0.5%. Oggi però si battono nuove vie, allo scopo di ottenere trasformatori estremamente precisi, con errori di rapporto dell'ordine di qualche decimo per cento e sopratutto con un errore di fase di pochi primi per misure di potenza con spostamenti di fase molto grandi.

Lo scopo che ci proponiamo è di riassumere gli sviluppi che il trasformatore di corrente è andato assumendo nelle direzioni più diverse. Un segno visibile dei progressi nella tecnica di tale trasformatore si ha nell'edizione profondamente modificata che il V.D.E. ha ora fatto delle « Norme per i trasformatori di misura », la cui prima edizione data dal 1921. Inoltre la Commissione Elettrotecnica Internazionale, in una riunione parziale tenutasi a Berlino nel novembre 1929 e poi a Stoccolma nel luglio 1930, ha cercato di stabilire su basi internazionali le proprietà principali del trasformatore di corrente.

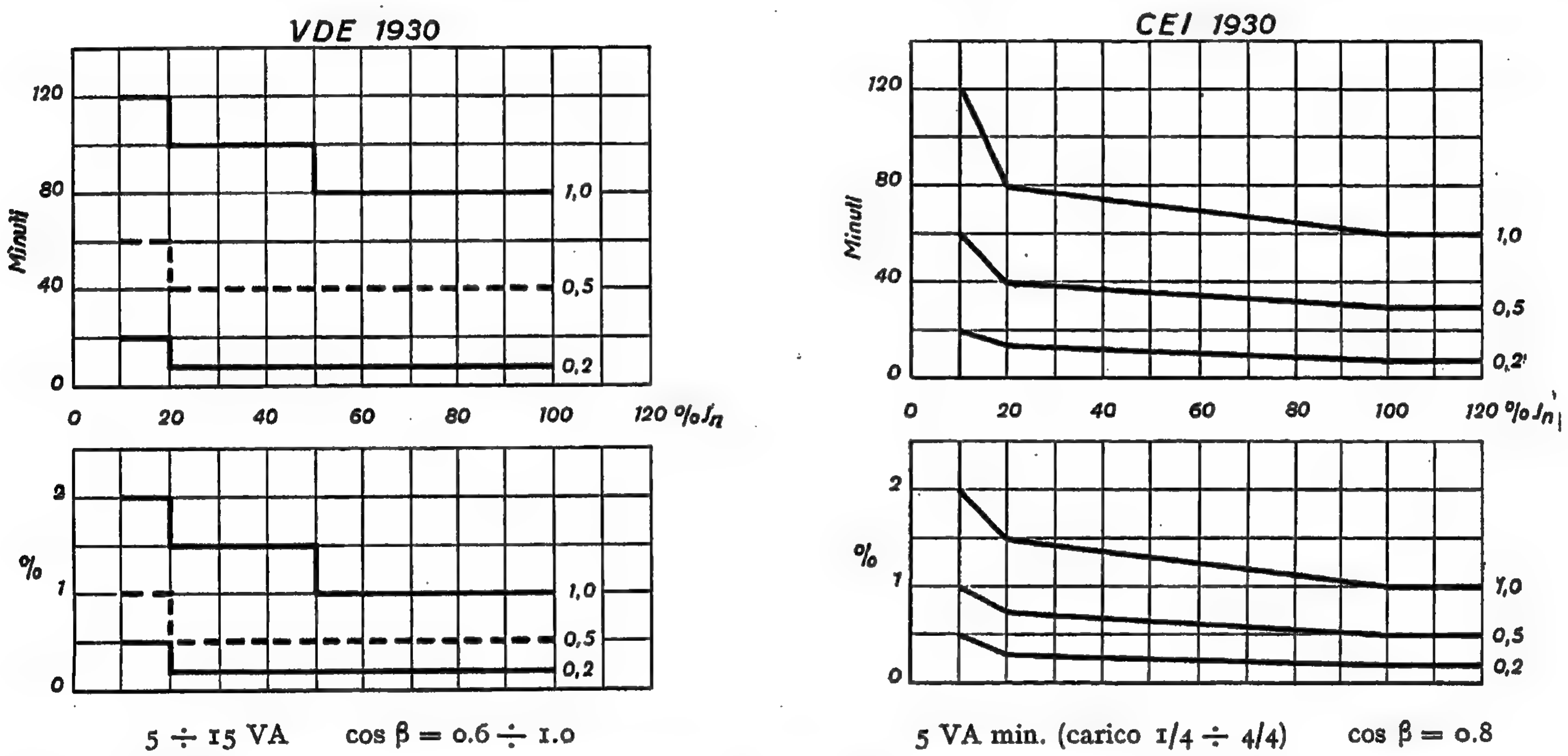


Fig. 1. - Limiti d'errore ammissibili nei trasformatori di misura secondo le Norme del V.D.E. e secondo le proposte del Comitato per i trasformatori di misura della Commissione Elettrotecnica Internazionale.

PROPRIETÀ DEL RIDUTTORE DI CORRENTE.

Prima di occuparci delle innovazioni costruttive è necessario riassumere e discutere le varie qualità in gioco per il trasformatore di intensità, avvertendo che solo in casi estremamente rari, o per meglio dire mai, si verifica la necessità che tutte queste proprietà siano soddisfatte contemporaneamente.

1°) *Precisione.*

Le condizioni richieste a questo riguardo sono molto diverse, a seconda dell'uso. Le nuove Norme del V.D.E. per i trasformatori di misura stabiliscono la classificazione seguente:

Classe 10	Riduttori grossolani per relais a massima corrente
» 3	» » » » e amperometri
» 1	» per l'esercizio
» 0,5	» di precisione
» 0.2	» tipo.

I limiti di errore per le tre ultime classi sono rappresentati nella fig. 1. Gli errori percentuali ammissibili con la corrente nominale sono espressi dallo stesso numero della classe relativa.

La classe 10 comprende trasformatori preferibilmente di tipo a passante, a basse correnti nominali (100 A e anche meno), a prestazione modesta sotto corrente normale e di limitata precisione, indicati solo per il collegamento di relais di massima corrente, dove questi vengon spesso sottoposti a correnti di parecchie volte la nominale. Trasformatori di questo tipo sono da impiegare nelle derivazioni per servizi ausiliari delle grandi centrali, dove le correnti di corto circuito in caso di guasto per effetto della grande vicinanza dei generatori, raggiungono valori estremamente alti, e cioè di 100 a 200.000 A. Impiegando relais di grande sensibilità, anche una bassa precisione e una piccola prestazione sono sufficienti; per contro si richiede la massima resistenza ai corti circuiti con correnti fino a 5000 volte la nominale.

La classe 3, con un errore di rapporto del 3%, senza limitazione dell'angolo di errore, ha parimente un alto grado di sicurezza in esercizio con una precisione limitata; tuttavia, a trasformatori di questo tipo si possono già collegare amperometri e anche contatori per uso proprio (servizi ausiliari), specialmente quando gli strumenti vengano tarati insieme al riduttore di corrente. Si tratta per lo più, come per la classe 10, di trasformatori a passante; tuttavia a questa classe appartengono anche trasformatori ad avvolgimenti normali, pure costruiti per resistere a forti sovracorrenti, e cioè fino a 500 o 1000 volte il valore nominale.

La classe 1, che corrisponde alla preesistente classe *F* del V.D.E., comprende i riduttori normali per esercizio, per l'alimentazione degli strumenti dei quadri di misura e anche dei relais e dei contatori di servizio. I tipi di questa classe differiscono molto fra loro nei riguardi della sicurezza ai corti circuiti.

La classe 0.5 corrisponde, nei riguardi dell'errore ammissibile, alla precedente classe *E* del V.D.E. e anche alle prescrizioni dell'Ufficio Statale Fisico-Tecnico (*Physikalisch-Technische Reichsanstalt*) e alla categoria di precisione nella maggior parte dei Paesi dove esistono Norme per i trasformatori di corrente. Per l'alimentazione dei contatori per vendita di forza elettrica, si dovrebbero impiegare unicamente trasformatori di questo tipo, ma siccome non esistono prescrizioni legali in materia, ci si accontenta spesso di quelli della classe 1. Purtroppo non si tiene per lo più conto del fatto che con basso fattore di potenza nella rete, gli errori che si ottengono con trasformatori della classe 1, in causa dell'angolo di errore ammissibile, sono molto considerevoli. Per 80 minuti essi ammontano a:

1.7 %	con $\cos\varphi$ =	0.8
3.0 %	» »	0.6
5.2 %	» »	0.4

Con un fattore di potenza 0.2 gli errori della classe 0.5, anche con angoli di errore di 40 minuti, ammontano già al 5.5%, così che sarebbe assurdo impiegare con trasformatori di questo tipo wattmetri di precisione.

Per scopi di questo genere è stata creata la classe 0.2, primitivamente quella dei riduttori normali per il collaudo di altri tipi. Nei riguardi delle misure con basso fattore di potenza, l'errore di fase ammissibile è ridotto alla quarta parte di quello per la classe 0.5 e l'errore di corrente solo a 2.5 volte meno.

I valori della classe 0,2 non rappresentano affatto gli estremi limiti della precisione raggiungibile nei trasformatori di corrente: con un maggior numero di ampère-spire e con l'impiego di un nucleo in ferro-nickel (permalloy, hypernik, mumetallo ecc.) si raggiungono valori molto minori. Per esempio nel National Electric Laboratory inglese (1) è stato realizzato un riduttore campione da 5000/5 A, che con una prestazione al secondario da 0 a 25 VA presenta errori non oltre 0.01% nella misura della corrente e angoli d'errore non oltre 1.5 minuti, anche scendendo al 10% della corrente nominale e ciò senza speciali disposizioni costruttive. Un riduttore di questo tipo è più preciso e meno soggetto ad alterazioni per effetto di sovraccarichi, di aperture dell'avvolgimento secondario, di aumenti di temperatura e di impulsi, di quanto lo sia una resistenza campione, che è soggetta ad alterarsi per effetto di corrosioni e d'invecchiamento. La Società Siemens e Halske costruisce un trasformatore campione con circa 25 graduazioni da 5 a 2000 A, nel quale gli errori non superano rispettivamente ± 0.05% e ± 2 minuti anche quando il valore della corrente scende a 1/50 della nominale.

Nell'ultima riunione della C.E.I. a Stoccolma, fra l'altro, i rappresentanti dei seguenti paesi: Inghilterra (Presidente), Francia, Germania, Italia, Svizzera, Cecoslovacchia, Giappone, Svezia, Austria, Stati Uniti, hanno preso decisioni importantissime nei riguardi dei limiti d'errore per i trasformatori di corrente. Sono stati cioè fissati i valori numerici degli errori per il 10, 20, 100, 120 % della corrente nominale, congiungendo poi i punti limite con linee trasversali, ciò che corrisponde alle prescrizioni francesi fin qui valevoli (« Normalisation des transformateurs de mesure », Publication 92 de l'Union des Syndicats de l'Electricité, 1° febbraio 1930) sopratutto la norma che ci si deva attenere ai limiti di errore prescritti fino a valori di 1, 2 volte la corrente nominale. È nuova la regola che tali limiti devano essere osservati non per due diversi carichi al secondario con $\cos\beta = 0.5$, o rispettivamente 0.6, e 1, ma per un solo carico con $\cos\beta = 0.8$. La verifica viene così notevolmente semplificata. Inoltre la C.E.I. ha stabilito che i limiti di errore devono essere mantenuti non dalla prestazione di corto circuito a quella nominale, ma da 1/4 a 4/4 della prestazione nominale.

I limiti negli errori ammissibili stabiliti dalla C.E.I. corrispondono all'incirca a quelli delle proposte tedesche, in parte inaspriti per il fatto che si considera per il carico un solo fattore di potenza.

Nella fig. 1 sono rappresentati, a scopo di confronto, i limiti di errore della C.E.I. e quelli del V.D.E. per le classi 0,2, 0.5, 1.

2°) *Prestazione al secondario.*

La prestazione ricavabile al secondario fino al raggiungimento dei limiti d'errore è, in prima approssimazione, proporzionale al quadrato delle ampère-spire primarie e proporzionale al peso del nucleo: quest'ultima condizione però si verifica solo con riduttori geometricamente simili, Con trasformatori a passante per piccole correnti nominali, che devono cioè resistere a sovracorrenti specialmente forti, si raggiungono in alcune circostanze prestazioni assai piccole (alcuni decimi di voltampere), sufficienti appunto per l'azionamento di relais sensibili del tipo a ferro mobile o di strumenti di misura a corrente continua per impianti di raddrizzatori. Con 5 VA nella classe 1% o 0.5% si possono già inserire contatori per grandi forniture.

In via normale, con riduttori a marmitta, coi quali si può determinare il numero delle ampère-spire e che servono per l'inserzione di contatori per grandi forniture o di wattmetri, si esige una prestazione di almeno 15 VA. Se gli apparecchi inseriti sono molti, e specialmente bobine amperometriche di relais a impedenza, si arriva a 30, 60 e anche 100 VA. Con una corrente secondaria di 5 A e collegamenti molto lunghi, come è per esempio il caso negli impianti all'aperto con grande sviluppo superficiale, si devon calcolare 20,50 e anche 100 VA per i soli collegamenti, a meno che si vogliano usare sezioni molto grandi (sopra 10 mm.^{2}). A questo riguardo bisogna tener presente che aumentando la prestazione aumenta anche la quantità di rame e di ferro necessaria, e che quindi un tale riduttore è notevolmente più caro di uno con una prestazione di 15 o 30 VA. L'impiego di riduttori di notevole prestazione e di grande precisione diventa specialmente caro, quando si deva per ciò scegliere, invece di un riduttore a passante, un tipo a più passanti.

Attualmente in Germania il Physikalisch-Technische Reichsanstalt prescrive che la prestazione minima di un trasformatore di intensità per collegamento di contatori per grandi forniture sia di almeno 15 VA quando il consumo delle bobine sia di 1, o al massimo 2 VA. Si può pertanto adoperare il riduttore passante, più a buon mercato, e sopratutto molto sicuro, solo per intensità a partire da 400 a 500 A e con trasformatori a bobine non si può raggiungere la massima sicurezza termica e meccanica. Accontentandosi invece di 5 VA, si può diminuire il numero di ampère-spire fino a circa la metà, con che la sicurezza meccanica e termica anche del trasformatore a bobine aumenterebbe al doppio circa.

(1) SPILSBURY e ARNOLD, *Journal I E E*, fascicolo 68, 1930, p. 889.

In altri paesi, come p. es. in Inghilterra e negli Stati Uniti (1) sono permesse come normali per l'inserzione di contatori prestazioni di 5 VA, e negli Stati Uniti persino di 2,5 VA. Con piccole prestazioni, 5 VA o anche meno, si sceglie come corrente secondaria, invece di 5 A, quella di 1 A, affinchè la maggior parte della potenza non vada consumata nei collegamenti. Inoltre con un riduttore con la corrente secondaria di 1 A si può fare il ragguaglio degli errori di rapporto in modo ben più preciso che per riduttori con corrente secondaria di 5 A.

Si è fin qui prescritto in quasi tutti i paesi che i limiti d'errore stabiliti vengano mantenuti per qualsiasi carico al secondario fra lo zero e la prestazione nominale. Ora il Comitato per i trasformatori di misura della C.E.I., ha proposto che si deva esigere che i limiti d'errore vengano osservati solo per carichi da 1/4 a 4/4 del nominale. Vi sono due validi motivi per questa determinazione. Il primo è che non esiste nessun dispositivo di misura col quale si possa provare un riduttore di intensità in completo corto circuito; per lo più si richiedono da 2 a 5 VA; e cioè intorno a 1/4 della prestazione normale di 15 VA. Il secondo motivo è che un riduttore con maggior numero di VA, per esempio 60 VA, non viene mai sottoposto in esercizio a carichi inferiori a 1/4 della potenza nominale. È quindi economicamente poco conveniente che la precisione sia mantenuta anche in completo corto circuito.

Di regola si designa come prestazione del riduttore di intensità quella prestazione nominale con corrente nominale per la quale si sta nei limiti d'errore prescritti. Ma gli stessi riduttori vengono spesso utilizzati per alimentare normalmente, in caso di guasti, le bobine in corto circuito dei relais di sgancio, il cui consumo è molto maggiore della prestazione nominale del riduttore. Sarebbe poco conveniente scegliere a questo scopo riduttori che presentino un piccolo errore per tutta la potenza richiesta quando devano alimentare anche relais. Si collega dunque la bobina di sgancio ad un trasformatore di misura normale, badando solo che questo sia abbastanza potente perchè, anche dopo questo aumento di carico, possa funzionare con una precisione tale (10%) che il relais di sgancio abbia corrente sufficiente per funzionare.

Questi carichi induttivi, coi quali la corrente nominale del riduttore varia del 10 %, si chiamano *carichi d'apertura* e la prestazione corrispondente, *prestazione d'apertura*. È stabilito che sulla targa dei riduttori tedeschi sia indicato il carico nominale e il carico d'apertura.

3°) *Prestazione, classe e sicurezza alle sovracorrenti.*

Si è già accennato più sopra che volendo ottenere una maggior prestazione al secondario o una maggior precisione, ciò è a scapito della sicurezza alle sovracorrenti.

Quando siano dati il peso del ferro, il volume degli avvolgimenti e la corrente nominale si possono avere due sole variabili: il numero delle spire e la qualità del ferro. La fig. 2 mostra l'influenza del numero delle ampère-spire con un riduttore normale a foro trasversale con una data sezione di avvolgimenti completamente utilizzata. Il tipo normale con 1500 ampère-spire ha una prestazione di circa 30 VA nella classe 0.5 e di 120 VA circa nella classe 1; in tal caso il riduttore resiste dinamicamente a una corrente pari a 200 volte la normale e termicamente a una corrente di 85 volte la normale. Se però ci si accontenta di 30 VA nella classe 1, si può scendere a 900 ampere-spire, aumentare la sezione del rame e raggiungere così per un secondo la resistenza dinamica a 330 volte la corrente normale e la resistenza termica a 142 volte. Se poi ci si limita a 2,5 VA nella classe 1 bastano 390 ampere-spire per aumentare la resitenza meccanica e termica rispettivamente a 750 e a 330. Con un'esattezza del solo 3% si arriva a resistenze anche notevolmente superiori.

Non volendo rinunciare alla precisione della classe 0.5, si potrebbe ricorrere a un nucleo di ferro al nickel; allora per 30 VA occorrono solo 900 ampere-spire invece di 1500, per 2.5 VA solo 350 ampere-spire; nella classe 1 per 2.5 VA bastano 200 ampere-spire. Usando nuclei di ferro al nickel si aumenta dunque la sicurezza a pari precisione: però con forti sovracorrenti, in causa della rapida saturazione del materiale, che si verifica già con 5000 ÷ 7000 linee per cm², il riduttore è meno preciso.

4°) *Tensione di prova e tensione d'esercizio.*

Per molti anni si è seguita la consuetudine di provare i trasformatori di corrente con tensioni all'incirca doppie di quella d'esercizio, e cioè p. es., se questa era di 15 kV fra fase e fase,

(1) Ultime Norme della National Electric Manufacturers Association. - J. B. GIBBS, *The Electric Journal*, aprile 1930.

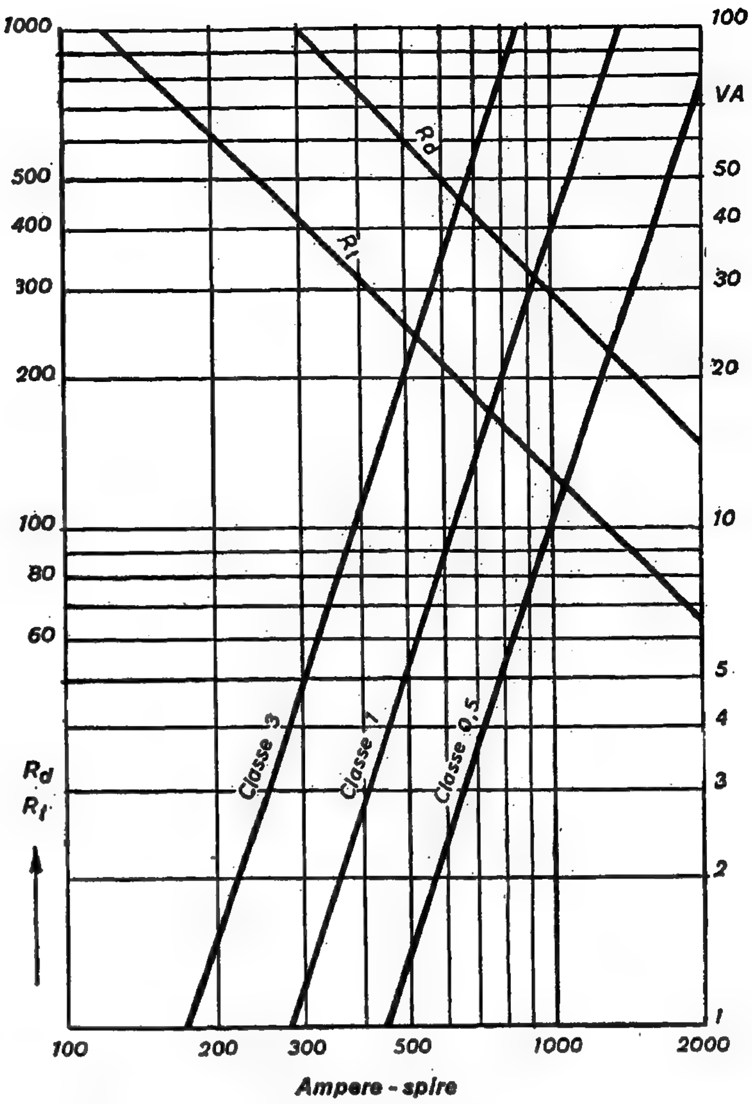


Fig. 2 - Prestazione e resistenza agli effetti dinamici e termici di un riduttore a foro trasversale con peso di rame primario costante e numero di ampère-spire variabile.

la prova era fatta a una tensione di 30 kV verso terra. Oggi in Germania, con l'adozione della formula 2,2 U + 20 kV, le tensioni di prova e sopratutto quelle per tensioni fino a 50 kV, sono notevolmente aumentate.

TABELLA I.

Tensione di esercizio			Distanza isolante esterna	Tensione di prova	Tensione minima di scarica sul passante	Tensione di formazione della scintilla
Tensione di serie kV	Tensione nominale kV	Serie	mm	kV	kV	kV
1	fino a 1,15	1	40	10	11	8
3	» 3,45	3	75	26	29	20
6	» 6,9	10	125	42	46	33
10	» 11,5	10	125	42	46	33
15	» 17,25	20	180	64	70	50
20	» 23	20	180	64	70	50
30	» 34,5	30	260	86	95	68
45	» 51,75	45	360	119	131	94
60	» 69	60	470	152	167	120
80	» 92	80	580	196	216	155
100	» 115	100	720	240	264	190
150	» 172,5	150	—	350	385	277
200	» 230	200	—	460	506	365
300	» 345	300	—	680	748	540

La tensione di scarica deve essere di almeno il 10 % maggiore della tensione di prova e quella di formazione della scintilla il 20 % minore.

Nella tabella I sono riassunte le ultime proposte della Commissione del V.D.E. per i trasformatori di misura. In concordanza con le prescrizioni per gli isolatori dei quadri, per le serie 6 e 15 non sono stabiliti tipi di riduttore speciali, con tensioni di prova di 33 e 53 kV, ma si adottano per questi casi i tipi rispettivamente delle serie 10 e 20. Ciò perchè non conviene, per tensioni di prova limitate e con così piccole differenze fra loro, costruire tipi diversi di trasformatori d'intensità. Poichè le tensioni di 6 e 15 kV sono molto usate negli impianti attuali e sono anche comprese nella nuova serie delle tensioni normali tedesche, ne segue che per queste tensioni la sicurezza viene

aumentata oltre i limiti stabiliti dalla formula 2.2 U + 20 kV, corrispondendo in realtà alla formula 2.2 U + 30 kV.

Le differenze che sono andate creandosi fra le tensioni di prova prima in uso e quelle adoperate attualmente sono molto considerevoli anche per i riduttori a tensione più alta. Così mentre prima per una tensione di 35 kV si sceglieva in tutti i paesi la vecchia serie V con una tensione di prova di 70 kV, in futuro quando si voglia seguire le Norme del V.D.E, si dovran scegliere per tale impianto riduttori di tensione e di intensità della serie 45, con una tensione di prova di 119 kV, ciò che naturalmente si risolve in un aumento sensibile del costo. In prima approssimazione, prendendo in esame i listini dei prezzi di parecchie ditte costruttrici, si può dire che il prezzo di un riduttore di corrente a marmitta per tensioni di prova da 30 a 500 kV aumenta secondo la 1.7 esima o 1.8 esima potenza. Come media grossolana per vari tipi di riduttori tedeschi si ottiene per esempio la seguente serie di prezzi:

Tensione di serie:										
6	10	15	20	30	45	60	80	100	150	200
Tensione di prova:										
(33)	42	(53)	64	86	119	192	196	240	350	460
Prezzo (Marchi):										
100	120	190	270	470	850	1350	2000	3000	6000	10000

Per i riduttori passanti e per le costruzioni speciali naturalmente i prezzi differiscono notevolmente da quelli ora indicati, ma seguono però all'incirca la stessa legge.

Un riduttore per una tensione di prova di soli 70 kV si può avere per circa 300 marchi, mentre la serie 45 con la tensione di prova di 119 kV costa intorno a 850 marchi. Malgrado ciò l'uso delle nuove tensioni di prova è andato diffondendosi con rapidità sorprendente, e le richieste e le ordinazioni sono fatte anche dagli altri Paesi quasi sempre secondo le prescrizioni del V. D. E. E' ormai palesemente riconosciuto ovunque che è assai più costoso subire guasti o disturbi nell'esercizio che non provvedere a un buon isolamento durante l'installazione dell'impianto.

Per l'installazione in centrali bisogna dire che, per lo stesso tipo di riduttore, aumentando la tensione non migliorano solo le proprietà elettriche, ma aumenta anche la resistenza agli

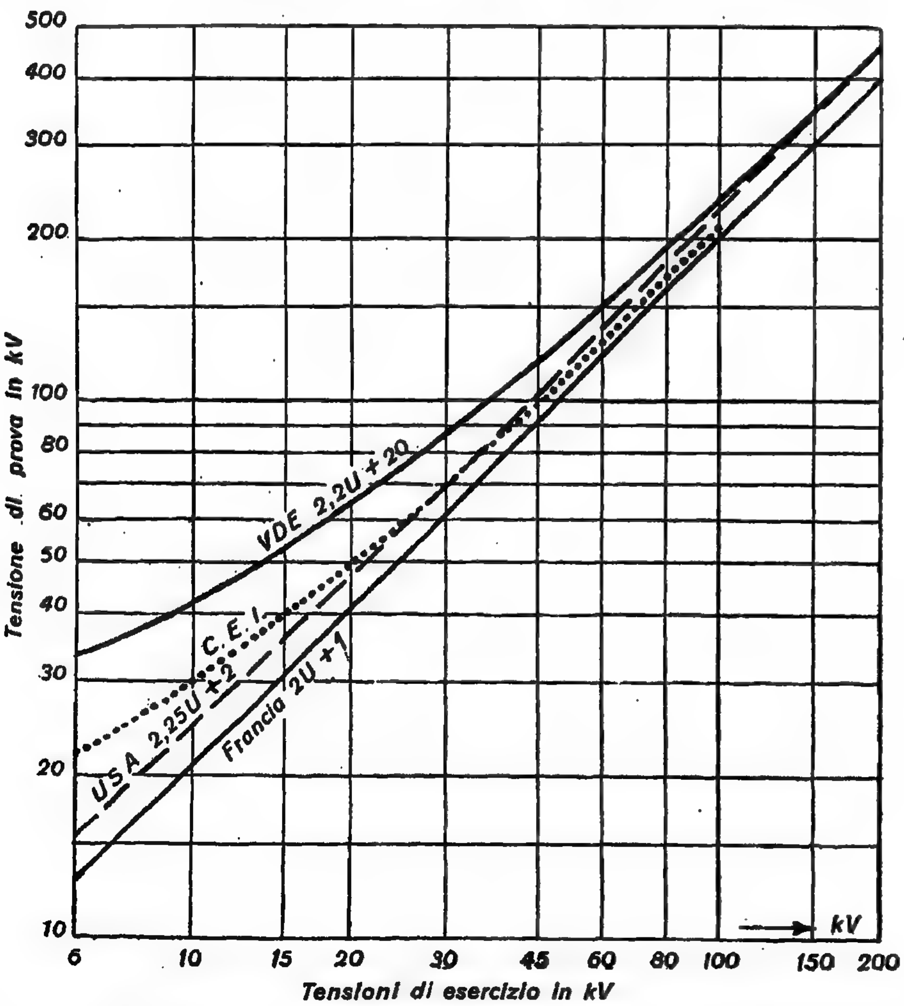


Fig. 3. - Tensioni di prova dei riduttori di corrente secondo le Norme americane, tedesche e francesi e secondo le prescrizioni della C. E. I.

effetti meccanici dei corti circuiti. Così per esempio, con riduttori a foro trasversale, lo spessore del corpo di porcellana è di 10 mm circa per le serie 10 e di circa 25 mm per la serie 30; siccome la resistenza meccanica aumenta all'incirca con la terza potenza dello spessore, così per la serie 30, malgrado le maggiori lunghezze di costruzione, si ha una resistenza alla rottura assai maggiore che per la serie 10.

Quando si tratti di impianti nei punti terminali delle linee, dove i sovraccarichi termici e dinamici sono bensì molto più modesti che in centrale, ma dove per contro per effetto della riflessione dell'onda, la tensione può raddoppiare, la vecchia tensione di prova 2 E non è in alcun modo sufficiente, così che anche qui non è il caso di fare economia.

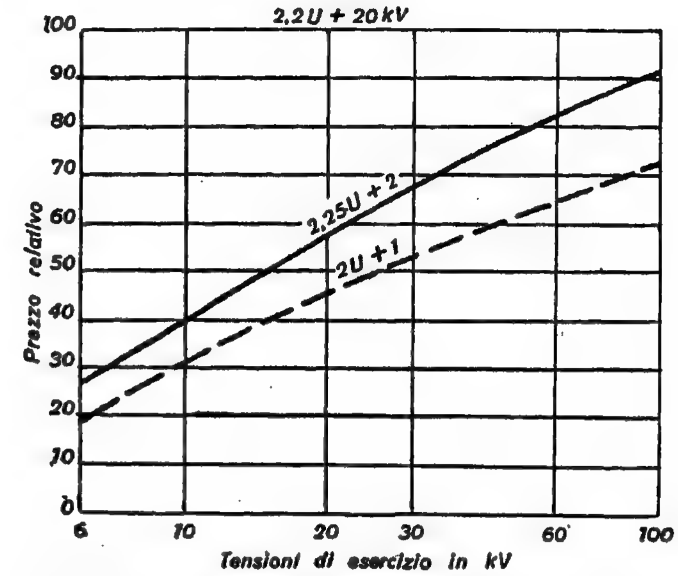


Fig. 4. - Prezzi relativi dei riduttori di corrente per tensioni di esercizio da 6 a 100 kV, secondo diverse norme per la prova (I prezzi che si ottengono adottando la formula tedesca per la tensione di prova sono posti = 100).

Contemporaneamente all'aumento della tensione di prova fra gli avvolgimenti primario e secondario, anche l'isolamento fra le spire dell'avvolgimento primario deve venire aumentato, affinchè il riduttore possa resistere anche agli impulsi. Il provvedimento migliore è veramente l'inserzione di resistenze in parallelo, ma così si ottiene solo una riduzione della sollecitazione alla metà circa. I riduttori nelle migliori condizioni sono quelli con avvolgimenti brevi e molto ben isolati.

In contrasto con le Norme tedesche, quelle inglesi (1) e americane (2) prescrivono la formula 2.25 U + 2 kV, quelle francesi (3) l'altra simile 2 U + 1 kV; tutte cioè, per tensioni fino a 30 kV, danno valori notevolmente inferiori alle prescrizioni tedesche, con che il costo dei quadri negli impianti viene notevolmente diminuito (fig. 3).

Se si suppone che il prezzo dei riduttori aumenti con la 1.75 esima potenza della tensione, si posson tracciare le curve rappresentanti i prezzi dei riduttori calcolati in base alle tre formule: 2.2 U + 20; 2.25 U + 2; 2 U + 1. La fig. 4 rappresenta appunto tali prezzi per tensioni da 6 a 100 kV: da questa si vede che per la stessa tensione di esercizio, a seconda della formula adottata per la tensione di prova, i prezzi differiscono fino nel rapporto 1 a 5. I confronti van dunque fatti esclusivamente in base alla tensione di prova.

5°) *Tipi costruttivi dei riduttori.*

La costruzione dei riduttori nel loro primo decennio di vita era fatta nel modo che sembrava migliore a seconda dell'intensità di corrente e della tensione, e cioè come riduttore in aria o a marmitta o passante o portante. In seguito, il costruttore di impianti elettrici pretese per i suoi quadri, date le necessità di posa dei conduttori, i trasformatori di misura a passante; più tardi, per assicurarsi contro il pericolo di esplosioni, quelli con massa isolante, e cioè senza isolamento in olio o simile, e infine i tipi che possono resistere per breve tempo fino a correnti pari a 5000 volte la nominale.

Le condizioni più gravose possono essere soddisfatte solo coi tipi passanti. Siccome però la loro prestazione diminuisce col quadrato dell'intensità nominale, si dovettero introdurre espedienti costruttivi per migliorarli, come per esempio fori e canali per gli avvolgimenti; e inoltre bisognò ricorrere ai moderni ritrovati nel campo della tecnica delle leghe metalliche di ferro e nichelio. Infine si dovettero studiare riduttori capaci di funzionare regolarmente ed esattamente non solo fino alla

(1) *British Standard Specifications for Instrument Transformers* (aprile 1927).

(2) *A I E E Standard Instrument Transformers*, del 15 dic. 1925.

(3) Union des Syndicats de l'Electricité, Edizione provvisoria n. 92 del 1° febbraio 1930.

corrente nominale, ma fino a 10 ÷ 20 volte tale valore e in alcuni casi estremi (per l'alimentazione di oscillografi nei laboratori) fino a 200 volte l'intensità nominale.

Con l'introduzione e il diffondersi degli impianti all'aperto, si presentarono nuovi compiti, che richiesero nuovi tipi di riduttori e finalmente con lo sviluppo delle altissime tensioni si dovettero creare ancora nuovi tipi di trasformatori d'intensità. Così la costruzione dei riduttori di corrente si presenta estremamente varia, sopratutto tenendo presente che la tecnica americana ha seguito in alcuni casi direttive proprie, che la tecnica europea non ha imitate. La massima varietà nel campo costruttivo sembra sussistere in Germania, dove sono stati creati non soltanto tipi originali, ma anche tipi economici e presentanti sicurezza di esercizio fino alle tensioni più elevate. Oggi si possono avere per tensioni di prova fino a 750 kV riduttori di corrente economicamente convenienti, il cui prezzo cioè non superi quello di un ordinario passante per impianti all'aperto aventi la stessa tensione nominale. È difficile per il non specialista vagliare e valutare le innumerevoli innovazioni fin qui introdotte; riteniamo perciò opportuno cercar di riassumerle qui avanti.

6°) *Isolamento.*

Questo problema è strettamente collegato con le modalità di costruzione e con la resistenza alle sollecitazioni termiche.

Nei riguardi degli eventuali sovraccarichi è sempre da preferirsi, per reti a tensioni fino a 30 kV, un riduttore che contenga il meno possibile materiali infiammabili, o per meglio dire materiali che, una volta incendiati, possano estendere ad altri apparecchi ad alta tensione il guasto già avvenuto nel riduttore. Il più perfetto a questo riguardo è il riduttore con corpo isolante di porcellana e sopratutto il tipo detto a foro trasversale, che non contiene materiale infiammabile, all'infuori dell'indispensabile isolamento dei fili.

Anche più sicuri sono in pratica i riduttori con isolamento in cartone compresso, perchè questo materiale si carbonizza bensì alla fiamma, ma non provoca dal canto proprio estensioni dell'incendio. In confronto alla porcellana il cartone presenta il vantaggio che anche quando venga riscaldato da fiamme sviluppatesi in qualche altro punto, non provoca la rottura del riduttore; e di regola, dopo che sia stato tolto lo strato superficiale, può ancora venir usato senza pericolo.

Ben diverso è il caso dei trasformatori di misura *in olio* o *a massa isolante*. Il riduttore a massa isolante, che a freddo, in causa dell'alta resistenza alla perforazione, presenta un isolamento così buono, risente doppiamente degli eventuali sovraccarichi: da un lato la massa solida si può dire non permetta nessuna dispersione di calore dall'avvolgimento primario sovraccaricato alla massa di riempimento e alle superfici esterne, così che intorno a tale avvolgimento si produce un forte riscaldamento locale; dall'altro la resistenza alla perforazione della massa, contrariamente a ciò che avviene per l'olio, diminuisce in modo fortissimo con l'aumentare della temperatura, così che la perforazione può prodursi già alla tensione di esercizio. A questo proposito le Norme svedesi per trasformatori di misura prevedono o una prova a caldo alla tensione di esercizio o l'aumento del 25% nella tensione di prova.

Molti guasti però sono senza dubbio da attribuire non tanto alla massa per sè stessa quanto al fatto che in essa, per la sua cattiva preparazione, rimangono incluse bolle d'aria. Prescindendo da questo, i riduttori a massa isolante sono assolutamente da evitare nei casi in cui si producano forti sovraccarichi termici; quando poi i riduttori senza riempimento siano da escludere per il loro costo elevato, conviene almeno ricorrere a riduttori in olio, che sotto questo punto di vista sono assai meno delicati. D'altra parte i riduttori in olio richiedono sempre una certa sorveglianza e manutenzione, sia pure limitata, ciò che non è invece il caso per i riduttori a massa isolante.

Non bisogna però procedere troppo rigidamente in questi tentativi di raggiungere una maggior sicurezza d'esercizio degli impianti attraverso l'impiego di apparecchi ad alta tensione senz'olio. Bisogna infatti ricordare che l'interruttore in olio è pure un apparecchio ad alta tensione, nel quale ad ogni scatto si produce un arco entro un materiale infiammabile e cioè nell'olio, mentre invece nei trasformatori di tensione e di intensità il pericolo d'incendio dell'olio si produce solo in caso di guasto o con una sovracorrente troppo forte. Quando si scelgano per i riduttori in olio i migliori tipi costruttivi che si trovano sul mercato e si tenga giusto conto delle possibili sovracorrenti dimensionando opportunamente la sezione del rame nel primario, non vi è assolutamente nessuna ragione per sostituire per tensioni sopra i 30 kV, i riduttori in olio con tipi a secco sensibilmente più cari e spesso meno buoni. I riduttori in olio, quando siano delle migliori costruzioni, possono pertanto venir usati senza preoccupazioni in qualunque impianto.

7°) *Resistenza agli effetti termici.*

Al principio del secolo, i riduttori di corrente bruciati costituivano l'eccezione, anche perchè i primi riduttori erano del tipo senza riempimento. Per tensioni di prova oltre i 15 kV si dovette però ricorrere ad altri tipi costruttivi e si passò così, per tensioni di prova sino a 70 kV, ai trasformatori di misura a marmitta con riempimento di massa isolante. Ma le gravissime conseguenze di esplosioni di tali riduttori attrassero l'attenzione sulla loro limitata resistenza agli effetti termici e condussero ad uno studio del comportamento dei vari tipi nei riguardi dell'effetto termico delle sovracorrenti.

Prescindendo dalla costruzione, la resistenza del riduttore agli effetti termici è determinata in base al carico specifico del rame nell'avvolgimento primario con la corrente nominale. Prendendo a base il calore specifico del rame, una dispersione di calore moderata per la durata t del sovraccarico e finalmente una temperatura finale ammissibile per breve durata di 200° C, si arriva alla semplice regola che *per ogni* 180 $(A. \times \sqrt{t''})$ *di sovraccarico occorre* 1 mm² *di sezione di rame nel primario.*

Generalmente sono note l'entità e la durata della corrente di corto circuito nel punto di installazione: siano per es. I_t ampère per t secondi; ponendo

$$I_s = I_t \sqrt{t}$$

la minima sezione occorrente è $Q_1 = \frac{I_s}{180}$ mm². Questa sezione va presa come punto di partenza per il calcolo del riduttore, verificando poi che si abbia anche il numero necessario di ampère-spire e quindi la necessaria prestazione e precisione di misura.

Siano dati p. es. una corrente nominale di 50 A, e una corrente di corto circuito di 20.000 A per 5''; si calcola allora $I_s = 20000 \sqrt{5} = 45.000$ A e quindi la sezione occorrente è di $\frac{45000}{180} = 250$ mm². La sezione normale di fabbricazione più vicina è di 300 mm²; dalla tabella si ricava che il numero di spire che si può collocare nello spazio disponibile è $n = 4$, e quindi il numero di ampère-spire possibili è dato da $50 \times 4 = 200$.

Con queste 200 A-spire e impiegando la minor quantità possibile della miglior qualità di ferro o eventualmente di una lega ferro-nichel, si deve cercar di raggiungere la prestazione secondaria e la precisione di misura volute. Per esempio con un nucleo in ferro al nichel alto 60 mm. un riduttore a foro trasversale della serie 10 può raggiungere le prestazioni seguenti:

3 VA	nella	classe	0.5
7 VA	»	»	1.0
45 VA	»	»	3.0

Il *secondario* dei riduttori entra pochissimo in gioco nella considerazione della resistenza agli effetti termici, a meno che non si tratti di riduttori ad alta prestazione nominale funzionanti con un carico molto limitato, così che il loro *coefficiente di sovracorrente* (ved. più avanti) diventi estremamente alto. I riduttori normali, in condizioni di carico secondario normali, non funzionano già più regolarmente con correnti di 10 a 20 volte la nominale; il carico specifico nel rame del primario è di solito, tenuto conto del riscaldamento, di circa 2 A/mm², così che vengono sopportate correnti di 90 volte la normale per 1'' o correnti di 30 volte la normale per 9''. Da questo lato dunque il pericolo sussiste solo in casi rarissimi.

8°) *Coefficiente di sovracorrente.*

Quando si impieghino riduttori di corrente per protezioni selettive, come p. es. per la protezione differenziale dei trasformatori, per la protezione di condutture in cavo o di linee aeree, bisogna evitare di adoperare riduttori con errori di rapporto tali che, per solo effetto di una sovracorrente, si produca una corrente differenziale fra i lati secondari dei due e venga quindi a verificarsi un errore. In altre parole, il trasformatore di corrente deve mantenere con sufficiente approssimazione fino a un multiplo della propria corrente nominale, il proprio rapporto di trasformazione nominale. Le nuove Norme del V.D.E. permettono in tale rapporto una differenza del 10% e indicano con n il multiplo o *coefficiente di sovracorrente*. Questo è tanto maggiore quanto più grande è il numero di A-spire e il volume del ferro del riduttore, e inoltre è tanto maggiore quanto minore è il carico collegato allo stesso riduttore. Se per es. con un carico di 60 VA è $n = 5$, diminuendo il carico a 15 VA, n diventa quadruplo ossia è $n = 20$. Con 5 VA, si avrebbe $n = 60$.

In fig. 5 è rappresentato l'andamento degli errori di rapporto e di fase per un riduttore normale a foro trasversale con un carico secondario di 30 VA e fino a 20 volte la corrente nominale.

Notisi come l'errore aumenti dapprima solo lentamente e poi più rapidamente. La fig. 6 rappresenta l'andamento del coefficiente di sovracorrente in funzione della sezione del ferro, del carico secondario e delle ampère-spire.

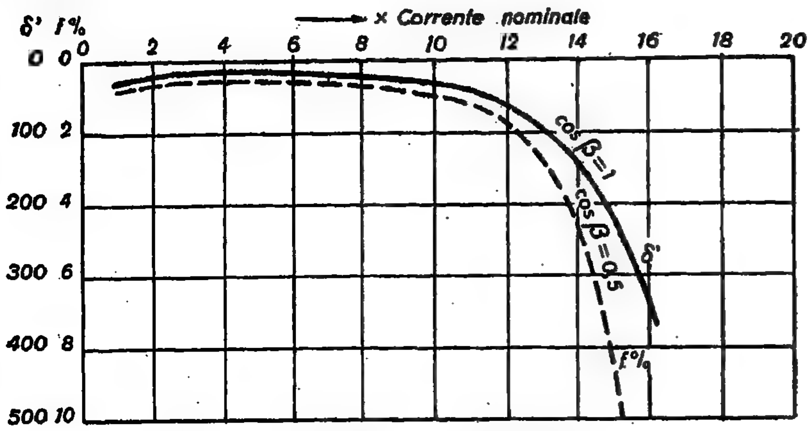


Fig. 5. - Andamento degli errori di rapporto (per cos β = 0.5) e di fase (per cos β = 1) in un riduttore a foro trasversale della serie 10 con corrente nominale 100/5 A, carico nominale 30 VA, A-spire normali 1150, coefficiente di sovracorrente *n* = 15.

I dispositivi di protezione differenziale vengon di solito fatti per funzionare con una certa percentuale della corrente nominale, p. es. il 20% di 5 A, e cioè con una corrente di 1 A. Se ora si produce una sovracorrente di 10 volte la nominale, e cioè di 50 A, la corrente deve rimanere ancora sotto 1 A, e cioè l'errore di rapporto del riduttore, anche con corrente pari a 10 volte la nominale, non deve superare il 2%. Siccome però

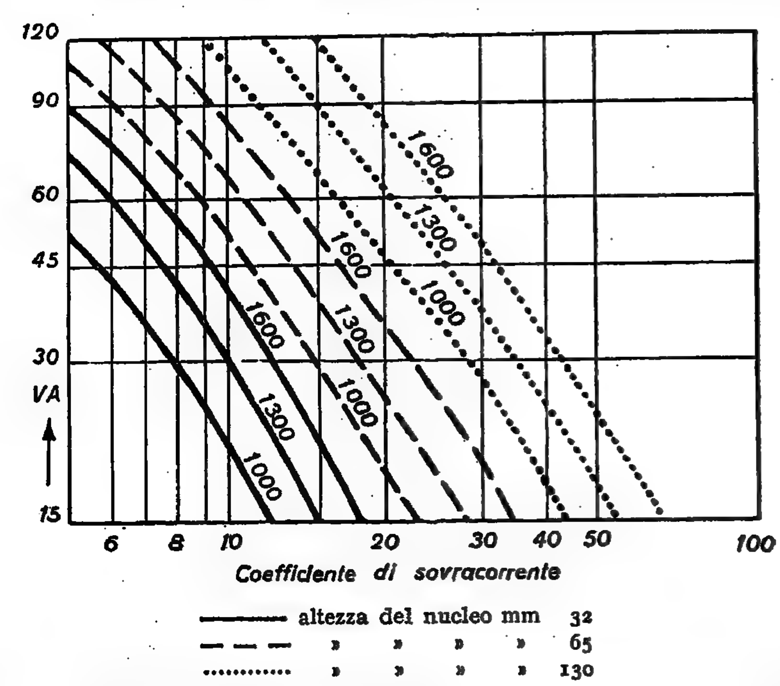


Fig. 6. - Coefficienti di sovracorrente e prestazioni nominali con riduttori a foro trasversale della serie 10 e per tre diversi spessori del nucleo e tre numeri di A-spire con corrente nominale.

Dalle curve si vede:

a) con lo stesso nucleo e lo stesso coefficiente di sovracorrente la prestazione aumenta circa con la 1,8 esima potenza delle A-spire;

b) con ugual prestazione e ugual numero di A-spire il coefficiente di sovracorrente aumenta circa proporzionalmente all'altezza del nucleo;

c) con ugual prestazione e uguale altezza di nucleo il coefficiente di sovracorrente aumenta all'incirca proporzionalmente al numero di A-spire;

d) quando siano dati prestazione e coefficiente, si può ricavare l'altezza del nucleo e il numero di A-spire necessario.

sul coefficiente di sovracorrente è ammessa una variazione del 10%, occorre per tali scopi scegliere un coefficiente di sovracorrente maggiore. Siccome la variazione, come si vede dalla fig. 5, avviene molto rapidamente, basta aggiungere il 50 % al multiplo effettivo; così p. es. con una corrente effettiva di 8 volte la nominale si richiede per il riduttore il coefficiente di sovracorrente 12. L'aggiunta del 50% è di per sè scarsa, ma non è stato tenuto conto del fatto che nell'insieme dei due riduttori quella che ha effetto è solo la *differenza* delle caratteristiche singole.

La determinazione del comportamento di un riduttore di corrente sotto l'effetto di sovracorrenti si è sin qui fatto per lo più per mezzo del calcolo, e raramente per via sperimentale; e ciò perchè l'osservazione accurata di parecchi punti richiede che la sovracorrente venga mantenuta per un tempo troppo lungo, mettendo quindi in pericolo l'apparecchio in prova. Sarebbe assai desiderabile rilevare direttamente le curve di sovraccarico con un apparecchio registratore, in modo che pochi secondi fossero sufficienti per questa ricerca. Sarebbe indicato per questo studio un «registratore a coordinate», simile al doppio galvanometro a specchio di Saladin che venga alimentato da un raddrizzatore e che segni direttamente in funzione della corrente primaria, la corrente secondaria o la variazione rispetto al valore teorico, per confronto con un riduttore normale abbastanza preciso.

9°) *Resistenza agli effetti dinamici.*

Oltre agli effetti termici, le sovracorrenti producono in un trasformatore di intensità anche effetti dinamici, (1) in corrispondenza dei fenomeni seguenti:

a) correnti di ugual direzione si attraggono

b) correnti di direzione opposta si respingono

c) correnti (ovverosia spire) comunque foggiate tendono ad assumere la forma circolare.

Il primo fenomeno è il più innocuo, perchè riguarda solo i conduttori componenti una bobina, che sono all'incirca allo stesso potenziale. Il fenomeno *b*) si manifesta specialmente nei tratti paralleli d'ingresso dei conduttori nell'isolatore di un riduttore a marmitta, che in caso di sovracorrente agiscono su questo, rompendolo. La ditta ASEA è la sola, a quanto è noto all'Autore, che provveda i suoi riduttori a marmitta di una disposizione di conduttori concentrica, così da evitare che si producano sforzi, scongiurando qualsiasi pericolo per l'isolatore. Con tale disposizione è inoltre più facile impedire l'uscita dell'olio. Lo svantaggio di questo tipo consiste unicamente nel costo alquanto più elevato. La fig. 7 rappresenta un riduttore per interno con l'accennata disposizione concentrica. Altri costruttori ricorrono allo stesso scopo, e cioè per aumentare la sicurezza agli effetti delle sovracorrenti, a riduttori con due isolatori passanti, con che però si ha una maggior complicazione e un maggior prezzo del riduttore.

Un altro effetto dinamico in relazione ai fenomeni del gruppo *b*) è quello che si produce fra le spire circolari degli avvolgimenti primario e secondario, nelle quali passsano correnti spostate di 180°. Con forti sovracorrenti gli estremi dell'avvolgimento secondario vengono poi spinti contro il nucleo. Anche nei riduttori con un solo nucleo ad anello si osserva che con forti sovracorrenti i conduttori nel tubo senza nucleo agiscono sulle parti di avvolgimento esterne del nucleo ad anello, respingendole lateralmente. Questi fenomeni si manifestano sopratutto nel caso di avvolgimento secondario in corto circuito, perchè allora la forza aumenta per un buon tratto proporzionalmente a I^2, mentre dopo raggiunta la saturazione del nucleo l'aumento avviene solo come funzione lineare della corrente.



Fig. 7. - Riduttore a marmitta della ASEA, con disposizione concentrica dei conduttori all'ingresso (Tipo per interno).

Il terzo fenomeno si manifesta specialmente in riduttori con avvolgimenti primari di forma rettangolare; queste forze possono però venir attenuate senza difficoltà speciali adottando costruzioni robuste, evitando così che esse provochino guasti.

Assolutamente sicuri dinamicamente sono solo i riduttori passanti con nucleo in ferro a forma di anello circolare e con avvolgimento secondario uniformemente ripartito. Con le altre costruzioni si arriva secondo i tipi a 50 - 100 - 200 - 300 volte, e in casi estremi a 1000 volte la corrente nominale. Parleremo più avanti dei valori raggiungibili coi vari tipi costruttivi.

La resistenza agli effetti dinamici, secondo le ultime proposte, si esprime per mezzo dei limiti di corrente dinamici, e cioè della massima ampiezza di corrente che il riduttore sopporta dal punto di vista dinamico. Questa corrente limite vien designata col termine *Dyn* e si esprime in kA. Quando siano presenti due soli conduttori, per esempio all'ingresso di un riduttore a marmitta, il limite di rottura è indipendente dalla corrente nominale del riduttore e dipende solo dal numero di

(1) Ved. Reiche, *E T Z*, 1928, fasc. 48, pag. 1772.

ampère assoluti. Il limite sta fra le ampiezze di 10.000 e 40.000 A, ed è per lo più intorno a 20.000 A; un trasformatore di corrente da 400 A può quindi sopportare l'urto solo di una corrente 50 volte la normale e uno da 800 A, quello di una corrente 25 volte la normale.

Riguardo agli effetti nell'avvolgimento vi è un numero di ampère-spire di impulso (p. es. 200.000), che porta alla distruzione dell'avvolgimento; ciò significa che se le ampère-spire con la corrente nominale sono p. es. = 1000, l'avvolgimento resiste a un colpo di corrente di 200 volte la corrente nominale. Rimane allora da vedere qual'è la parte che viene distrutta prima, se cioè l'isolatore o l'avvolgimento. Nel caso ora citato, fino a 100 A è più sensibile quest'ultimo.

Anche la resistenza agli effetti dinamici nell'avvolgimento, come quella agli effetti termici, può venire aumentata diminuendo il numero di A-spire con corrente nominale; in tal modo però diminuisce anche, come è noto, la prestazione e l'esattezza delle misure. La resistenza agli effetti dinamici si può anche aumentare, e in modo molto notevole, impiegando nuclei di ferro al nichel, che vengono saturati assai prima di quelli in ferro, e cioè già con 5000 a 7000 Gauss.

10°) *Resistenza agli impulsi.*

Il fenomeno fondamentale si manifesta quando un'onda di tensione a fronte ripido passa nell'avvolgimento, così che fra le singole spire e bobine di questo si producono forti differenze di tensione che, se l'isolamento è insufficiente, provocano dei corti circuiti interni. I guasti di questo genere presentano come caratteristica dei punti di adesione per fusione fra le spire, mentre l'isolamento rimane intatto nei punti immediatamente vicini a quelli di fusione. Talvolta il fenomeno provoca la fusione completa di interi fasci di spire, come fossero tagliati col coltello. I più pericolosi sotto questo punto di vista sono i trasformatori di corrente con grandi lunghezze di conduttori, p. es. oltre 5 m. per la serie 100, circa 8 m. per la serie 150. Basandosi su un'onda a fronte ripido dell'ampiezza di 500 kV e con una fronte d'onda lunga 300 m. (la più corta che sia stata osservata nelle recenti ricerche tedesche e americane sul fulmine), si arriva a 1.7 kV per metro di lunghezza di conduttore e cioè a 8.5 kV per il conduttore lungo 5 m.

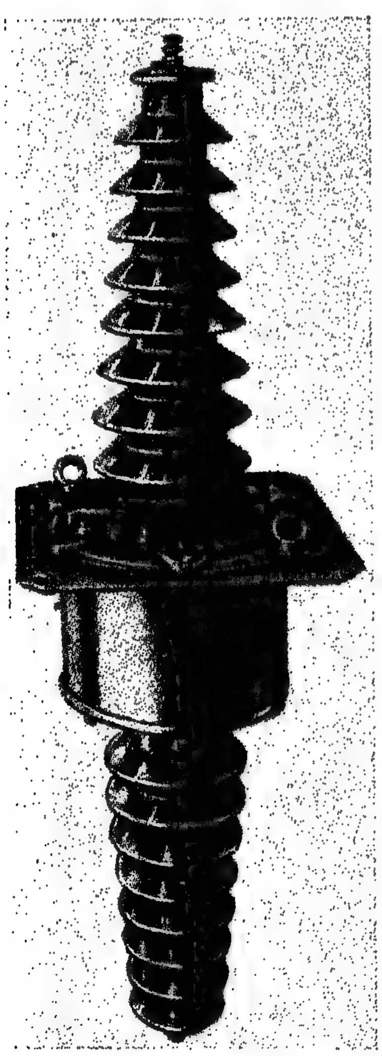


Fig. 8. - Riduttore passante per l'aperto per tensione nominale di 100 kV.

Mentre è abbastanza facile fare in modo che l'avvolgimento resista a questa tensione, è però difficile in un avvolgimento a molte spire (per 20 A. di corrente nominale occorrono p. es. 60 spire) poter aumentare la distanza fra i conduttori adeguatamente al numero delle spire. Basandosi su gruppi anche di soli 5 conduttori si arriva a oltre 40 kV, ciò che corrisponde a 20 kV di tensione alla frequenza normale. La protezione comunemente usata mettendo in parallelo all'avvolgimento una resistenza di silite riduce soltanto del 50 % la sollecitazione fra spira e spira (1), così che è assolutamente necessario per i riduttori a grandi lunghezze di conduttori un isolamento fra le spire particolarmente accurato. I nuovi riduttori della Siemens e Halske con passanti in cartone compresso hanno le spire fatte con nastro di rame coperto con più strati di carta di cellulosa impregnata, così che l'isolamento di una spira verso il corpo tubulare resiste a circa 70 kV efficaci corrispondenti a circa 100 kV di tensione massima. Per sollecitazioni di breve durata si può arrivare anche a tensioni di $1.5 \div 2$ volte la predetta, e cioè a $150 \div 200$ kV.

Descriveremo ora brevemente i nuovi modelli di riduttori di corrente, raggruppati secondo il tipo costruttivo.

(1) REIMANN, *Wissenschaftl. Veröffentl. des Siemens Konzerns.* Volume VIII, fascicolo 3.

TIPI COSTRUTTIVI MODERNI DEI TRASFORMATORI DI CORRENTE.

1°) *Riduttore passante.*

È il tipo ideale dei riduttori di corrente. Con esso si raggiunge una sicurezza assoluta agli effetti dinamici e praticamente anche termici dei corti circuiti e un'ottima resistenza alle onde

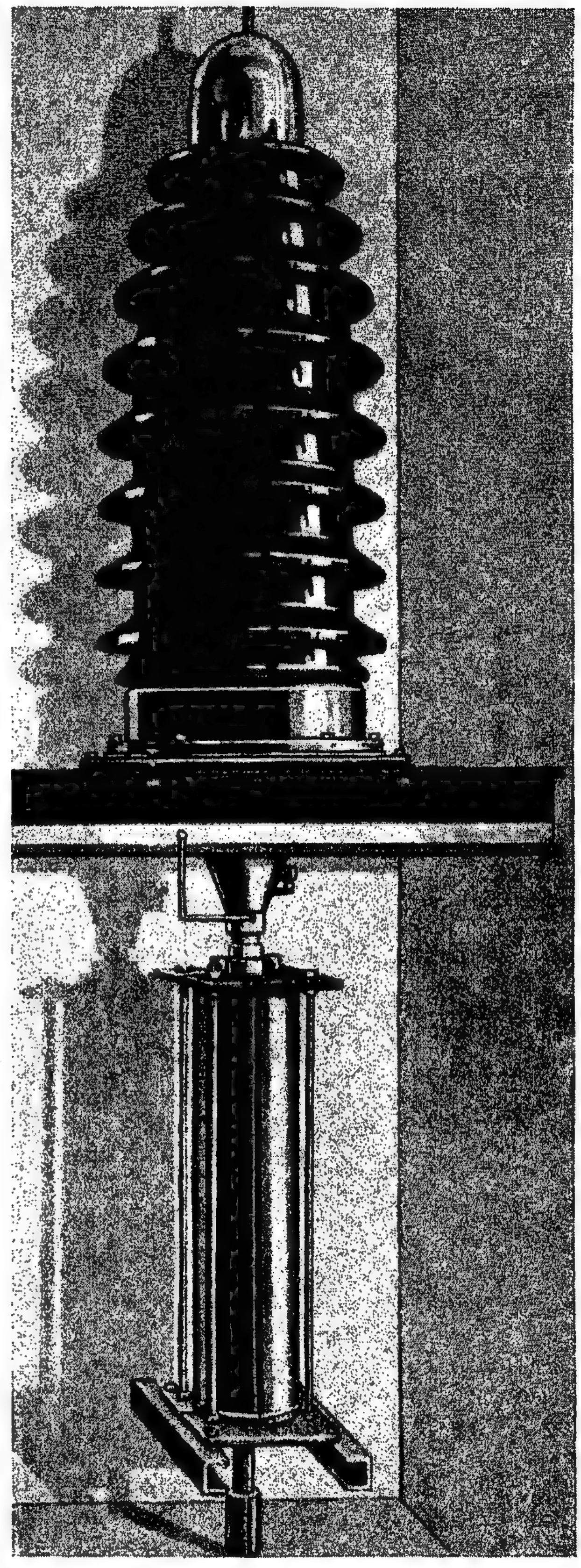


Fig. 9. - Riduttore di corrente per cavo della ditta Koch e Sterzel su testa di cavo. L'avvolgimento secondario è in due parti, i lamierini ad anello sono tagliati e introdotti separatamente nell'avvolgimento secondario predisposto.

a fronte ripido; inoltre esso non presenta alcuna difficoltà costruttiva speciale. Se l'avvolgimento secondario è uniformement ripartito su un nucleo ad anello, il riduttore passante non è influenzato da campi estranei. Di solito si costruisce con isolamento in cartone compresso, così che durante un corto circuito non vi è da temere nessuna rottura per flessione del conduttore.

Col diffondersi delle installazioni all'aperto diventò necessario costruire questo riduttore come tipo per l'aperto anche per tensioni non molto grandi ($20 \div 30$ kV), p. es. con passanti in cartone speciale con rivestimento di porcellana. Per montaggio verticale però i rivestimenti delle due metà devono essere disuguali, come si vede p. es. nel riduttore in fig. 8. Per montaggio orizzontale bisogna provvedere nel rivestimento costole o nervature verticali e aumentare la distanza isolante,

per tener conto della possibilità che tutta la superficie della porcellana sia bagnata.

Quando si voglia evitare il doppio isolamento, con cartone compresso all'interno e con porcellana all'esterno, bisogna disporre il nucleo esternamente a un corpo di porcellana di un sol pezzo; il diametro allora aumenta e la precisione diminuisce. Fin qui si usa normalmente il doppio isolamento.

Un tipo speciale di riduttore d'intensità è il così detto riduttore per cavi, nei due tipi delle ditte Koch e Sterzel e A.E.G. Il primo (fig. 9) è studiato per montaggio su teste di cavo preesistenti. I lamierini del nucleo sono tagliati e disposti secondo le due metà di un toroide sul quale è avvolto il secondario. L'apertura per il cavo è di 50 mm., lo spessore del pacco di lamiere da 155 a 690 mm. La prestazione e l'esattezza raggiungibili son date dalla seguente tabella.

TABELLA II.

Lunghezza del nucleo	Prestazione in Voltampere				
	Classe	100 A	250 A	500 A	1000 A
155 mm	0,5%	—	—	—	15
	1	—	—	15	60
	3	5	30	80	120
290 mm	0,5	—	—	—	30
	1	—	—	40	120
	3	7,5	75	300	400
425 mm	0,5	—	5	20	60
	1	—	10	85	300
	3	12	130	400	600
690 mm	0,5	—	8	30	90
	1	10	30	120	400
	3	60	150	300	600

Il riduttore di intensità della A E G costituisce invece un tutto costruttivo unico coi collegamenti. La fig. 10 mostra il tipo per la tensione nominale di 35 kV.

Le prestazioni ottenibili per diametri di cavo (senza piombo) fino a 48 mm. e per tensioni da 10 a 50 kV sono date dalla tabella seguente

TABELLA III.

Tipo	Prestazione in Voltampere						
	Classe	200 A	250 A	300 A	350 A	400 A	500 A
Eh W_1	0,5%	—	—	—	—	—	7,5
	1%	—	7,5	7,5	15	30	60
Eh W_2	0,5%	—	—	—	—	7,5	15
	1%	7,5	15	30	60	100	150

Disgraziatamente l'impiego di riduttori passanti non è fin qui sempre possibile. Se occorrono soli 15 VA nella classe 0,5% la minima corrente nominale dei tipi conosciuti fin qui è di 500-600 A; limitandosi alla classe 1%, si scende a 300 A minimi. Per conservare la prestazione e l'esattezza volute anche con piccole intensità di corrente, si possono seguire le vie seguenti:

a) Diminuzione della resistenza magnetica ottenuta diminuendo la lunghezza delle linee di forza o aumentando la sezione. La prima soluzione parte dal presupposto che si possa diminuire la sezione dei conduttori e lo spessore dell'isolamento. Così però non si ottiene molto, perchè si diminuisce anche la resistenza ai corti circuiti interni, salvo che si impieghi una qualità di isolamento migliore. Anche aumentando la sezione del nucleo non si ottiene molto, poichè la prestazione disponibile per dati limiti d'errore, aumenta solo *linearmente* con la sezione, mentre diminuisce *proporzionalmente al quadrato* della corrente nominale; si deve dunque compensare la riduzione a metà della corrente quadruplicando la sezione.

b) Impiego di schemi speciali, di avvolgimenti ausiliari, ecc. Questa soluzione è ancora nuova. Il primo riduttore di questo tipo è stato quello a due rapporti di Brooks e Holtz (1), nel quale si avevano due nuclei con una doppia trasformazione della corrente. La differenza della corrente primaria e secondaria nella prima trasformazione, e cioè la corrente di errore, costituiva le ampère-spire primarie della seconda trasformazione. Lo strumento di misura da collegare a questo riduttore aveva due bobine amperometriche (2), alimentate dalla prima e dalla seconda trasformazione. Questo naturalmente portava con sè l'impiego di contatori e di wattmetri speciali, e per questo svantaggio il riduttore a due rapporti in questa forma si è diffuso poco anche in America. Impiegando un terzo nucleo si è però riusciti più tardi a usare anche coi riduttori a doppia trasformazione contatori normali (3). Lo schema di questo tipo è riprodotto in fig. 11.

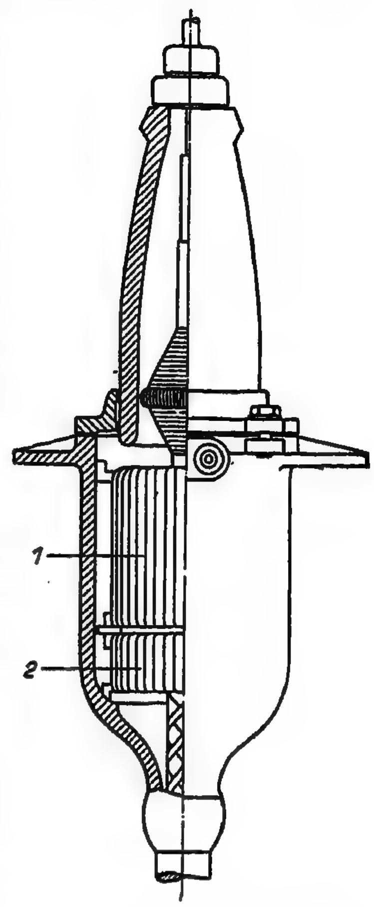


Fig. 10. - Riduttore di corrente per terminale di cavo della A.E.G. per 35 kV nominali e con due nuclei.

1) nucleo per collegamento di strumenti.

2) nucleo per collegamento di relais.

I risultati ottenuti sono sorprendenti. Con nuclei ad anello e impiegando i passanti di un interruttore in olio per 132 kV (che manifestamente sono di grande diametro), gli errori con 300 ampère-spire e alla frequenza 60 vennero ridotti approssimativamente a quelli della classe E per carichi di 20÷132 VA. In particolare, l'errore di fase impiegando lo stesso materiale che per un riduttore a una sola trasformazione, diminuì da + 36' e — 52' fino a + 10' e + 8'; l'errore di rapporto diminuì con 1/10 della corrente nominale dall'11% a 0.6÷0.8%, mantenendosi costantemente pari a pochi decimi di percento per tutto il campo di variazione della corrente.

Più tardi si son cercate altre soluzioni, che hanno però tutte una certa affinità col riduttore a due trasformazioni. Una relazione dettagliata su tali riduttori con nuclei ausiliari, nuclei spaccati, avvolgimenti terziari e simili è stata pubblicata recentemente da Wellings e Mayo (4) della British Thomson Houston Co. La G. E. C. (5) ha studiato il sistema seguente: si agisce sul flusso in modo che il prodotto del flusso e delle spire secondarie sia direttamente proporzionale alla corrente primaria. L'errore costante risultante viene compensato nel solito modo variando il numero delle spire secondarie.

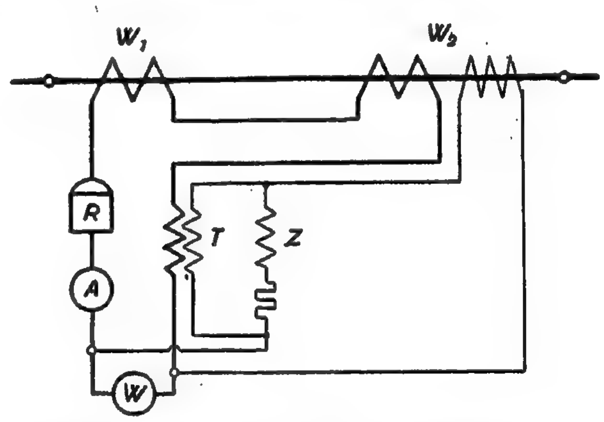


Fig. 11. - Schema di un riduttore a due rapporti della General Electric Co.

La pubblicazione citata della G.E.C. e i dati seguenti non si riferiscono veramente a riduttori del tipo che stiamo trattando, ma valgono anche per altri riduttori portanti e passanti. Col primo tipo studiato si usava uno shunt magnetico di permalloy (*n* nella fig. 12*a*) che si trovava tra le due parti s_1 e s_2, molto disuguali nelle quali era diviso l'avvolgimento secondario. Il permalloy aveva la massima permeabilità con 1/10 della cor-

(1) *Transactions A. I. E. E.* 1922, pag. 382; e KEINATH, *Technik el. Messgeräte*, 1928, I; pag. 497.

(2) DICKINSON e WILSON, *Gen. El. Review*, 1929, fascicolo 31, pag. 656.

(3) BOYAJIAN e SKEATS, *J. A. I. E. E.*, 48, 1929, pag. 308.

(4) *The Journal of the I. E. E.*, giugno 1930, pag. 704.

(5) M. S. WILSON, *J. A. I. E. E.*, 1929, fasc. 48, pag. 179.

rente nominale: la curva di permeabilità scendeva poi con l'aumentare della corrente, così che la quantità percentuale di linee di forza diminuiva costantemente. Si otteneva così come curva degli errori una linea retta.

In seguito si rinunciò a questo dispositivo, adottando invece il seguente: una parte s_2 (ca. 1%) dell'avvolgimento secondario

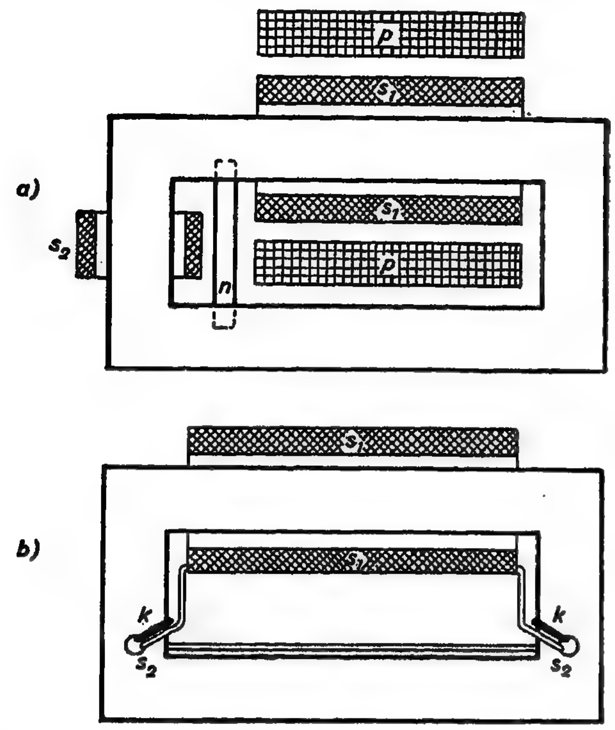


Fig. 12. - Schema e disposizione degli avvolgimenti nel riduttore tipo KF della General Electric Co., nella costruzione primitiva e nell'attuale.

vien fatta passare in un foro del nucleo, aggiungendo anche una spira in corto circuito k. Anche agendo sul flusso di forza con questo sistema si ottiene un appiattimento della curva d'errore e una diminuzione dell'errore di fase. Gli errori diminuiscono della metà circa, senza una diminuzione notevole del coefficiente di sovracorrente. In fig. 13 sono rappresentate le

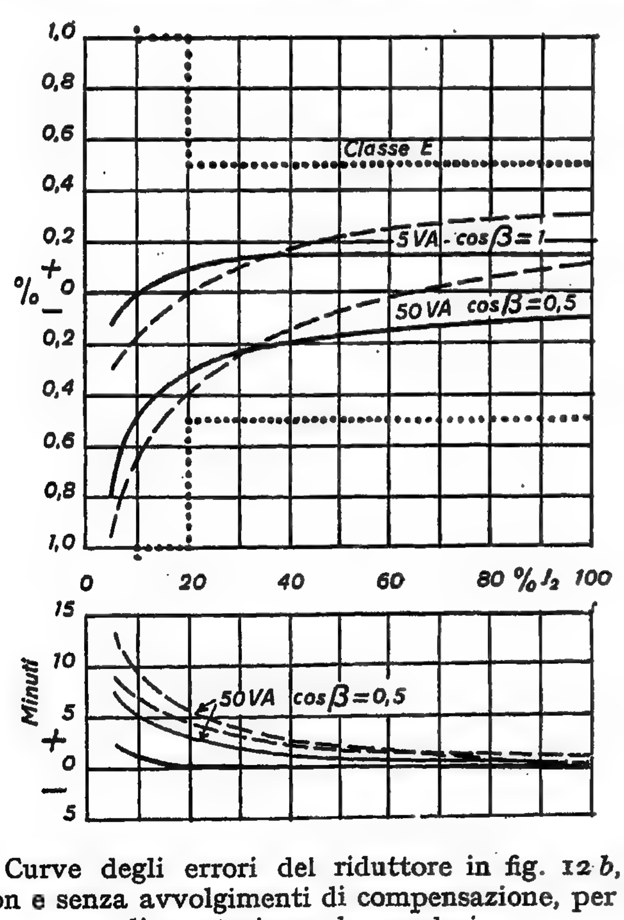


Fig. 13. - Curve degli errori del riduttore in fig. 12 *b*, con 1500 A-spire, con e senza avvolgimenti di compensazione, per 5 e 50 VA di prestazione al secondario.

curve degli errori di un riduttore di questo tipo (Tipo KF 58) per rapporto 100/5 A, con 1500 A-spire e con una sezione del nucleo di 19 cm², un peso di ferro di 7.3 kg., un peso totale di 15 kg, per 5000 V di tensione di esercizio, 13.200 V di tensione di prova, con e senza avvolgimento compensatore. La prestazione è di 60 VA nella classe 1% senza e di 100 VA con avvolgimento di compensazione. Il miglioramento consiste essenzialmente nell'appiattimento della curva d'errore: la diminuzione dell'errore di fase è dovuta all'accennata spira in corto circuito sulla parte più piccola della sezione complessiva.

Recentemente questo modello è stato ancora considerevolmente migliorato, senza aumentare il peso dei materiali attivi. Lo schema è il medesimo e tuttavia gli errori son diminuiti di molto, come appare dalla tabella seguente:

TABELLA IV.

	6,0 VA cos β = 1		19,2 VA cos β = 0.9		45,1 VA cos β = 0,54	
	%	min.	%	min.	%	min.
5% I_s	± 0,00	+ 3	— 0,32	+ 12	— 1,10	+ 8
10% I_s	+ 0,02	± 0	— 0,28	+ 8	— 0,80	+ 4
20% I_s	+ 0,07	— 2	— 0,22	+ 3	— 0,60	± 0
50% I_s	+ 0,10	— 2	— 0,12	± 0	— 0,40	— 3
100% I_s	+ 0,10	— 1	— 0,10	+ 2	— 0,30	— 2

Le possibilità di variazioni sono straordinariamente numerose, perchè si può variare il rapporto s_1/s_2, e inoltre la proporzione delle due sezioni di ferro da entrambe le parti del foro; infine si può servirsi anche di avvolgimenti terziari (in questo caso la spira in corto circuito k). In generale però, con questi sistemi per ottenere come curve degli errori delle linee rette, anche il coefficiente di sovracorrente viene diminuito, ciò che in alcuni casi è un vantaggio, ma non è sempre ammissibile.

In Inghilterra e in America, la tendenza ad impiegare ovunque possibile riduttori passanti è così diffusa, che si è diminuito il carico a 2.5 VA e si è ricorsi a riduttori « compensati », e cioè tali che, per mezzo degli accennati artifici, l'errore per un carico determinato venga mantenuto per quanto possibile piccolo. Lo scopo di questa compensazione degli errori non è solo di mantenere i due errori entro limiti ristretti, ma anche e prima di tutto di mantenerli possibilmente costanti. Un errore di fase costante si può avere con una registrazione opportuna dello shunt magnetico del contatore e un errore di rapporto costante con speciali avvertenze nella valutazione delle letture al contatore. Naturalmente questo sistema così complesso, comprendente la costruzione speciale del riduttore e la speciale taratura del contatore, si applicherà solo trattandosi di forti ordinazioni. Nella fig. 14 sono riprodotti graficamente i risultati delle misure con un riduttore di corrente compensato riferiti da Wellings e Majo.

Abbiam già detto più sopra che in genere risultati simili si possono ottenere in modo assai più comodo e con pochissima spesa in più impiegando invece nuclei di ferro al nichel. È sempre meglio impiegare trasformatori di misura non compensati, perchè così occorrono minori avvertenze nel collegamento degli strumenti. Pur tuttavia, in condizioni particolarmente gravose, bisogna pur sempre ricorrere all'artificio di avvolgimenti speciali.

c) Impiego di leghe di ferro al nichel per il nucleo.

Le leghe di ferro e nichel e specialmente quella generalmente nota sotto il nome di « permalloy » e composta di 78.5% *Ni* e 21.5% *Fe*, si distinguono per la loro alta permeabilità, proprietà che le renderebbe molto atte alla fabbricazione di trasformatori d'intensità quando non vi fossero altri svantaggi che ne impediscono un uso generale. Tali sono l'altissimo prezzo, da 10 a 20 marchi per kg di lamierino, e inoltre la poca resistenza alle sollecitazioni meccaniche, perlocchè diventa necessario sottoporre il nucleo a un processo termico che ne aumenta ulteriormente e considerevolmente il costo di produzione.

Col nome di « permalloy » (1) della International Standard Electric Corporation si designa solo la lega sopra descritta che si distingue per l'altissima permeabilità (fino a 120.000), e anche per il trattamento termico speciale e l'alta sensibilità alle variazioni di temperatura e alle deformazioni.

Il « mumetal » è un prodotto della Telegraph Construction and Maintenance Co. di Londra ed ha la composizione seguente: 77% *Ni*, 5% *Cu*, 16% *Fe* e 2% *Mn*. È meno sensibile del « permalloy » e sopratutto del primo « permalloy A » agli urti e alle variazioni di temperatura.

Spilsbury e Arnold (2) hanno eseguito su un trasformatore di misura in « mumetallo » le prove seguenti, senza determi-

(1) *E. N. T.*, 7, 1930, pag. 251; e inoltre *D R P*, 493256.
(2) *J. E. E. J.*, 68, 1930, pag. 896.

nare variazioni maggiori del 0.01% e rispettivamente 0.1 minuti:

1) Riscaldamento a 40° C per 24 ore.
2) Prova di durata del comportamento per 6 mesi.
3) Effetto di colpi di martello per 2 settimane.

Il materiale non è in nessun modo peggiore del ferro al silicio normale.

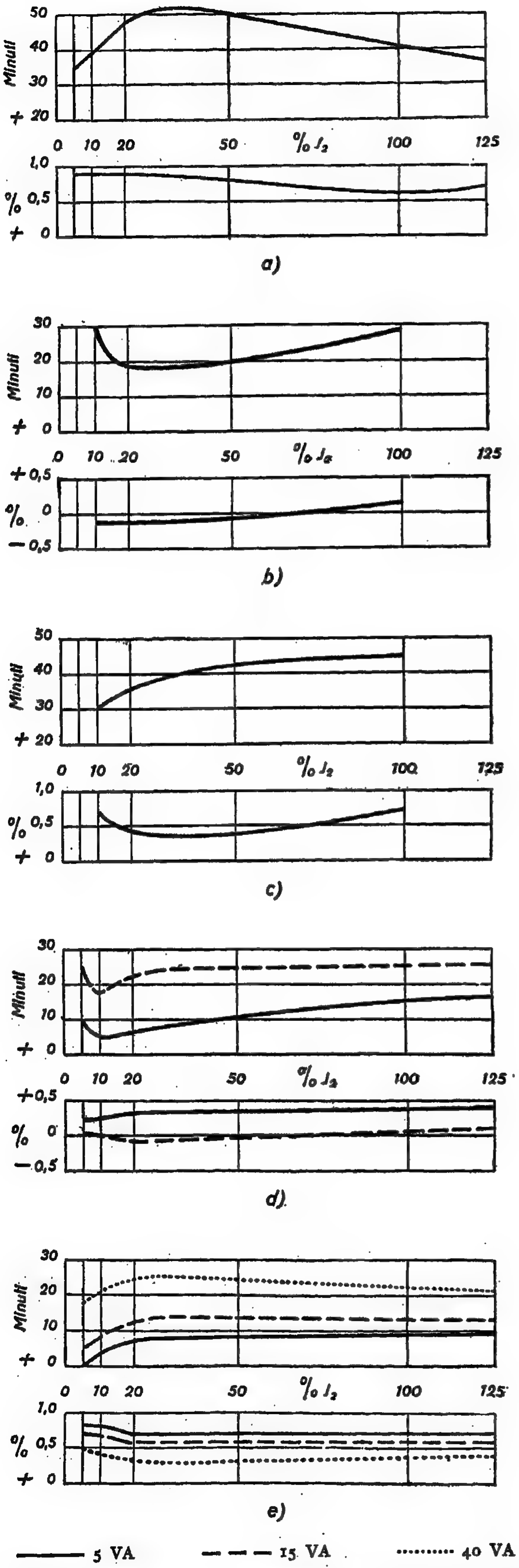


Fig. 14. - Curve degli errori in riduttori a corpo isolante « compensati » della British Thomson Houston Co.

a) Costruzione con « mumetallo » 50 A 10 VA 33 kV
b) » » lega di ferro 150 A 2 VA 11 kV
c) » » » » » 200 A 50 VA 22 kV
d) » » » » » 300 A 15 VA 11 kV
e) » » » » » 600 A 40 VA 11 kV

Un'altra lega è l'« hypernik », una composizione americana con solo il 50% di *Ni*; « gumlich » è un'altra lega nichel-ferro-manganese, che in Germania è fabbricata dalla ditta W. C. Heraeus, Hanau (1). Le figure 15 *a*, *b*, *c*, rappresentano le curve

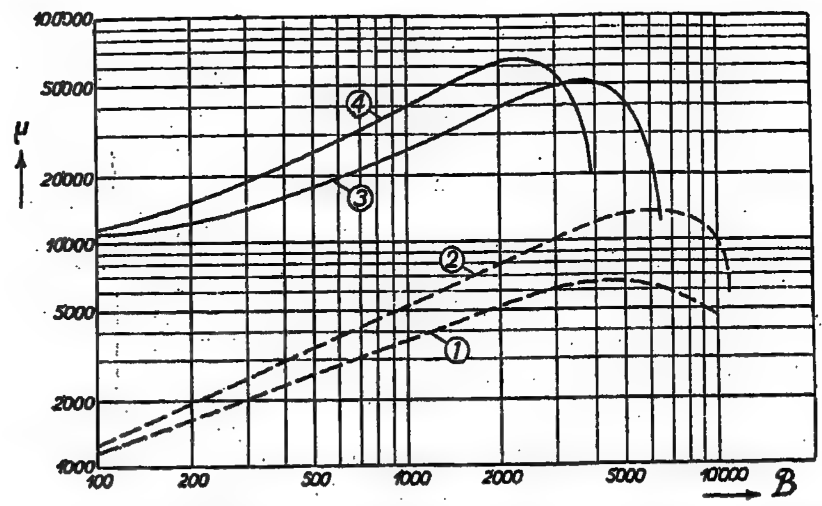


Fig. 15 *a*. - Permeabilità magnetica di alcuni materiali per lamierini in funzione della induzione magnetica (scala logaritmica).

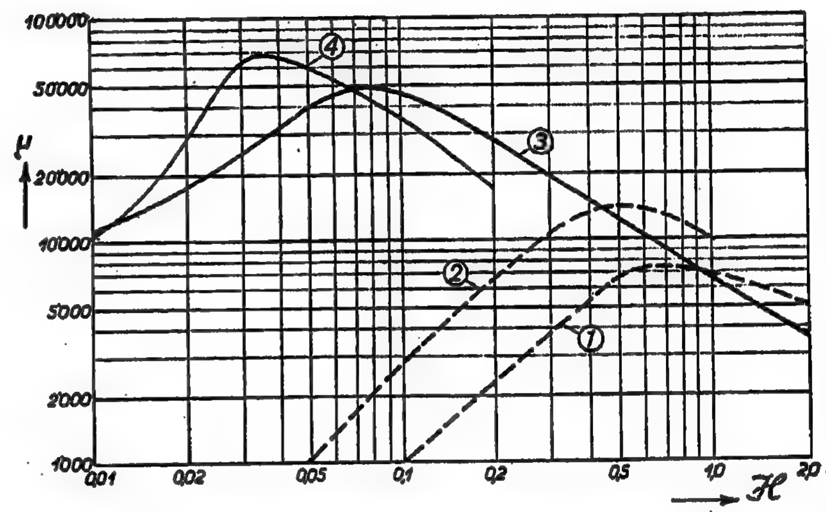


Fig. 15 *b*. - Permeabilità in funzione della forza magnetica.

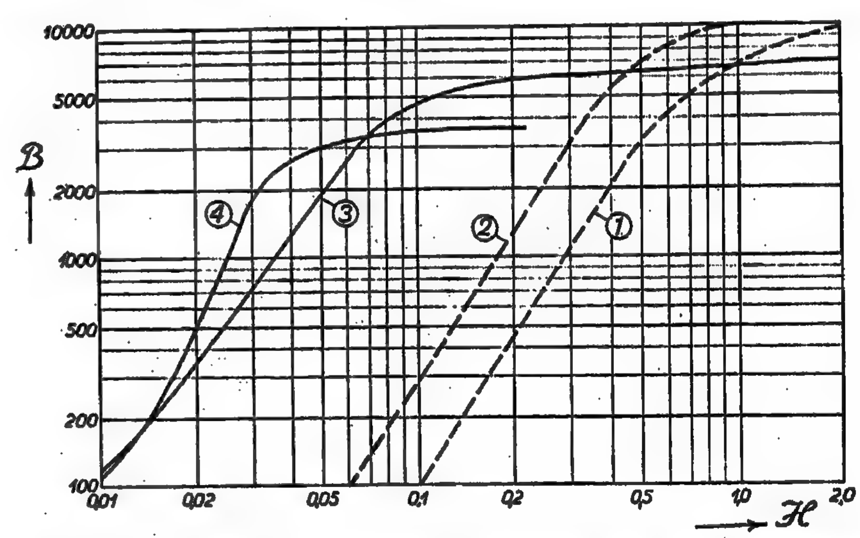


Fig. 15 *c*. - Induzione magnetica in funzione della forza magnetica.

1 - ferro-silicio col 40% *Si*
2 - ferro elettrolitico.
3 - lega « gumlich » (80% *Ni*, 10% *Mn*; 10% *Fe*)
4 - lega « mumetallo » (75% *Ni*, 5% *Cu*, 20% *Fe*).

di magnetizzazione del « mumetallo » secondo i dati del fabbricante, che è la British Guttapercha Co., e inoltre quelle di una lega « gumlich » con l'80% *Ni*, il 10% *Mn* e il 10% *Fe*. Le altre due curve si riferiscono al ferro elettrolitico e al miglior lamierino in lega di ferro.

La prima pubblicazione relativa a questi riduttori è della Westinghouse Co. (2) e si riferisce all'*hypernik* la cui permeabilità è 4÷5 volte quella del lamierino in lega di ferro. Con simili materiali e impiegando altri opportuni artifici è possibile costruire riduttori a corpo isolante della classe 0.5 anche fino a soli 100 A ca. e in genere con piccola prestazione (15 VA mas-

(1) « Gumlich » - Steinhaus, Kussmann, Scharnow in *E N T*, 7, 1930, pag. 231.
(2) Spooner, *J. A. I. E. E.*, 1926, pag. 543.

simi) e ciò che è più importante, piccolo coefficente di sovracorrente. Dalla fig. 15 si vede che le leghe nichel-ferro sono già saturate con una densità di 4000 a 6000 linee di induzione e questo è il motivo per cui questi riduttori funzionano così poco regolarmente in caso di sovracorrenti. Siccome il costo del materiale, anche per il forte scarto nella preparazione del nucleo, è molto alto, questi riduttori per piccole intensità di corrente sono molto cari. Trattandosi però della sicurezza di un impianto

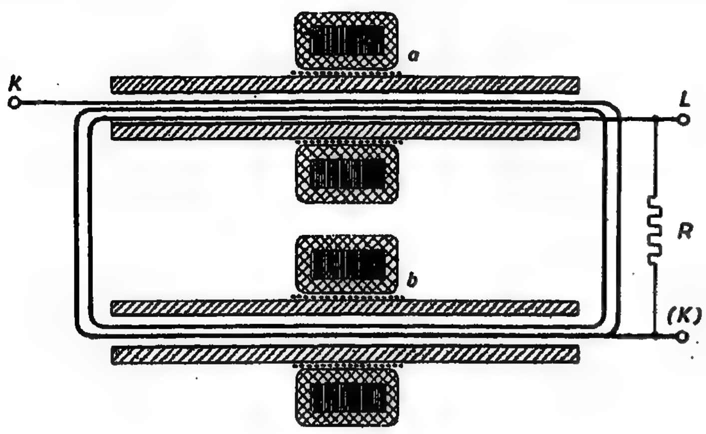


Fig. 16. - Schema di un riduttore a più passanti con resitenza in parallelo R e due nuclei ad anello (a, b). Il collegamento può farsi a KL oppure a (K) L; il numero di A-spire è $3 + 2$ o $2 + 2$ su entrambi i nuclei.

la maggior spesa di alcune centinaia di marchi non può influire in modo decisivo.

Se il numero delle A-spire è grande, da 500 a 1000 o anche più, con riduttori di questo tipo si ottiene una grande precisione nelle misure. Ricordiamo qui in modo speciale il riduttore campione fatto costruire dal National Physical Laboratory inglese (1). Il riduttore ha 5000 A-spire; i suoi errori di rapporto e di fase con carichi fino a 25 VA sono inferiori a ± 0.01% e a ± 1.5 minuti. Il riduttore è molto più preciso di quanto possa esserlo per la stessa forte intensità di corrente una resistenza campione con raffreddamento ad acqua, anche se costruita con accuratezza speciale. La Siemens e Halske costruisce come campione per un impianto di prova di riduttori di corrente, un trasformatore di misura simile, a rapporti multipli, per il quale gli errori non eccedono rispettivamente il 0.05% e 2 minuti e che mantiene una precisione di quest'ordine di grandezza fino a 1/50 della corrente nominale.

2°) *Riduttore a più passanti.*

Originariamente si trattava di un riduttore passante, con un conduttore primario formante molte spire, il ritorno delle quali avveniva attraverso un secondo passante. Solo uno dei passanti portava un nucleo in ferro con l'avvolgimento secondario e precisamente quello col minor numero di spire, così che il riduttore poteva essere utilizzato con collegamenti diversi (da un lato o da due). Per aumentare la prestazione si adoperano oggi due nuclei (fig. 16); in questo caso però l'avvolgimento secondario deve avere una presa intermedia, in relazione alle varie possibilità di collegamento.

I due nuclei ad anello possono essere riuniti in un unico nucleo a mantello; in questo caso però è necessario un avvolgimento speciale per la compensazione della disuguaglianza del flusso magnetico con collegamento bilaterale, perchè allora le due metà del nucleo a mantello portano un diverso numero di A-spire. Con questo terzo avvolgimento si può inoltre migliorare la curva d'errore del riduttore a più passanti e di qualunque altro tipo di riduttore con nucleo a mantello.

Gli *isolatori* dei riduttori a più passanti erano fino a poco tempo fa esclusivamente tubi di cartone compresso che in caso di sovraccarichi meccanici presentano il vantaggio di un'assoluta sicurezza alla rottura. Oggi si usano anche per qualsiasi tensione tubi di porcellana, per tensioni da 50 a 110 kV a forme di passanti multitubulari, che sono però molto cari.

Il riduttore a più passanti è, insieme al riduttore a foro trasversale di cui parleremo più avanti, il solo tipo con isolamento a secco per piccole intensità e viene pertanto molto adoperato, malgrado non sia costruttivamente conveniente. La lunghezza di una spira deve essere circa uguale al sestuplo della distanza isolante per la corrispondente tensione di serie: per la serie 100 è di ca. 5 m. e di ca. 8 m. per la serie 150. Per conseguenza il rame impiegato è una quantità molto forte. La grande lunghezza delle spire rende anche necessario un ottimo isolamento dei singoli conduttori agli effetti delle onde a fronte ripido, così che il fattore di riempimento della sezione tubulare è piccolo, spesso solo del 30%.

Nei *riguardi dinamici* il riduttore a più passanti non presenta affatto una sicurezza illimitata rispetto agli effetti dei corti circuiti; nei casi più favorevoli una costruzione con isolamento in cartone compresso può sopportare fino a 1.000.000 Ampère-spire di colpo Con sovraccarichi maggiori non avviene però la rottura dei tubi o del telaio, come si potrebbe aspettarsi, ma è invece l'avvolgimento secondario che viene smosso e distrutto. Per fortuna alle alte tensioni con le quali si impiegano i riduttori a più passanti, le correnti di corto circuito, in causa dello smorzamento dovuto alla reattanza dei trasformatori e delle condutture, non sono così violente come con tensioni di 6 ÷ 15 kV. Le resistenze di protezione, aventi lo scopo di offrire passaggio diretto alle sovratensioni, non possono essere troppo piccole, altrimenti con sovracorrenti di lunga durata esse vengono sovraccaricate per effetto dell'alta tensione ai morsetti primari, e introducono per proprio conto disturbi d'esercizio.

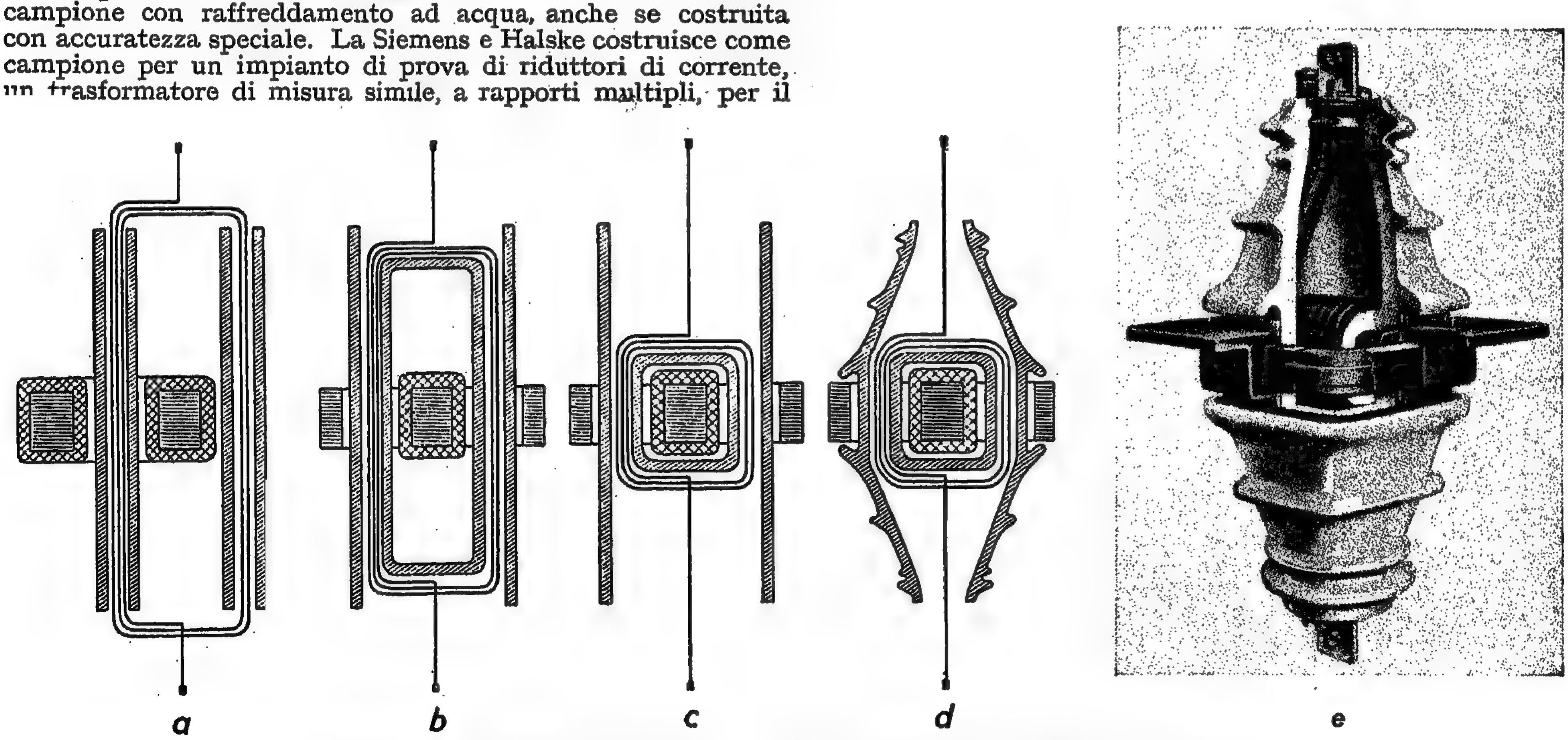


Fig. 17. - Evoluzione del riduttore a foro trasversale da quello a più passanti.

17 *a*) - Riduttore a due passanti con un nucleo ad anello.

17 *b*) - Riduttore a due passanti con nucleo a mantello. I due tubi isolanti si son riuniti formando un unico corpo isolante. La lunghezza delle spire è inalterata.

17 *c*) - La parte media del corpo isolante comune è rimpiccolita in modo da essere immediatamente adiacente agli avvolgimenti. La lunghezza dell'avvolgimento primario ne risulta notevolmente diminuita.

17 *d*) - La forma esterna del corpo isolante viene il più possibile ristretta.

17 *e*) - Tipo più recente di riduttore a foro trasversale, con vista dell'interno.

(1) SPILSBURY e ARNOLD, *J. I. E. E.*, 1930.

3°) *Riduttori a foro trasversale.*

Questo tipo si può considerare un miglioramento del precedente da cui deriva la propria forma (fig. 17). Esso non richiede le grandi lunghezze di spire del riduttore a più passanti con i conseguenti svantaggi. Disgraziatamente non è possibile costruire questo tipo per tensioni di prova oltre gli 80÷100 kV, perchè la preparazione del corpo di porcellana diventa molto difficile.

I riduttori a foro trasversale sopportano senza rompersi, secondo lo spessore della porcellana, da 3 a 500.000 A-spire di impulso. Il numero delle A-spire con corrente nominale può essere notevolmente ridotto, per una data prestazione e una data precisione, aumentando lo spessore dei pacchi di lamierini e inoltre impiegando per questi leghe ferro-nichel, con che si aumenta la resistenza agli effetti termici e dinamici.

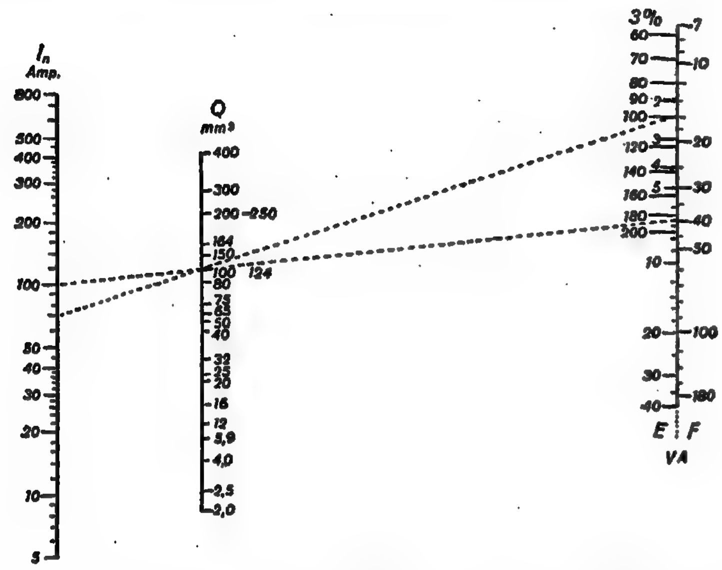


Fig. 18. - Nomogramma per il calcolo della prestazione di un riduttore a foro trasversale con una data sezione di ferro per diversi forti sovraccarichi termici (tensione nominale 10 kV).

Con questo tipo di riduttore è specialmente interessante studiare le relazioni fra i riduttori di diverse grandezze. Si usa all'uopo un nomogramma (fig. 18) stabilito appunto per ricerche e calcoli sul tipo di riduttore che interessa. Come già accennato, la prestazione è proporzionale allo spessore del pacco di lamiere e il calcolo va eseguito in primo luogo per una determinata altezza di nucleo e precisamente quella media di 65 mm. Il nomogramma disegnato serve allo scopo. Coi nomogrammi di questo tipo dapprima pubblicati, nel calcolo si teneva conto solo dell'intensità di corrente specifica, determinando le A-spire in base a questa. È invece meglio fare il calcolo tenendo conto delle sezioni effettivamente attuabili e del numero di spire che si può effettivamente raggiungere con queste sezioni, come è stato fatto nella fig. 18. La scala mediana contraddistinta con la sezione di Q mm² rappresenta veramente il numero di spire ed è perciò molto irregolarmente suddivisa. L'uso è il seguente:

Sia data la sovracorrente It e la sua durata t per es. 10000 A per 4", e inoltre la corrente nominale primaria desiderata. Si voglia la prestazione secondaria nella classe E o F o 3% (per l'altezza di nucleo stabilita) e inoltre la resistenza agli effetti termici dell'avvolgimento primario. Calcoliamo dapprima la sezione minima teorica in 115 mm², riportiamo poi sulla scala mediana la sezione praticamente ottenibile più vicina, e cioè 124 mm² e con 70 A di corrente nominale sulla scala a sinistra abbiamo sulla terza scala le prestazioni seguenti:

Classe E	.... 2.3	VA
» F	 16	»
» 3 %	 100	»

La prestazione nella classe E è dunque piccolissima. Potremmo aumentarla notevolmente, stabilendo la corrente nominale in 100 A; le prestazioni sarebbero allora:

Classe E	.... 6.8	VA
» F	 40	»
» 3 %	 185	»

Il carico nel rame aumenterebbe a 0.9 A/mm², mentre la resistenza agli effetti termici diminuirebbe a 200 volte $I_t \sqrt{t}$ mentre prima, con 124 mm² per 70 A, si aveva solo 0.56 A/mm² e 320 volte $I_t \sqrt{t}$.

Una nuova variante costruttiva del riduttore a foro trasversale è quella rappresentata in fig. 19. Si può immaginarlo derivato da un nucleo del tipo solito (fig. 19 *a*) nel quale l'av-

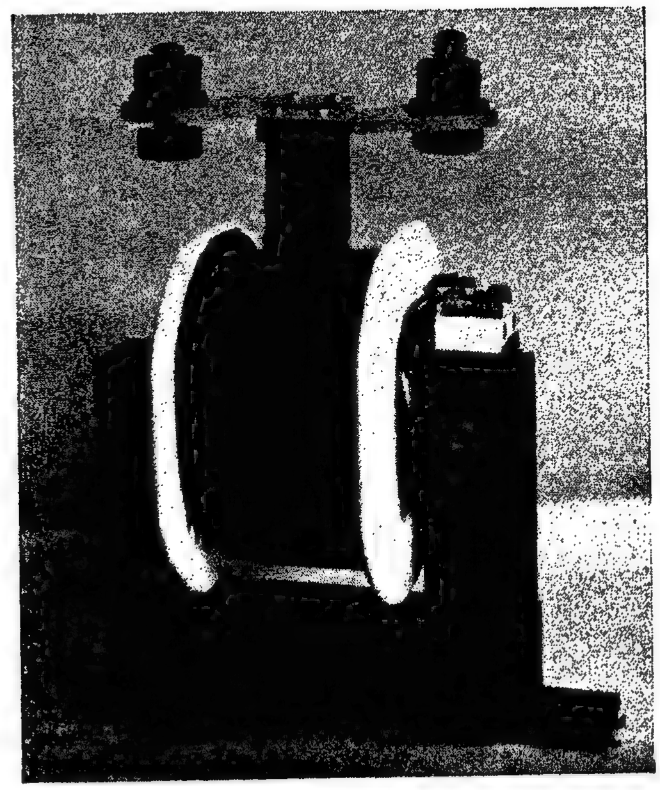


Fig. 19 *a*. - Riduttore di corrente in aria col primario avvolto su rocchetto di porcellana.

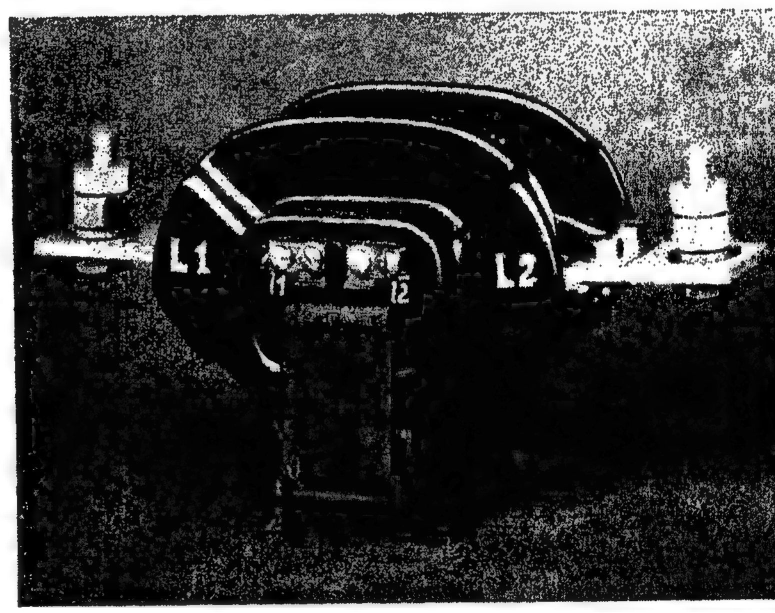


Fig. 19 *b*. - Riduttore di corrente a forma di tinozza.

volgimento primario è avvolto su un rocchetto di porcellana. La scarica fra l'avvolgimento ad alta tensione e il nucleo si era evitata fin qui per mezzo di interposizione di pezzi isolanti. Se ora si collegano le flangie del rocchetto in questo punto e si dà all'altra parte la forma delle pareti laterali di una tinozza, si arriva al nuovo tipo costruttivo (fig. 19 *b*), che può considerarsi il parallelo del riduttore americano con isolamento in carta impregnata di miscela compound. La tensione di prova di questo tipo è di 26 kV, la tensione di scarica 35 kV ca. Con 600 A-spire si raggiunge nella classe 1% una prestazione di 15 VA.

4°) *Riduttore a marmitta.*

Le costruzioni di questo tipo sono svariatissime, essendovi riduttori con nucleo a colonna, a mantello, ad anello. Con tutti si può avere una sufficiente resistenza d'isolamento e una sufficiente precisione. Varia invece il comportamento agli effetti delle sovracorrenti; inoltre non tutti i tipi costruttivi sono indicati per le tensioni più alte.

Il *più pericoloso nei riguardi dinamici* sembra il tipo con avvolgimento su un solo lato del nucleo. Una soluzione molto originale è quella studiata dalla ditta Walter di Parigi (fig. 20). La bobina primaria è libera di muoversi fra le due metà in cui è divisa la bobina secondaria e in caso che si produca sovracorrente si dispone da sola in modo tale che le forze in entrambe le direzioni vengano ed equilibrarsi. L'idea informativa è molto

originale e buona; la costruzione presenta però un grande inconveniente e cioè la fortissima dispersione, per cui questo tipo, confrontato con un altro a piccola dispersione, a pari numero di A-spire ha un errore molto maggiore.

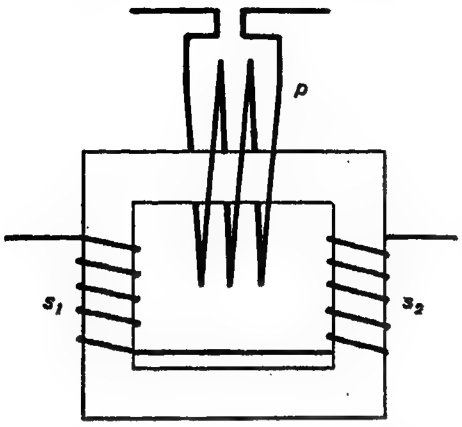


Fig. 20. - Riduttore di corrente resistente agli effetti dei corti circuiti. L'avvolgimento secondario è diviso in 2 parti (s_1 s_2) poste dai due lati del primario.

Il più soddisfacente nei riguardi dinamici è il tipo ad anelli incrociati studiato dall'A. e costruito dalla Siemens e Halske (fig. 21), poichè l'avvolgimento primario è già di forma circolare e risulta facile assicurare contro eventuali spostamenti l'avvolgimento secondario sulla circonferenza del nucleo in ferro, a sezione parimente circolare.

Si è già parlato dell'isolamento con massa o olio, e dei relativi vantaggi e svantaggi. Per impianti importanti oggi non si usano più riduttori a massa isolante, limitandone l'impiego ad allacciamenti di poca importanza presso gli utenti, dove le correnti di corto circuito sono meno violente. Il già descritto riduttore a foro trasversale viene anche costruito come tipo a marmitta, senza impiego di materiali infiammabili (fig. 22).

Come costruzioni speciali, ricorderemo anche i *riduttori a marmitta di tipo sospeso* per impianti all'aperto, che sono stati studiati in origine in relazione alla difficoltà di impedire l'ingresso dell'acqua nei passanti sull'alta tensione. In America questo tipo è usato da parecchi anni. Il *riduttore a marmitta a foro trasversale* è specialmente adatto, per la sua costruzione, per il montaggio sospeso, e si è perciò fatto il tentativo di introdurre anche in Germania il riduttore in sospensione (fig. 23). Con questo sistema si ottiene negli impianti all'aperto una buona disposizione dei conduttori.

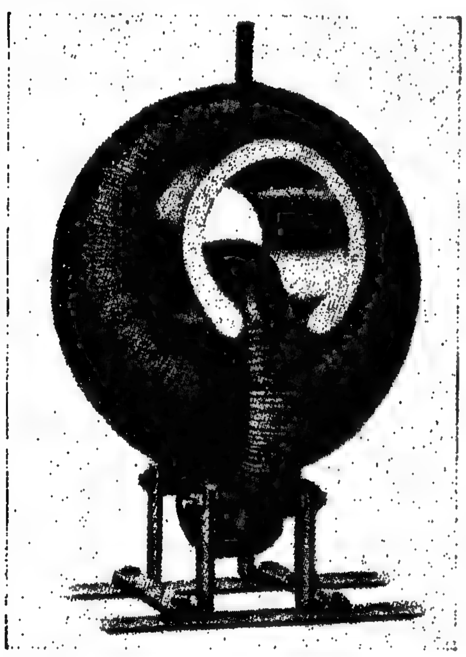


Fig. 21. - Riduttore ad anelli incrociati della Siemens e Halske. Il primario è circolare, l'avvolgimento secondario uniformemente distribuito sull'anello in ferro.

5°) *Riduttori di corrente portanti.*

Il tipo a marmitta è ancora conveniente per tensioni di prova fino a 100 kV, ma è anche già stato costruito per tensioni di prova fino a 350 kV (fig. 24 *a*). Tale riduttore consta delle parti seguenti:

a) di un passante normale, eventualmente del tipo per impianti all'aperto;

b) del riduttore propriamente detto;

c) della cassa in lamiera con riempimento d'olio.

L'altezza del riduttore vien determinata per mezzo della lunghezza del passante, come distanza isolante superficiale nell'aria più la distanza isolante superficiale nell'olio, e dell'altezza di costruzione del complesso di trasformazione propriamente detto. Come altezza si deve calcolare almeno 3 volte la distanza isolante e si arriva così con una tensione di prova di 350 kV a un'altezza totale di 5 m., e nella serie 200 con una tensione di prova di 460 kV a circa 7 m. di altezza totale.

In America questo tipo è stato realizzato per un gruppo di riduttori di corrente e di tensione in un impianto a 220 kV, arrivando a un peso complessivo di ca. 40000 kg. Calcolando in base a un prezzo di vendita di 3÷4 marchi (L. 14÷18) al kg., si arriva per tale gruppo di misura a un prezzo di 120.000÷160.000 marchi (L. 550.000÷740.000). In Europa prezzi simili non sono possibili, e perciò si dovettero cercare altre strade per rendere più a buon mercato i dispositivi di misura per altissime tensioni. Per la misura della tensione si sono impiegati con successo trasformatori in cascata, condensatori ecc. Anche per i riduttori di corrente si è finito col ricorrere, per tensioni fino a 100 kV, alla trasformazione per gradi, come si vedrà più avanti.

Fortunatamente è stato possibile non solo costruire il riduttore ad anelli incrociati per le tensioni più alte, ma anche ottenere una costruzione così soddisfacente che si può dire di aver così creato il riduttore per altissime tensioni più economico e più esatto e anche il più sicuro. Basta aumentare alquanto il

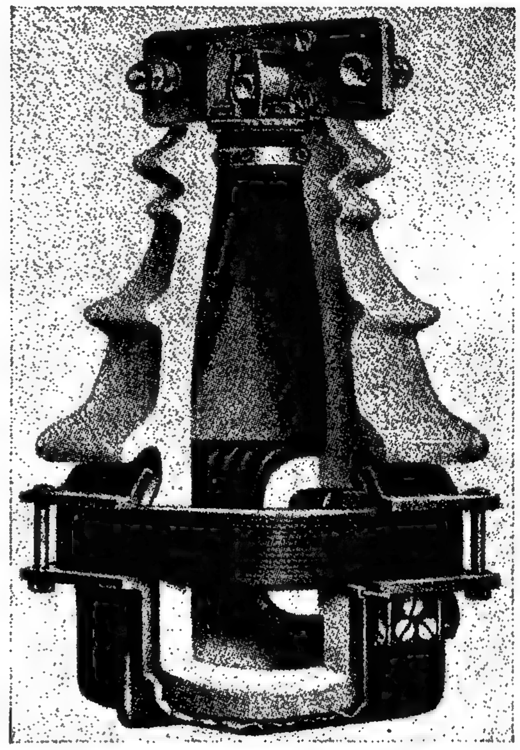


Fig. 22. - Riduttore a foro trasversale a marmitta per una tensione di prova di 86 kV (in sezione).

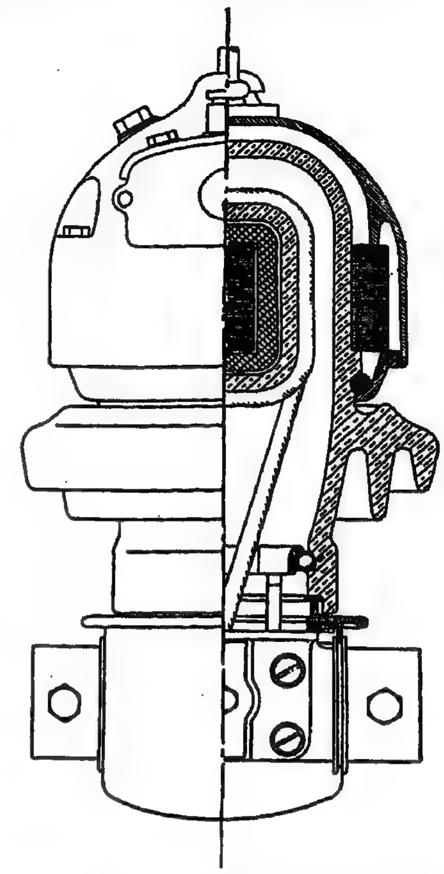


Fig. 23. - Riduttore di corrente di tipo sospeso (Koch e Sterzel) per impianti all'aperto e con tensione di prova di 42 kV.

diametro del rivestimento in porcellana e si può allora costruire il riduttore ad anelli incrociati all'interno dell'isolatore e si viene così, con dimensioni e pesi molto più piccoli, alla costruzione del *riduttore di corrente portante*. Le fig. 24*a* e *b* rappresentano due riduttori della serie 150, per la stessa tensione di prova e la stessa prestazione, uno del tipo a marmitta e l'altro del tipo portante. I pesi sono rispettivamente 2500 kg e 1100 kg., le altezze totali 5,20 e rispettivamente 2.90 m. Nella fig. 25, che rappresenta in sezione un riduttore portante del tipo da 60 kV, si vedono bene i dettagli costruttivi.

Un tipo di riduttore di corrente portante con anelli incrociati è stato fornito in forte quantità (87 pezzi) per la linea a 220 kV della R. W. E. (1). La tensione di prova ammonta a 460 kV, e inoltre era prescritto che la distruzione dell'isolamento non potesse avvenire prima dei 650 kV. La prova fatta su un riduttore (a secco) con tensioni fino a 750 kV verso terra con un gruppo trasformatore da 500 kVA non diede luogo ad alcun corto circuito interno, e a nessuna formazione di scintille sott'olio. Si può dire pertanto che questo tipo di riduttore può essere impiegato, aumentando semplicemente la distanza isolante superficiale, anche per la serie seguente delle norme V.D.E, o serie 300, avente una tensione di prova di 680 kV. Il peso di questo riduttore ammonta a 3000 kg., mentre con la costruzione a marmitta bisognerebbe impiegare il peso doppio. Nella fig. 26 si vede l'installazione di questo riduttore in un impianto all'aperto a 220 kV.

Altri progressi notevoli son stati fatti dopo la realizzazione del tipo ora descritto. Si è cioè riusciti a diminuire in misura veramente notevole le dimensioni e quindi il peso dei riduttori, senza diminuire per questo la resistenza ai corti circuiti interni in servizio normale. Il nuovo modello per 100 kV di tensione di serie e 240 kV di tensione di prova, con una prestazione fino a 200 VA nella classe 0.5 con un coefficiente di sovracorrente 7, ciò che corrisponde a ca. 100 VA con un coefficiente 15, pesa solo ca. 350 kg. Nelle prove di tipo, dopo che il trasformatore di corrente era stato un anno senza conservatore d'olio, si potè raggiungere ancora una tensione di scarica di 380 kV senza che si producessero perforazioni dell'isolamento. Solo dopo che il riduttore ebbe subito una serie di scariche esterne a 380 kV, scaricò anche internamente con una tensione di 360 kV dopo 2 minuti. Anche dopo replicate scariche interne il riduttore resistè sempre alla tensione di 240 kV.

Per la tensione di serie di 150 kV il peso ammonta a circa 900 kg. Sono già stati preparati anche 60 riduttori di questa misura, senza che in uno solo l'isolamento sia stato danneggiato

(1) *Rheinisch-Westfälische Elektrizitätswerke.*

nelle prove di fabbrica a 350 kV. Con la tensione di serie di 200 kV e la tensione di prova di 460 kV attualmente il peso del riduttore ammonta a soli 1500 kg circa con 200 VA nella classe *E*.

Normalmente questi riduttori si costruiscono con un solo nucleo. Due nuclei, qualunque sia la loro prestazione singola, richiedono l'impiego di un isolatore più grosso e quindi un aumento del peso e del prezzo.

Il tipo ad anelli incrociati usato per questo riduttore è estremamente resistente alle sollecitazioni di tensione. Dopo la comparsa di questo tipo (1924) nessun riduttore di questa specie si è guastato in servizio. Riduttori della serie 100 senza conservatore d'olio mostravano ancora dopo 4 anni di servizio, quando vennero riprovati, le precise tensioni di perforazione rilevate a suo tempo durante le ricerche sui riduttori costruiti per modello. Non si deve pertanto avere il benchè minimo scrupolo a installare questo riduttore non solo negli impianti all'aperto ma anche negli impianti all'interno.

6°) *Riduttori in cascata.*

Si è già detto che il riduttore a foro trasversale può essere costruito al massimo per 100 kV di tensione di prova. Per tensioni maggiori si possono disporre due o tre riduttori uno sopra l'altro, collegandoli in serie. Si ottiene così innanzi tutto il vantaggio di un assai minore sciupio di materiale, perchè l'isolamento, che è la particolarità più costosa del riduttore, aumenta solo proporzionalmente alla tensione, e non col cubo di questa come avviene nelle costruzioni a un solo elemento. Bisogna però tener conto di una serie di importanti svantaggi:

a) ineguale ripartizione della tensione lungo gli elementi, ciò che si può peraltro correggere, p. es. secondo la proposta di Pfiffner collegando i vari elementi a quelli corrispondenti di un trasformatore di tensione in cascata;

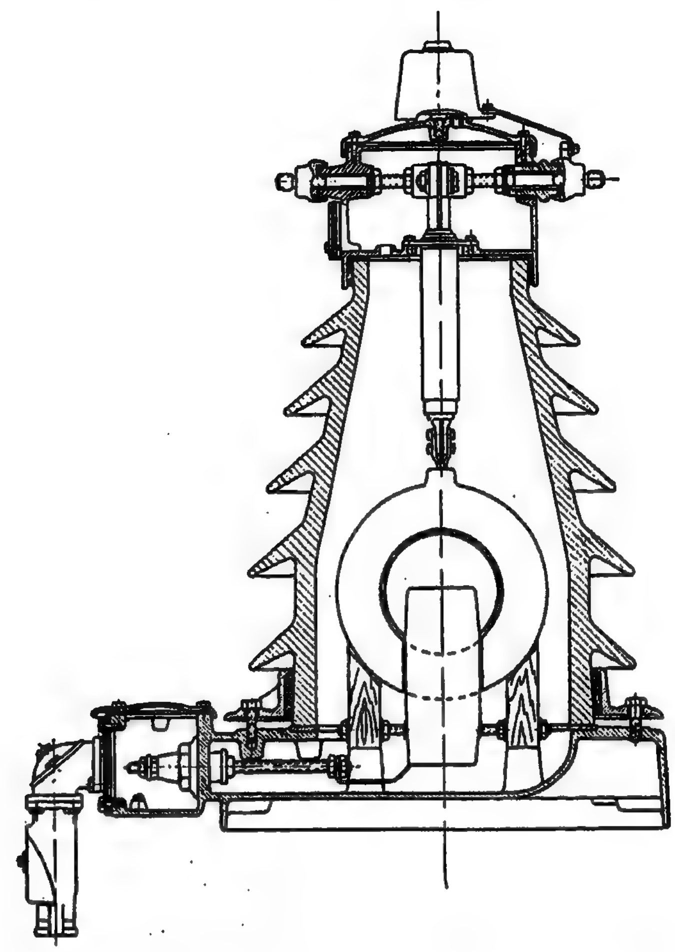
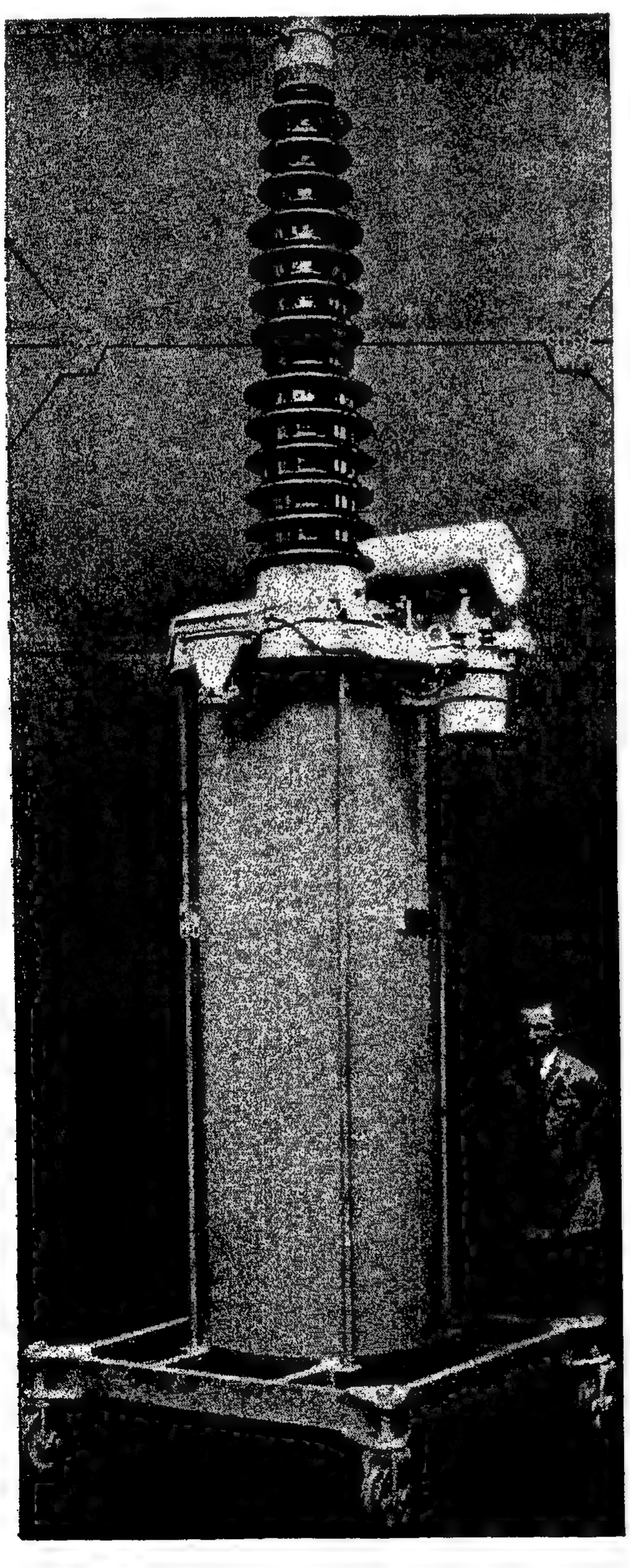
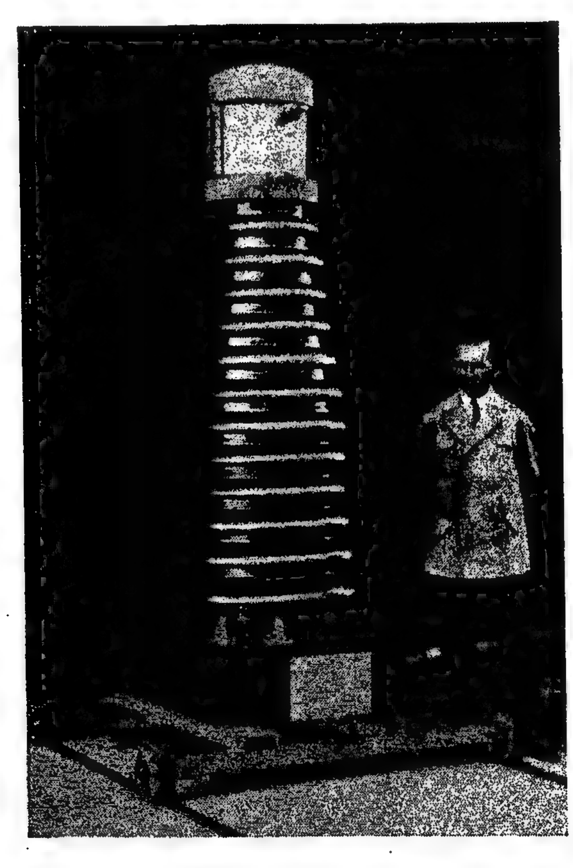


Fig. 25. - Riduttore di corrente portante per 60 kV.

b) il riduttore superiore deve avere una prestazione molto forte con limiti d'errore molto ristretti, perchè deve provvedere all'intero consumo a vuoto del secondario del secondo ed eventualmente anche del terzo elemento.



a



b

Fig. 24. - Confronto fra due riduttori di corrente per l'aperto per tensione di esercizio di 150 kV, tensione di prova 350 kV, di pari prestazione e precisione.

24 *a*) - Costruzione 1928 a marmitta.

24 *b*) - Costruzione 1930 tipo portante (Siemens e Halske).

Inoltre i limiti d'errore dell'elemento superiore o di testa devono ammontare solo ad una frazione dell'errore complessivo; quindi l'elemento deve avere un numero di A-spire molto elevato ed è difficile, con una corrente 1,2 volte la nominale, che esso possa soddisfare le prescrizioni del V.D.E nei riguardi del riscaldamento. Se quindi si produce un riscaldamento forte e durevole del corpo di porcellana, le perdite dielettriche aumentano fortemente e si verifica il pericolo di perforazione. Inoltre è difficile raggiungere alti coefficienti di sovracorrente con forti prestazioni. Indubbiamente questi inconvenienti principali possono essere superati; sembra però più semplice evitarli addirittura, adottando una costruzione sicura a un solo elemento. Il vantaggio del minor sciupio di materiale coi tipi in cascata è d'altronde bilanciato dal maggior costo di costruzione del riduttore.

CONCLUSIONI.

I riduttori di corrente, nei trenta anni passati dalla loro prima comparsa, hanno progredito moltissimo sotto ogni rapporto. La precisione della misura è stata portata fino ai limiti della precisione dei migliori dispositivi di misura, poichè si ottengono ormai errori di rapporto sotto 0.05% ed errori di fase minori di 2 minuti. Il riduttore di corrente resiste a tensioni fino a 3/4 di milione di Volt, senza che si presenti nessuna difficoltà per aumentare questo limite a 1 milione di Volt; finalmente la resistenza del riduttore di corrente agli effetti delle sovracorrenti è così alta, che con alcuni tipi speciali si raggiunge senza danno una corrente pari a 5000 volte la nominale.

Vi è infine abbondanza di tipi costruttivi, ciascuno dei quali presenta per l'impiego i propri limiti di convenienza tecnica ed economica.

PROF. DR. ING. GIORGIO KEINATH.

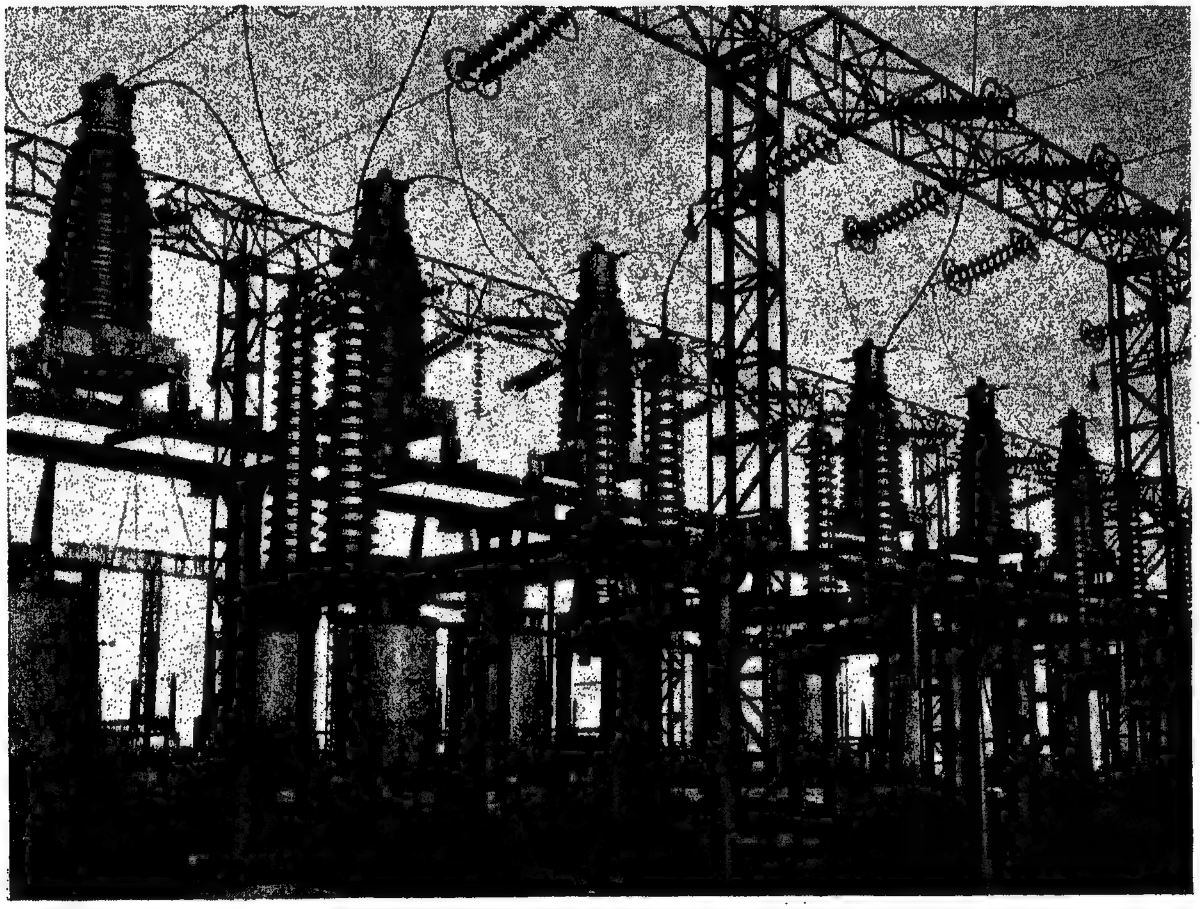


Fig. 26. - Stazione all'aperto per 220 kV con riduttori portanti.

ING. ETTORE CESÀRI

DIRETTORE DELL' « UNIONE NAZIONALE FASCISTA INDUSTRIE ELETTRICHE »

L'industria elettrica all'estero

Danimarca

Caratteri dell'industria. La Danimarca trovasi, per ciò che riguarda l'industria elettrica, in condizioni assai simili a quelle dell'Italia. Essa vi è libera in ogni senso. Sebbene anche in Danimarca si riconosca l'importanza della concentrazione delle Imprese e delle interconnessioni, l'una e le altre sono appena all'inizio, gli impianti essendo ancora quasi tutti a carattere individuale.

Le *centrali* si dividono in *urbane* e *regionali*; queste ultime alimentano anche i centri minori e le zone rurali. Come *pertinenza* esse si classificano così:

Municipali	83
Private (imprese individuali)	62
» (Società Anonime)	14
» (Cooperative)	15
Per uso proprio esclusivo	4
TOTALE	178

Di queste 129 sono *urbane* e le rimanenti 49 *regionali*. In questo computo non sono comprese le sottostazioni.

Il capitale investito (nel 1929) era di 436 milioni di corone (due miliardi e un quarto di lire).

Data la modesta popolazione del Regno di Danimarca, (circa tre milioni e mezzo d'abitanti), tali cifre indicano una grande suddivisione della produzione. La scarsità di industrie fa prevalere il consumo minuto.

Risorse naturali. La Danimarca è forse anche più povera dell'Italia di risorse naturali. Non ha carbone, e possedendo un territorio che sale appena a 150 m sul mare nei punti più elevati non ha che una modesta dotazione di forze idrauliche (una ventina di migliaia di cavalli). Queste ultime sono in parte già sfruttate.

Come in Olanda, anche in Danimarca si è tentata l'applicazione della forza del vento alla produzione d'energia: trattasi anche qui di impianti per ora modestissimi.

La sola possibilità, in parte già in via di realizzazione, di servirsi di energia d'origine idraulica è la sua importazione dalla vicina Svezia. Per ora, ad eccezione delle poche e modeste centrali idrauliche, la produzione è fatta da centrali termiche che bruciano carbone ed olio pesante, entrambi importati.

Gli impianti produttori. Le centrali idrauliche più importanti sono di proprietà di quattro enti produttori, per un complesso di 13.000 cavalli, suddivisi su 98 unità.

Prevale l'impiego delle turbine a vapore, di dimensioni notevoli (42 unità con 204000 cavalli). Esistono ancora 18 unità a vapore, alternative, per 11575 cavalli. Il motore Diesel è rappresentato da 713 unità con 109880 cavalli, e quello a gas da 79 unità con 4300 cavalli. Finalmente vi sono 48 motori a vento per un complesso di 833 cavalli.

Aggiungendo 1837 cavalli di altri tipi di motore si ha un totale (1929) di 345629 cavalli installati.

L'evidente tendenza è a favore della turbina a vapore nelle grandi centrali e del motore Diesel nelle piccole.

La potenza media per macchina che nel 1897 era di 129,8 HP è salita nel 1929 a 322.7 HP. Ciò conferma che il processo di concentrazione è appena iniziato.

La potenza installata dei *generatori* era nel 1929 la seguente:

Nelle centrali urbane e regionali:	alternatori	kW	215.169
	dinamo	»	63.547
Nelle centrali rurali:	dinamo	»	18.900
TOTALE		kW	297.616

dalle quali cifre si desume che più di un quinto della produzione si fa ancora a corrente continua: in complesso sono installati 0,780 kW per HP di motore. Sono inoltre installati 46.000 kW appartenenti ad industrie private che utilizzano per proprio uso l'energia prodotta.

Produzione d'energia. La produzione di energia elettrica in questi ultimi anni, suddivisa secondo il genere di Impresa, è precisata nella Tabella I.

TABELLA I.

PRODUZIONE TOTALE DI ENERGIA ELETTRICA IN DANIMARCA
(in milioni di kWh)

GENERE D'IMPRESA	1925/26	1926/27	1928/29
Imprese elettriche	276	272	331
Imprese private che producono energia per uso proprio	100	150	170
TOTALE	375	422	501

Fonte: *Statistiche ufficiali*.

Dei 331 milioni di kWh prodotti nel 1928/29 nelle centrali urbane e regionali delle imprese elettriche 162 milioni appartengono alla sola città di Copenaghen.

Dell'energia prodotta dalle imprese elettriche solo 18 milioni di kWh sono d'origine idraulica.

Trasmissione dell'energia.

Sebbene sia appena iniziata l'opera di collegamento pure le linee ad alta tensione (fra 2000 e 50000 Volts) hanno già superato uno sviluppo complessivo di 10.000 km. Calcolando anche le linee a carattere suburbano ed agricolo, destinate alla distribuzione, si giunge ai 30.000 km. Ciò dimostra la grande diffusione dell'energia elettrica anche nei centri minori.

Utilizzazione dell'energia.

Tale diffusione è dimostrata sopratutto dall'esame dei dati relativi alla distribuzione.

Secondo le statistiche ufficiali, nell'anno statistico '28/'29 erano allacciati alle reti di distribuzione:

	(Migliaia di utenti) Luce	Forza
Nella capitale	239	12,3
Altre distribuzioni urbane	258	24,8
Distribuzioni suburbane	171	60,1
» agricole	50	16,9
TOTALE	718	114,1

Queste cifre corrispondono ai seguenti coefficienti:

	(Utenti per 1000 abitanti) Luce	Forza
Nella capitale	33,2	1,7
Altri abitati	28,6	2,8
Campagne	11,8	4,1
TOTALE	20,3	3,2

Si noti che le installazioni luce offrono una media che va da 11,8 lampade per utente nei centri minori a 17,9 nelle zone suburbane. La forza motrice va da 5,6 HP a 7.9 HP per utente, il minimo essendo dato dalle campagne ed il massimo dalle grandi città.

Il consumo luce fu nell'anno statistico '28/'29 di 109,8 milioni di kWh, quello forza di 164 milioni, in totale di 273.8 milioni: il che vuol dire che le perdite di trasporto e distribuzione ammontarono al 20%.

Tariffe e prezzi.

A Copenaghen il kWh costa L. 1.53 per luce e L. 0,62 per forza motrice e riscaldamento. Più elevate sono le tariffe nei centri più lontani, dove si giunge rispettivamente fino a L. 2.90 e L. 1.52.

Rimarchevoli sono le tariffe per gli usi agricoli, tutte di forma polinomia, colle quali oltre a L. 0,60 per kWh consumato per luce e L. 0,30 per kWh consumato per forza si paga un canone annuo proporzionale all'installato ed altri compensi proporzionali all'area di terreno interessata ed ai prodotti ottenuti. Nonostante la sua complicazione tale tariffa ha incontrato la simpatia degli utenti agricoli che sono assai numerosi. Le potenze impiegate sono assai modeste, essendo in Danimarca l'agricoltura basata principalmente sulla produzione di latticini.

L'elettrificazione ferroviaria.

Anche in Danimarca si è studiato il problema dell'elettrificazione ferroviaria. Le ferrovie dello Stato danese hanno eseguito uno studio completo della trasformazione delle linee che fanno capo a Copenaghen; tale trasformazione, che sarà a quanto sembra iniziata fra breve, importerà una spesa di Lit. 100 milioni.

Importazioni ed esportazioni di materiale elettrico.

La Danimarca produce in parte il proprio fabbisogno di materiale elettrico, e particolarmente cavi e fili isolati, piccoli motori, dinamo, apparecchi per applicazioni domestiche.

Nel 1928 le esportazioni furono le seguenti, in *tonnellate metriche*:

	Esportazione
Macchinario elettrico	1.019
Batterie e loro elementi	3.018
Cavi	221

Le importazioni di materiale elettrico nello stesso anno, per un valore complessivo di 110 milioni di lire italiane, pel 14% compresero dinamo e motori, per l'11% ventilatori, pel 10% lampade a incandescenza.

La principale importatrice è la Germania (51.6%) seguita dalla Svezia (11.9%), dall'Olanda (10.8%), dagli Stati Uniti (8.5%) e dall'Inghilterra (6.9%). L'Italia figura assente.

La Danimarca sopperisce ai propri bisogni per ciò che riguarda i cavi e fili isolati.

Norvegia

Caratteri dell'industria.

La Norvegia trovasi, insieme con la Svezia, in una situazione che può dirsi unica al mondo nei riguardi della produzione dell'energia elettrica, e che ha qualche analogia soltanto con quella del Canada. Trattasi nel caso della Norvegia, di una nazione di 2.821.000 abitanti sparsi sopra una superficie uguale a quella dell'Italia (più di 300 mila kmq) che possiede un patrimonio idraulico fra i più cospicui del mondo.

Il territorio non è eccessivamente ricco: solo il 2,2% è praticamente coltivabile, e mancano le materie prime che formano la base delle più importanti industrie. Essendo il suo patrimonio forestale importantissimo, le prime industrie che vi nacquero furono quelle del legno, della cellulosa e della carta.

La Norvegia fu per questo fra i primi paesi del mondo che si interessarono dell'utilizzazione delle forze idrauliche: dapprima applicandole direttamente, poi con l'intermediario delle correnti elettriche. Già da tempi molto antichi vi esistevano segherie idrauliche, cosicchè vi sono ancora in vigore diritti di *antico uso* delle acque. Alcuni di questi sono di spettanza di privati, altri di consorzi o di comunità, di Società anonime e finalmente dello Stato, il quale tuttavia a questo riguardo è considerato sulla stessa base d'un privato.

L'industria elettrica vi è quindi arrivata quando già l'utilizzazione delle risorse idriche aveva preso un considerevole sviluppo. Il primo impianto idroelettrico data dal 1889, anno nel quale erano già installate turbine per 60.000 cavalli: cifra considerevole a quell'epoca, in un paese di così scarsa popolazione. Si comprende come in queste condizioni l'industria elettrica destinata all'alimentazione delle reti di distribuzione abbia un'importanza secondaria rispetto alle industrie che utilizzano direttamente l'energia d'origine idraulica, compresevi quelle che impiegano trasporti di forza elettrici. Nel 1929 la produzione per l'industria elettrica risultò di un terzo rispetto a quella effettuata per uso diretto delle industrie, non contando le utilizzazioni che non si servono dell'elettricità come mezzo di trasmissione. Siamo quindi agli antipodi della situazione italiana.

L'industria elettrica era in origine esclusivamente affidata all'industria privata, ma gradualmente si andarono diffondendo in Norvegia le municipalizzazioni: le quali sono talvolta urbane,

talvolta rurali, e in altri casi miste. Oggi le imprese private non raggiungono la decina, sebbene alcune di esse abbiano una certa importanza. Vi hanno preso notevole sviluppo le interconnessioni. Lo Stato ha di recente costruito un grande impianto idroelettrico a Nore, con quattro gruppi da 29000 kVA ciascuno, che è destinato ad alimentare la regione dell'Eastland, dove trovasi quasi la metà dell'intera popolazione norvegese.

Si calcola che l'investimento di capitali nelle centrali elettriche norvegesi fosse nel 1928 di 1.463.000 corone, pari a circa sette miliardi e mezzo di lire italiane.

Risorse naturali.

La Norvegia ha la sua principale risorsa nelle forze idrauliche. Non possiede sul territorio nè carbone, nè combustibili liquidi: di recente si iniziò lo sfruttamento dei giacimenti di carbone delle isole Svalbard, i soli dei quali il Regno di Norvegia abbia la disponibilità. Ma il prodotto non copre neppure il fabbisogno delle industrie e degli impieghi ordinari, tanto che nel 1929 l'importazione di carbone fu di 3 milioni di tonnellate. Modesta è pure la disponibilità di minerali metallici.

Il sistema orografico della Norvegia si presta molto bene alla creazione di serbatoi e di centrali a grandi cadute: almeno il 50% delle forze utilizzabili sono di caduta superiore ai 500 metri. Le portate subiscono grandi variazioni fra l'inverno e l'estate. In complesso, la valutazione più esatta esistente del patrimonio idraulico norvegese stabilisce in 16 milioni di cavalli effettivi (alle turbine) la potenza *continua* praticamente utilizzabile. Ma la potenza che si potrebbe ottenere mediante impianti stagionali è di parecchie volte superiore. Anche attenendosi a 16 milioni di cavalli, il patrimonio *idraulico per abitante* sarebbe di 5,66 cavalli: cifra enorme in confronto di quella degli altri paesi europei.

Una delle circostanze che hanno favorito lo sviluppo dell'industria idroelettrica norvegese va ricercata nelle condizioni naturali che permettono di raggiungere costi di impianto poco elevati. La media dei costi per kW installato (impianti da 8000 ore) è stimato in Lit. 2880, con minimo di Lit. 1875 e massimo di Lit. 5750. Anche supponendo una utilizzazione di 6000 ore, come massimo pratico, i costi per kWh anno risultano di L. 0,48 per la media, di L. 0,31 per il minimo e di L. 0,96 per il massimo.

Data la piccola popolazione, è da credersi che la Norvegia per lunghi anni non avrà bisogno di cercare in altre fonti il proprio fabbisogno d'energia elettrica. Anzi, si è affacciata l'ipotesi che l'energia elettrica vi possa ridurre a zero l'importazione del carbone, sopperendo alla maggior parte degli impieghi pei quali è oggi impiegato questo combustibile.

Impianti idraulici esistenti.

Grande è lo sviluppo che l'utilizzazione delle forze idrauliche ha già avuto in Norvegia, ed essa è in continuo aumento tanto per conto dell'Industria elettrica che delle industrie manifatturiere, metallurgiche ed elettrochimiche.

La seguente Tabella I dà un'idea del progresso fatto in questo campo in Norvegia.

TABELLA I.

UTILIZZAZIONE DELLE FORZE IDRAULICHE IN NORVEGIA FRA IL 1895 E IL 1928
(in HP effettivi)

	1895	1900	1907	1913	1922	1928
Industria della lavorazione del legno	75.000	90.000	117.000	180.000	220.000	203.000
Centrali elettriche	—	8.000	31.000	125.000	694.000	1.050.000
Industria elettrochimica ed elettrometallurgica	—	10.000	48.000	390.000	766.000	975.000
Industrie diverse	25.000	36.000	42.000	60.000	140.000	69.000
TOTALE	100.000	144.000	238.000	755.000	1.820.000	2.297.000

NB. - I cavalli sono *effettivi*, misurati alle turbine.

Fonte: *Norges Industri*, Organo dell'Associazione Industriale Norvegese, ottobre 1930.

Gli impianti che servono esclusivamente industrie elettrometallurgiche ed elettrochimiche, e che presero grande sviluppo dall'epoca dello scoppio della guerra europea, sono stati possibili solo nei casi pei quali il costo d'impianto era molto basso. In pratica essi sono costati Lit. 2600 per kW, come media, ossia, data la possibilità di una utilizzazione molto elevata, circa Lit. 0,35 per kWh-anno.

Le principali centrali idroelettriche sono elencate nella Tabella II.

Esistono anche impianti termici, che complessivamente raggiungono i 100.000 kW.

La potenza complessiva installata alla fine del 1929 suddivisa secondo la fonte di energia utilizzata è la seguente:

Impianti idraulici	1590	migliaia di kW
Impianti termici	100	» » »
Totale alla fine del 1929	1690	» » »

(Fonte: *E T Z* 12 giugno 1930).

Produzione d'energia.

Nel 1929 la produzione di energia fu la seguente:

	(Milioni di kWh)
Per le reti di distribuzione	2300
Per gli impianti elettrochimici ed elettrotermici	4500
Per altre grandi industrie e per applicazioni varie	2100
TOTALE (1929)	8900

Questa produzione, ragguagliata alla popolazione, porta a un risultato di 3150 kWh per abitante: mentre limitando il calcolo alla produzione delle Imprese ed Aziende elettriche la produzione destinata alle reti risulta ancora superiore a 800 kWh per persona, cifra ancora ragguardevolissima.

Va anche tenuto conto del fatto che, secondo le statistiche locali, nel 1929 esistevano impianti industriali (sopratutto per

TABELLA II.

DATI SU ALCUNE CENTRALI IDROELETTRICHE NORVEGESI

CENTRALE	Potenza complessiva HP	Salto netto m.	Turbine installate		Caratteristiche della corrente		Rapporto di trasformazione	Anno di entrata in servizio
			N.°	Potenza unit. in HP	frequenza	tensione V		
Bjolvefossen	36.900	843	3	12.300	—	12.000	—	1918
Froistul	34.200	40÷55	2	17.100	50	6.500÷7.150	6.500/66.000	1926
Glomfjord	110.000	446	4	27.500	25	15.000	—	—
Lienfoss	20.400	17	4	5.100	—	10.000	—	1910
Morkfoss-Solbergfoss	80.000	21	7	11.500	50	10.500	10.500/65.000	1924
Nore	140.000	360	4	35.000	—	12.000	12.000/144.000	1918
Ranafoss	84.000	14	6	14.000	50	7.500	7.500/50.000	1921
Saaheim	161.000	250	9	16.400	—	—	—	1916
			2	6.750	—	—	—	—
Sauda. I	37.500	280	5	7.500	25/50	12÷14.000	—	—
Sauda. II	20.000	175	3	6.700	25	13–14.000	—	—
Sauda. III	68.000	240	2	34.000	—	—	—	in costruz.
Svaelgfoss	60.000	48	6	10.000	—	10.000	—	1907
Tinnfoss I	8.000	—	8	1.000	—	—	—	1899
Tinnfoss II	19.800	29	3	6.600	—	—	—	1911
Tysso	145.000	410	1	10.500	25	12.500	—	1919
			5	13.500				
			7	5.000				
			2	16.000				
Vamma	102.000	25	6	12.000	50	5.000	5.000/50.000	—
			2	15.000				
Vermork	195.000	280	10	16.000	cont.	505÷540	—	1911
			1	17.500				

Fonte: *Norges Industri*, Organo dell'Associazione Industriale Norvegese, ottobre 1930.

la lavorazione del legno e della pasta di cellulosa) che impiegavano direttamente forze idrauliche, per l'equivalente di 100.000 kW, senza passare attraverso l'energia elettrica. Si può quindi affermare che la Norvegia è il paese dove, tenuto conto della popolazione e della superficie del territorio, l'uomo ha ricavato il maggior profitto dalle risorse idrauliche

Alla fine del 1929 si calcolava che il carico complessivo massimo delle centrali (industriali e per distribuzione) raggiungesse 1.350.000 kW: il che darebbe una utilizzazione complessiva di 6600 ore; che sembra molto alta se si consideri che è compreso anche il servizio delle reti di distribuzione. Certo l'utilizzazione industriale deve raggiungere cifre elevatissime.

La trasmissione dell'energia.

In Norvegia è stata stabilita la frequenza normale di 50 periodi, e le linee di trasporto e distribuzione ad alta tensione si stanno normalizzando sui voltaggi di 132 - 45 - 20 - 10 - 5 kV, mentre la bassa tensione è uniformemente a 220 V.

Nel 1928 esistevano 19200 km. di linee ad alta tensione e le reti di distribuzione avevano uno sviluppo di 27000 km.

Fino dal 1920 il Governo norvegese nominava una Commissione perchè in accordo con altra Commissione danese studiasse la possibilità di inviare in Danimarca, attraverso la Svezia, parte della sua esuberante produzione idroelettrica. A queste due Commissioni se ne aggiunse nel 1921 una terza, svedese. Tutte e tre lavorarono fino al 1925 per studiare il problema dal punto di vista tecnico ed amministrativo: fu fissata in 63000 kW la potenza da trasportare, mediante linea aerea a 132 kV. Si prevedeva una utilizzazione annua di 6500 ore. Il progetto non ebbe ancora seguito.

Di recente si è esaminato il problema dell'esportazione di energia idroelettrica dalla Norvegia in Germania. Si tratterebbe di trasportare da 600 a 900 mila kW mediante una linea aerea a 380 kV: i governi interessati non si sono ancora pronunciati in proposito.

L'impiego dell'energia.

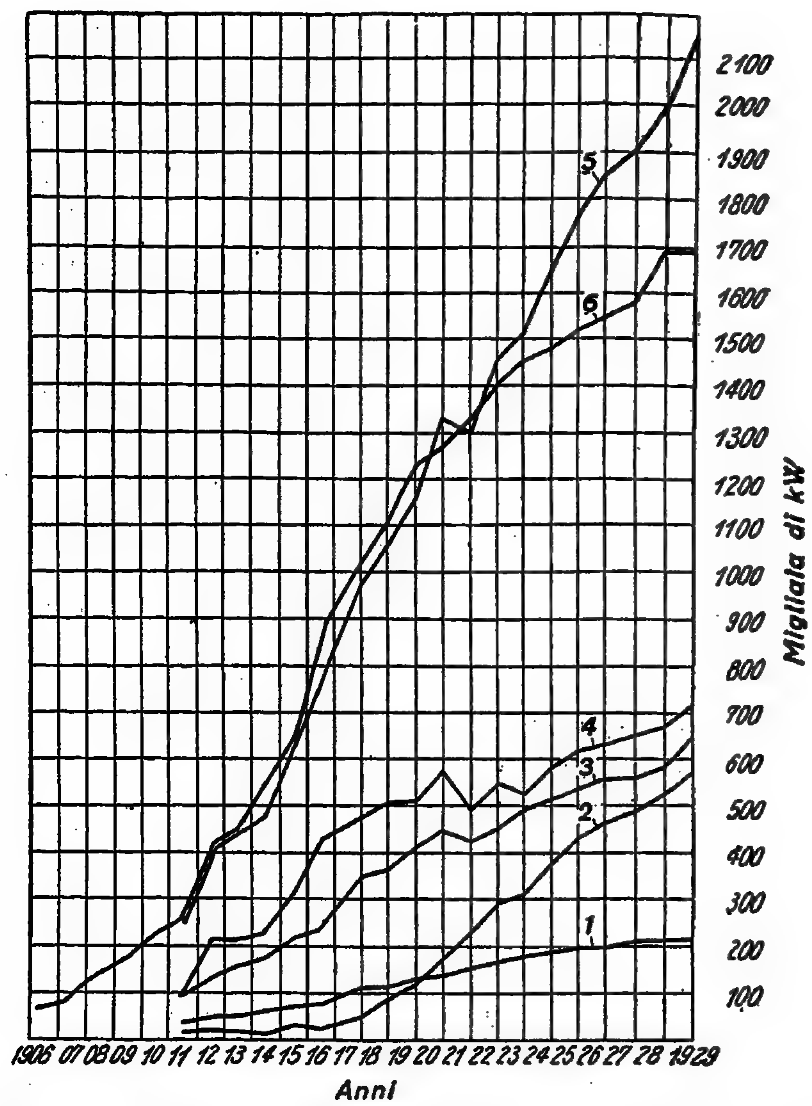
Il diagramma N.° 1 dimostra l'incremento delle diverse applicazioni dell'energia elettrica fra il 1906 e il 1929. Rimarchevole l'aumento delle applicazioni domestiche.

Alla fine del 1929 erano connessi alle reti apparecchi domestici e lampade per complessivi 575000 kW, corrispondenti a 200 Watt per abitante.

La popolazione servita è il 76% della totale.

Per farsi un'idea della importanza delle singole applicazioni elettrochimiche ed elettrotermiche può valere il seguente specchio, che dà la potenzialità di tali impianti, limitata agli apparecchi elettrolitici ed elettrotermici, escludendo i servizi accessori (luce, motori, trasporti ecc.):

Fabbriche di nitrati	330.000 kW
Fabbriche di carburo, cianammidi e leghe di ferro	160.000 »
Fabbriche di alluminio	125.000 »
Impianti per la metallurgia del ferro e dell'acciaio	35.000 »
Produzione di carborundum	30.000 »
Elettrolisi dello zinco	15.000 »
Diverse	25.000 »
TOTALE	720.000 kW



1. Illuminazione. — 2. Applicazioni domestiche. — 3. Motori elettrici. — 4. Industrie elettrochimiche ed elettrotermiche. — 5. Somma dei diagrammi dal 1... al 4.— 6. Potenza totale dei generatori installati, riserva compresa.

Diagramma 1. - Valore della potenza installata, presso gli utenti d'energia elettrica, in Norvegia alla fine del 1929, e potenza totale dei generatori.

Tariffe e prezzi.

Prevalgono tariffe a forfait e miste. Ad Oslo l'illuminazione di stabilimenti, uffici e botteghe si paga in base a Lit. 1,13 per kWh; nelle abitazioni Lit. 0,92, per tutte le applicazioni (luce, riscaldamento ecc.). Si praticano anche forfait annui per servizio ad orario limitato. Per le industrie (forza e riscaldamento), L. 410 per kW-anno, più L. 0,16 per kWh. A Trondhjem si applica una tariffa scalare che va da Lit 1,20 a Lit. 0,40 per la luce e da Lit 0,80 a Lit. 0,40 per la forza. Per le grandi industrie si praticano generalmente contratti a forfait, a prezzi molto variabili.

L'elettrificazione ferroviaria.

Un paese ricco di forze idrauliche ed a territorio prevalentemente montagnoso è portato dalle circostanze a sperimentare l'elettrificazione ferroviaria. Così è avvenuto in Norvegia, dove fino dal 1908 si elettrificò un primo tronco di 24 km. (Thamshavn-Lokken) col sistema monofase, 6000 Volts, 25 periodi, linea aerea. Nel 1911 si elettrificò il tronco Notodden-Tinnoset, lungo 30 km. col monofase a 10.000 Volts, 16,5 periodi, linea aerea. Colle stesse caratteristiche fu elettrificata nel 1912 la Rjukan-Moel, lunga 16 km. Nel 1923 seguì la Narvik-Confine lunga 42 km con 65 km. di binario, monofase a 15 periodi e 16000 Volts. Finalmente fra il '27 ed il '29 entrarono in servizio la Oslo-Drammen-Kongsberg lunga 98 km con 177 km di binario e la Oslo-Lillestrom lunga 21 km. con 82 km. di binario, entrambe monofasi, 16,5 periodi ed a 15.000 Volts, linea aerea. Alcune di queste linee sono servite da centrali proprie, altre da centrali industriali.

Importazioni di materiale elettrico.

Le esportazioni norvegesi di materiale elettrico non hanno grande importanza: le importazioni nel 1928 furono, per le principali voci, le seguenti:

	milioni di Lire italiane
Motori elettrici	23,700
Trasformatori	4,500
Apparecchiature	1,500
Convertitrici	1,830
Diverse, di tipo non producibile in Norvegia	8,300
Materiale per impianti interni	1,900
Diverse, di tipo producibile in Norvegia	8,500
Fili e cavi isolati	12,400
Accumulatori	7,300
Lampade	11,000
Contatori	1,630

La produzione locale ha pure importanza modesta. La principale fornitrice straniera è la Germania, poi vengono gli Stati Uniti e la Svezia. L'Italia non compare come importatrice.

Svezia

Caratteri dell'industria.

La Svezia per la ricchezza di forze idrauliche in rapporto alla popolazione, trovasi in una situazione simile a quella della Norvegia, sebbene qui la popolazione sia quasi tripla.

Anche qui le prime forze idrauliche industriali furono usate per la lavorazione del legno, per le industrie della carta e per la metallurgia. Sortavi anche l'industria elettrica, vi ebbe rapido sviluppo per opera del capitale privato: oggi, come in Norvegia, essa si trova divisa fra privati, Comuni, Consorzi e Stato. Quest'ultimo (caso che non ha altro riscontro importante che in Russia) esercisce l'industria direttamente sopra una vasta zona. Gli impianti sono numerosissimi, per la maggior parte a carattere locale: esistono importanti imprese produttrici, che però lasciano principalmente ai Comuni la distribuzione minuta: vi sono poi numerosi impianti che producono l'energia per uso industriale proprio, o per servizio misto.

I principali aggruppamenti sono:

1) Il *gruppo statale* al quale fu già accennato. Cooperano con esso anche centrali comunali e private.

2) La *Società per le forze motrici della Svezia meridionale* (Sydsvenska), nella quale sono interessati privati e Comuni.

L'esercizio di Stato procede in pieno accordo con quello privato. Nel 1929 l'energia fu prodotta nelle proporzioni seguenti:

	miliardi di kWh					
Centrali statali	1,74	= 35%	della produz. totale			
Centrali dello Stato e dei Comuni	0,40	= 8%	»	»	»	
Centrali private, energia venduta	1,29	= 26%	»	»	»	
Centrali private, energia utilizzata per uso proprio	1,55	= 31%	»	»	»	
TOTALE	4,98	= 100%	»	»	»	

Fonti: *E T Z* 12 giugno 1930. *Electrical Review* 29 agosto 1930.

La legge sulle acque è del tipo vecchio francese, riconoscendo nei proprietari rivieraschi diritti predominanti, anche nei confronti dello Stato che, come in Norvegia, è considerato alla stregua di qualsiasi privato.

Risorse naturali.

Come la Norvegia, la Svezia è ricchissima di forze idrauliche e povera di combustibili. Le miniere di carbone di Scania, le sole utilizzate, dànno soltanto 400.000 tonn. annue, cosicchè la Svezia è costretta ad importare quasi tutto il suo considerevole fabbisogno di carbone. Possedendo la Svezia importanti giacimenti di minerale di ferro vi ha preso, da secoli, notevole sviluppo la metallurgia, che durante l'ultima guerra ha in qualche zona preso dimensioni imponenti, come a Domnarvet. Vi si coltivano anche miniere di rame, di zinco e d'argento. A Trollhättan si pratica in grande l'elettrometallurgia dello zinco, e si va diffondendo anche quella del ferro e dell'acciaio.

Le forze idrauliche della Svezia sono variamente valutate. Esse si possono dividere nettamente in quelle del Nord (Norrland) che sono le più cospicue, sebbene in un territorio poco popolato e povero, e quelle della Svezia centrale e dei grandi laghi. Il primo gruppo, secondo il recente studio di una Commissione nominata dal Governo per lo studio delle questioni relative all'elettrificazione, costituisce da solo un patrimonio, utilizzabile industrialmente, di 27 miliardi e mezzo di kWh annui a deflusso continuo. In totale si potrebbero, secondo la Commissione, ottenere 32,5 miliardi di kWh annui con una utilizzazione media di poco inferiore a 5000 ore. Secondo il Dr. Sveno Norlindh il patrimonio utile, comprendendovi anche parte dell'energia stagionale, potrebbe essere valutato a 100 miliardi di kWh.

Secondo l'El. Survey americano i *cavalli potenziali* utilizzabili sarebbero 3 milioni: valutazione evidentemente molto inferiore al vero.

Altre risorse naturali la Svezia non possiede. Ma anche accettando la valutazione della Commissione sopra nominata il suo patrimonio idraulico sarebbe uguale almeno a quello dell'Italia, con una popolazione sette volte più piccola. È la seconda Nazione europea, dopo la Norvegia, per la ricchezza di forze idrauliche per abitante.

Gli impianti produttori esistenti.

La costruzione degli impianti idroelettrici svedesi ha proceduto in modo continuo dal 1900 ad oggi, con ritmo leggermente accelerato, come dimostra la Tabella I.

TABELLA I.

INCREMENTO PROGRESSIVO
DEGLI IMPIANTI IDROELETTRICI IN SVEZIA

ANNO	Potenza installata in HP	ANNO	Potenza installata in HP
1900	250.000	1920	1.150.000
1905	350.000	1925	1.380.000
1910	550.000	1929	1.600.000
1915	880.000		

Fonte: *E T Z* 12 giugno 1930.

Fra i più cospicui impianti svedesi vanno segnalati quello di Trollhättan, costruito prima della guerra, che per parecchi anni fu il più importante impianto idroelettrico d'Europa; la Centrale di Porjus in Lapponia (con centrale sotterranea), quella di Alvkarleby e quella termica di Västeras.

La centrale di Trollhättan possiede 13 gruppi con una potenza, praticamente raggiunta come massimo, di 118800 kW. Essa può da sola produrre circa 800 milioni di kWh annui. È impiantata sul fiume Göta-Alv, emissario del Lago Vener, ed è la più importante delle tre esistenti su questo corso d'acqua. Fruisce di un salto di 32 m, mentre delle altre due: quella di Lilla Edet ha solo 7 m e quella di Värgon, posta sull'estuario del lago, 5 m di caduta. Tutte e tre le centrali sono statali. La portata naturale del fiume, regolata dal gigantesco lago Vener che ha una superficie di 5500 kmq, varia fra 320 e 900 mc/sec. La sistemazione a serbatoio del lago, che è in via di esecuzione, renderà possibile la produzione sulle tre centrali, di 1300 milioni annui di kWh regolati, con punte di 200.000 kW. Nella centrale di Lilla Edet si sono adottati due tipi di turbina; tipo Lavaczeck da funzionare a carico costante e tipo Kaplan da marciare a regime variabile, al fine d'ottenere il miglior rendimento possibile.

Altro impianto interessante è quello di Porjus. È questa la centrale idroelettrica più nordica della Terra, trovandosi 50 km. a nord del circolo polare. È stabilita sul fiume Stora Lule, alimentato da diversi laghi di superficie considerevole. Il salto è di 56 m, la portata non regolata varia fra 24 e 1500 mc/sec. La presa è costituita da una diga tracimabile per 200 metri di lunghezza, lunga 1250 m. Le turbine sono alimentate direttamente dalla presa da cinque condotte forzate. L'energia viene prodotta in parte a corrente trifase e in parte monofase, quest'ultima per l'alimentazione ferroviaria. La Centrale come si è detto, è sotterranea.

La massima erogazione possibile è di 60000 kW. La produzione ottenuta finora supera i 350 milioni di kWh, annui. A valle di questa si sta costruendo sullo stesso corso d'acqua un'altra centrale capace di fornire 100.000 kW. Parte dell'energia è impiegata nelle vicinanze per uso di elettrochimica.

La centrale di Västeras è termica ed è destinata a funzionare da riserva per l'intera rete statale. Comprende due gruppi da 5000/7000 kW e due da 10000/14000 kW ciascuno (la prima cifra è la potenza *economica*, la seconda la *massima*). La pressione impiegata è di 20 atmosfere, la temperatura del vapore di 350°. Essa servirà in seguito anche pel taglio delle punte nelle stagioni di magra.

Vi sono in Svezia altre piccole centrali termiche: complessivamente però la produzione termica non è superiore al 3÷4% del totale.

La produzione d'energia.

La produzione dell'energia negli anni fra il 1915 e il 1929 è data dalla seguente tabella:

TABELLA II.

PRODUZIONE D'ENERGIA IN SVEZIA
FRA IL 1915 E IL 1929

ANNO	Energia prodotta	Anno	Energia prodotta
1915	1,69 miliardi di kWh	1926	4,01 miliardi di kWh
1920	2,30 » » »	1927	4,39 » » »
1923	2,99 » » »	1928	4,41 » » »
1924	3,07 » » »	1929	4,98 » » »
1925	3,67 » » »		

Fonti: *E T Z*, 12 giugno 1930 - *Electrical Review*, 29 agosto 1930.

La produzione per abitante nel 1929, ha raggiunto circa 800 kWh.

Trasmissione dell'energia. Esistono in Svezia linee a 130000, 80000, 70000, Volt pel collegamento delle grandi centrali coi centri d'utilizzazione; tensioni svariate servono alle distribuzioni. Vastissime sono le reti a carattere agricolo, costruite da Consorzi di agricoltori. In complesso si hanno in Svezia 55.000 km. di linee ad alta tensione.

Impiego dell'energia. Il consumo di energia elettrica in Svezia negli anni 1926 - 1927 - 1928 si suddivide come segue:

TABELLA III.

SUDDIVISIONE DEL CONSUMO DI ENERGIA ELETTRICA IN SVEZIA

(milioni di kWh)

Impiego dell'energia	1926	1927	1928	1929
Illuminazione, applicazioni domestiche e agricole	410	480	490	520
Industria elettrochimica ed elettrotermica	805	830	891	995
Grande industria	2135	2340	2270	2550
Trazione	151	190	177	260
Perdite.......................	506	545	581	655
TOTALE	4007	4385	4409	4980

Fonti: *Sveriges Elektricitetsverkindustri*. Av. J. KÖRRIER - Stoccolma, 1928.
Elektrizitätswirtschaft - Dicembre 1928.
Electrical Review, 11 luglio 1930.
E T Z, 12 giugno 1930.

Nell'anno 1929 l'impiego dell'energia si suddivide percentualmente come segue:

Industria del legno, della cellulosa e della carta	40%
» metallurgica e miniere	13%
Industrie meccaniche, tessili e varie	6%
» elettrochimiche ed elettrotermiche .	23%
Distribuzioni urbane (comprese le piccole forze)	7%
Distribuzioni agricole	5%
Trazione tramviaria e ferroviaria	6%

Come si vede, circa l'80% della produzione è assorbita dalla grande industria, una parte della quale utilizza anche energia stagionale. Grande impulso si sta dando allo sviluppo delle applicazioni domestiche, e sopratutto delle cucine. L'illuminazione elettrica è diffusissima anche nelle campagne. L'impiego dell'energia elettrica nelle case si va sempre più diffondendo per tutti gli usi nonostante che nelle campagne la legna costi nulla e nelle città il gas sia venduto a prezzi modesti (a Stoccolma L. 0,50 di moneta italiana).

In alcuni centri (Stocksund) le cucine elettriche hanno raggiunto e superato il 70% del totale; negli ultimi 5 anni le nuove cucine impiantate superano le 10000.

Sull'elettrificazione agricola della Svezia fu già largamente trattato nella nostra *Energia Elettrica* (Anno 1927, n.º 8, p. 885).

Gli agricoltori hanno investito ingenti capitali in linee, cabine, reti e macchinario, eserciti in consorzio. L'impiego dell'energia per l'agricoltura si va sempre più diffondendo e si adottano sempre nuove applicazioni. La Tabella IV indica il progresso fatto fra il 1917 ed il 1929.

TABELLA IV.

L'IMPIEGO DELL'ENERGIA NELL'AGRICOLTURA IN SVEZIA

Anno	Energia venduta per 1 ha kWh	Consumo utile di energia per 1 ha kWh	Anno	Energia venduta per 1 ha kWh	Consumo utile di energia per 1 ha kWh
1917	17	—	1928	52	38
1923	38	25	1929	57	43
1927	49,5	38,5			

Fonte: *E T Z*, 12 giugno 1930.

Generalmente i consorzi acquistano l'energia a forfait. La spesa annua in energia può calcolarsi di circa quaranta lire italiane per ha.

Tariffe e prezzi. Tanto l'Azienda statale che quelle private hanno studiato un sistema di tariffe atto ad incoraggiare il consumo domestico. Generalmente preferite sono le tariffe tipo Hopkinson con costante riferita al numero degli ambienti: circa 50 lire it. annue per camera, più 0,25÷0,30 per kWh d'estate e 0,50÷0,60 d'inverno, oppure 0,35÷0,42 per tutto l'anno. È in uso una tariffa speciale per gli apparecchi ad accumulo (cucine e scaldabagni), pure del tipo Hopkinson, con costanti fra 75 e 120 lire italiane annue, più 0,20÷0,25 per kWh. Si impiega anche il contatore differenziale: in tal caso si paga un tanto per camera, più un tanto per kW base, più un tanto per kWh, a due tariffe sopra e sotto la base; in media 50 lire annue per camera, più 500 lire annue per kW base, più 0,15 per kWh consumato sotto la base e 0,35 sopra.

L'elettrificazione ferroviaria. Il primo esperimento di elettrificazione, in Svezia, data dal 1908. Sono oggi elettrificati quattro gruppi di linee per complessivi km. 1178 ossia il 7% della lunghezza totale. Tali linee sono:

Lund, Bjarred, Malmö	km.	11
Linkoping, Vadstena, Motala	»	72
Filipstad, Karlstad e diramazioni	»	163
Confine, Kiruna, Lulea (collegata con altra linea elettrificata norvegese)	»	460
Stoccolma, Gothemburg	»	462

L'elettrificazione è monofase, a 16.000 V salvo per il secondo tronco che è a 10000 V; le frequenze sono di 15, 16 2/3 e 25 periodi. Ovunque è impiegata la linea di contatto aerea.

Le Ferrovie dello Stato Svedese hanno studiato l'elettrificazione di altre sei linee per un complesso di 856 km. Per i servizi di stazione saranno impiegate anche locomotive ad accumulatori.

La fornitura dell'energia è fatta in parte dalla rete statale e in parte dalla Società per la Svezia meridionale.

Importazione ed esportazione di materiale elettrico. La Svezia possiede importanti stabilimenti per la costruzione di telefoni, telegrafi, apparecchi di misura e macchinari ed apparecchi elettrici, dei quali fa anche considerevoli esportazioni.

Le principali cifre relative al suo commercio estero nel 1929, pei materiali e macchinari elettrici, sono date dalla tabella V.

TABELLA V.

IMPORTAZIONE ED ESPORTAZIONE DI MATERIALI E MACCHINARI ELETTRICI IN SVEZIA NEL 1929

Materiali e macchinari elettrici	Migliaia di corone (Lit. 5,10)	
	Import.	Esport.
Accumulatori e loro parti	654	—
Apparecchi elettrici vari	6910	—
Aspiratori di polvere	376	9834
Generatori e motori:		
fino a 500 kg.	3840	4840
fra 500 e 3000 kg.	602	8994
oltre 3000 kg.	187	4094
Contatori	1284	20
Trasformatori:		
fino a 500 kg.	72	—
fra 500 e 3000 kg.	96	—
oltre 3000 kg.	332	1700
Lampadine	3716	216
Accessori per generatori e motori	990	5652
Interruttori e valvole	2915	1559
Conduttori isolati e cavi	4091	4115
Strumenti di misura	818	—

Importante è poi l'esportazione di apparecchi telefonici e telegrafici (quasi 15 milioni di corone, circa 75 milioni di lire).

Le importazioni provengono principalmente dalla Germania, Danimarca, Stati Uniti, assai meno dalla Svizzera. L'Italia non è nominata. Le esportazioni vanno verso numerosi paesi di tutto il mondo (Sud America, Spagna, Russia e Paesi Baltici, Giappone, Colonie e Domini inglesi). L'Italia nel 1929 figura con le seguenti importazioni dalla Svezia:

	migliaia di corone
Generatori oltre 3000 kg.	216
Trasformatori oltre 3000 kg.	31

La Svezia è acquirente di contatori in Germania ed in Francia: potrebbe essere un mercato favorevole per la nostra industria, ma le difficoltà da superare non sono nè poche nè piccole. Le leggi svedesi tendono con ogni mezzo ad impedire agli stranieri di fare affari in Svezia: è in atto una energica campagna contro le merci straniere. L'introduzione di materiale nostro non potrebbe quindi avvenire convenientemente che attraverso una ditta svedese: il che non sarebbe difficile.

I nuovi Stati Baltici

Notizie generali. I giovani Stati formatisi dopo la guerra sulle sponde dei golfi di Finlandia e di Botnia hanno fisonomie diversissime dal punto di vista fisico: e sebbene provengano tutti dal frazionamento del vecchio Impero russo differiscono profondamente sotto il punto di vista economico ed industriale.

Quindi anche l'industria elettrica vi ha preso indirizzi diversi. Al finire della guerra essa vi era pressochè nell'infanzia; e sebbene in generale vi cammini a grandi passi, non ha ancora raggiunto grande importanza. Difficile è poi averne dati precisi di carattere generale, perchè preoccupazioni più gravi hanno finora impedito ai rispettivi Governi di organizzare statistiche complete.

Gli orientamenti sono diversi: dalla municipalizzazione quasi generale alla concessione di un larvato monopolio ad una Società privata straniera. È da ritenere che in questi Stati non si sia ancora raggiunto uno stato di cose definitivo, e che nell'avvenire possano stabilirvisi assestamenti oggi non ancora prevedibili.

Il più importante di questi nuovi Stati è la Finlandia, paese di 3,5 milioni d'abitanti sopra una superficie di 390.000 kmq, cioè un quarto più dell'Italia: ma ben 45.000 kmq sono coperti da laghi. Di terreno coltivabile non v'è che poco più del 6%. Abbondano i boschi, che formano una delle principali risorse locali, come già si è detto per la Svezia e la Norvegia. Sebbene non abbia ricchezze di minerali, vi prospera la metallurgia, che si serve di minerali svedesi. Sono pure notevoli l'industria meccanica e quella tessile. Ha abbondanza di forze idrauliche, che si cominciano a sfruttare su vasta scala, come vedremo.

Segue la Lettonia, con quasi 2 milioni di abitanti e 66.000 kmq di territorio: l'industria è simile a quella della Finlandia. Viene dopo l'Estonia, assai più agricola che industriale e con qualche buona risorsa idroelettrica, e infine la Lituania, affatto sprovvista di industrie.

Si comprende come in tali condizioni il massimo bisogno di energia elettrica si manifesti in Finlandia e in Lettonia: che sono anche fra i quattro piccoli stati quelli che hanno una maggior maturità industriale.

Finlandia. La Finlandia è il paese dai mille laghi: sebbene l'inverno vi sia lungo e rigido, essi riescono a mantenere nei fiumi deflussi di magra considerevoli.

Una delle situazioni che fu studiata da molto tempo è quella del fiume Vuoksen, che scarica un gruppo di laghi, ultimo dei quali il Saima, che ha 5000 kmq di superficie. Il Vuoksen esce da questo lago presso Imatra, e per qualche chilometro scende in un letto assai ripido per poi nuovamente assumere l'aspetto di lago e versarsi infine nel Làdoga. Il Saima è ad un'ottantina di metri sul Làdoga, che il Vuoksen supera con cinque o sei rapide, la principale delle quali è appunto ad Imatra. Lo studio per l'utilizzazione di questa importante situazione fu più volte fatto prima della guerra, data la vicinanza della città di Pietroburgo (circa 100 km.): ma nulla fu concluso fino al 1921, quando il Governo finlandese decise di costruire la prima centrale di Imatra.

Il Vuoksen porta da un massimo di 1200 mc/s ad un minimo di 350 mc/s, ed il salto che si è utilizzato varia da 23 a 24 metri. Difficoltà principale, oltre allo smaltimento delle piene, la bassa temperatura che regna sulla regione per buona parte dell'anno dando luogo a forti produzioni di ghiaccio. Perciò il Vuoksen non può utilizzarsi che a mezzo di canali assai brevi muniti di speciali accorgimenti; il che ha escluso la possibilità di costruirvi un'unica centrale. Per guadagnare in salto si è sopraelevato il fiume a monte e per lungo tratto con arginature, lasciandogli fra queste un grande specchio libero. I due canali di presa e di scarico sono lunghi ciascuno circa 400 m.

La centrale, di recente entrata in funzione, comprende come primo impianto quattro gruppi di 27.000 cavalli ciascuno: in definitiva potrà sviluppare 216000 cavalli. Il trasporto dell'energia ai centri principali di Helsinki, Wiborg, Hikiä e Abo è fatta a 120000 Volts e 50 periodi. In tutto circa 550 km di linea.

Un impianto assai più modesto è quello di Myllykoski: ha un salto variabile da 3 a 5 metri, e può dare circa ottomila cavalli. Vengono poi numerosi impianti assai più piccoli, per un terzo a vapore e per due terzi idraulici.

Alla fine del 1926 si contavano in complesso 783 officine elettriche con 1197 unità, con una media di 305 cavalli per macchina, suddivise come precisato nella tabella I.

TABELLA I.

POTENZA INSTALLATA IN FINLANDIA ALLA FINE DEL 1926

Centrali elettriche provviste di macchine:	N° di unità	%	Potenza in HP eff.	
			totale	per macchina
Idrauliche	683	57,1	149.017	214,6
A vapore	398	33,2	204.818	514,6
A combustione interna	116	9,7	11.193	96,5
TOTALI	1197	100.–	365.028	305,–

Non è compresa la centrale d'Imatra, entrata in servizio nel 1929.

Il Geological Survey assegna alla Finlandia una disponibilità di 1.800.000 HP idraulici, ma la cifra è da ritenersi inferiore al vero.

Lo sviluppo complessivo delle linee è ora di circa 16.300 km., oltre a 718 km. di cavi.

Nel 1926 furono consumati 651,5 milioni di kWh, utilizzati nel modo seguente:

Grande industria ed uso proprio	528,6	milioni kWh
Ceduta a rivenditori	24,6	» »
Distribuita direttamente dai produttori	98,3	» »
TOTALE	651,5	» »

Il consumo fatto sulle reti di distribuzione fu nel 1926 così suddiviso:

Industria e sollevamenti d'acqua	56,4 %
Tramvie urbane	8,2 %
Illuminazione pubblica	2,6 %
Applicazioni agricole	3,8 %
» domestiche (compresa la luce)	29,– %

Ad Helsingfors (Helsinki) i prezzi per kWh sono, in lire italiane, di 1,15 per la luce e di 0,72 per la forza; per riscaldamento e cucina si usa la tariffa a costante, di Lit. 670 per kW-anno, più 0,24 per kWh.

Lettonia.

Sono in funzione, per servizio di pubblica distribuzione, 55 Centrali. Non si hanno dati sulla produzione di privati per proprio conto.

Alle 55 centrali suddette, prevalentemente termiche, si riferisce la tabella II.

Il combustibile impiegato proviene dalla Slesia.

Trattasi quindi di un'industria ancora sul nascere, limitata ai centri più importanti. A Riga i prezzi di vendita sono i seguenti: per luce: Lit. 0,92÷1,50; forza da 0,20 a 0,72; riscaldamento e cucina da 0,26 a 0,72.

TABELLA II.

POTENZA INSTALLATA E PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA IN LETTONIA NEGLI ANNI 1927-1928

	1927	1928
Potenza install. idraulica in kW	1.152	1.360
» » termica. in kW	33.870	36.465
Produzione idraulica.... in kWh	1.129.000	1.671.000
» termica..... in kWh	53.029.000	68.749.000

(Dati forniti dalla R.ª Legazione d'Italia a Riga).

Lituania.

In condizioni ancora più modeste della Lettonia. Esistono 19 centrali, delle quali 10 con motori Diesel, 7 a vapore, 2 idrauliche. La più potente è quella della città di Kaunas (2100 kW); segue quella, privata, che serve il distretto pure di Kaunas, con 1300 kW. Le altre sono: una da 1000 kW, una da 300, una da 250, una da 200, tre fra 100 e 150, quattro fra 50 e 100, cinque sotto i 50 kW. Le più piccole sono da 20 kW. La potenza idraulica totale è di 230 kW.

In complesso si hanno 5935 kW installati, con una produzione annua (1927) di 10 milioni di kWh. L'industria elettrica è evidentemente ancora in fasce.

Estonia.

Maggiormente favorita da circostanze naturali è l'Estonia, che possiede un'industria più sviluppata ed una dotazione idraulica (secondo il Geological Survey) di 125.000 cavalli. Questi si possono realizzare principalmente alle rapide della Narva, emissario del Lago Picpus.

Un'altra risorsa dell'Estonia è un vasto giacimento di roccie ricche d'olio minerale che trovasi presso Reval (Tallinn). La roccia in questione si presta ad essere distillata (brucia come un carbone fossile grasso). Per utilizzarla è sorta una apposita Società anonima, che si propone di ricavarne energia elettrica. Contemporaneamente si è iniziato lo studio per l'utilizzazione del primo impianto sulla Narva, presso la città omonima.

La Narva esce dal Lago Picpus circa alla quota (31), e poco dopo forma le rapide di Omut (circa 6 m di salto); presso la città di Narva dà luogo poi ad una cascata (da 13 a 16 m). Per nove mesi dell'anno sta, come portata, intorno ai 300 mc/sec, negli altri mesi va da 1400 mc/sec in piena a 100 mc/sec in magra. La regolazione del Picpus a serbatoio potrebbe fornire una portata costante di 375 mc/sec.

La centrale di Narva avrà 13.000 cavalli di macchinario, ma il programma definitivo è per 75000 cavalli. Ad Omut si calcola d'installare altra centrale per 12500 HP.

L'attuale consumo di energia (quasi tutta prodotta e consumata direttamente) si calcola (pel 1929) corrispondente a 125 milioni di kWh, per solo un terzo fatto con intervento dell'energia elettrica. L'industria è quasi tutta in mano ai privati. Le principali industrie manifatturiere producono cellulosa, carta, tessuti e cemento: si prevede di impiegare parte dell'energia idraulica della Narva per produrre nitrati e carburo di calce.

Per lo sfruttamento della Narva fu fatto una specie d'appalto al quale hanno concorso tedeschi ed inglesi. La preferenza fu data ad una casa tedesca, ma sembra che l'opinione pubblica, che per ragioni politiche preferisce gli inglesi, si sia ribellata a tale decisione. La cosa è tornata in discussione ma non fu ancora definitivamente risolta.

ING. ETTORE CESÀRI.

L'installazione di fili di guardia sulle linee elettriche italiane

L'esperienza delle Società elettriche italiane sull'efficacia del filo di guardia non è molto larga nè, sopratutto, qualitativamente molto importante.

Sono infatti molte, da un lato, le linee anche principali, sopratutto se datano da un certo numero d'anni, che funzionano senza tale protezione e vi sono anzi Società con numerose condutture di grande trasporto che non hanno mai installato fili di guardia, o ritenendoli non necessari o per timore di inconvenienti di origine meccanica (vedasi p. es. Tab. I).

D'altra parte, rileviamo che fra i dati d'esercizio delle nostre Società manca anzitutto quasi completamente il confronto fra linee in condizioni analoghe e funzionanti rispettivamente con e senza filo di guardia, oppure fra periodi di esercizio diversi di una linea che abbia funzionato alternativamente con e senza protezione. Così pure, quando si voglia conoscere l'*entità reale* della protezione per una determinata conduttura, che come è noto non è possibile, per la complessità degli elementi in gioco, determinare esclusivamente per via teorica (1), le Società elettriche italiane non sono in grado di dare alcuna indicazione, perchè nessuna di esse, a quanto ci è noto, ha ancora iniziato una raccolta sistematica di dati statistici sulla frequenza, ampiezza, natura, locazione ecc. delle sovratensioni di origine atmosferica verificatesi nelle loro condutture. Alcune Società hanno bensì installato clidonografi per la registrazione delle sovratensioni in linea, ma o per scopi speciali o in ogni caso da troppo poco tempo per avere un materiale abbondante.

TABELLA I.

LINEE A TENSIONE MAGGIORE DI 100 kV CON O SENZA FILO DI GUARDIA

Società o Gruppo	Tensione delle linee kV	Lunghezza di palificazioni in km	
		Con filo di guardia	Senza filo di guardia
Gruppo SIP	220 (1)	314	—
» SIP	130	412	—
Cieli	120	72	72
Edison	130	549,8	—
Cisalpina	130	448	—
Adamello	125	—	486,7
Tridentina	120	54,5	280,3
Adriatica	125 (2)	147,3	266,9
Emiliana	130 (3)	28	—
Valdarno	120 (4)	165	85
Ligure Toscana ...	120 (5)	—	54,8
Terni	120	—	238
Meridionale	150	256,8	—
TOTALI		2447,4	1483,7
Id. in %		62,3	37,7

(1) In parte attualmente funzionanti a 125 kV
(2) » » » a 50÷65 kV
(3) Attualmente a 65 kV
(4) In parte attualmente a 60 kV.
(5) Attualmente a 60 kV.

Si comprende quindi come i dati statistici cortesemente fornitici da parecchie Società italiane siano qualitativamente ben diversi da quelli che ci vengono per esempio dall'America, dove l'installazione di numerosi clidonografi sulle condutture più importanti e meglio ancora l'impiego di oscillografi a raggi catodici, le statistiche intraprese sistematicamente da più anni, le ricerche fatte con larghezza di mezzi sia in laboratorio che su linee sperimentali hanno condotto ormai a una conoscenza approfondita dei fenomeni transitori di origine atmosferica sulle linee di trasmissione e del modo col quale agiscono le protezioni delle stesse.

Da quanto abbiam detto appare perchè i risultati della nostra inchiesta sull'impiego dei fili di guardia in Italia (1) non offrano argomento a considerazioni interessanti; ci limiteremo perciò a riferirli ricordando che, oltre un valore puramente statistico, essi hanno l'interesse di rappresentare la pratica delle nostre Società elettriche, opera spesso di tecnici valenti.

***

Nei riguardi del suo comportamento in servizio, il filo di guardia va considerato sotto due diversi punti di vista: meccanico ed elettrico.

Per esempio, il materiale costituente il filo di guardia ha importanza sopratutto agli effetti della resistenza meccanica, ma la maggiore o minore conducibilità può influire anche nei riguardi elettrici. Il diametro pure è generalmente determinato in base alla resistenza meccanica occorrente, ma come è noto il suo valore entra anche nella formula della protezione teorica (2). La scelta della disposizione dei conduttori e trefolo sulla testa del palo si appoggia anzitutto su considerazioni d'ordine elettrico, ma anche i riguardi meccanici influiscono nella scelta delle distanze, al fine di evitare che le vibrazioni dei conduttori nelle lunghe campate portino a contatti pericolosi.

Nei riguardi del *materiale* si nota in Italia uniformità quasi completa di scelta, e precisamente: acciaio zincato ad alta resistenza (120-140 kg/mm²) per campate intorno a 300 m od oltre (linea a 220 kV dell'Isarco; attraversamenti di fiumi con condutture importanti) o per linee di montagna con notevoli dislivelli o comunque quando si prevedano forti sovraccarichi; acciaio o ferro zincato con resistenza 80-100, rispettivamente 40-60 kg/mm² negli altri casi. Sono rari i casi in cui si impieghino altri materiali; come importante eccezione citeremo le Società del Gruppo Meridionale che impiegano quasi ovunque per le linee principali, allo scopo di unire una buona conducibilità all'alta resistenza meccanica, dei trefoli di guardia con un filo centrale in rame e una corona di fili in acciaio zincato, o anche, più raramente, conduttori di rame in formazione cordata o in filo. Il conduttore di guardia con buona conducibilità, ove fosse consentito l'esercizio di linee ad alta tensione con neutro a terra, potrebbe anche essere utilissimo per individuare i tronchi di linea guasti, mediante relais di tipo molto semplice azionati dalla corrente di ritorno.

La ragione per cui il trefolo in rame o rame-acciaio non è adottato più largamente anche da altre Società, è certo da ricercarsi in considerazioni economiche.

L'alluminio non pare deva venir preso in considerazione per i conduttori di guardia, nemmeno in unione con l'acciaio; manca infatti per questi conduttori la ragione che consiglia talvolta l'impiego dell'alluminio nei conduttori per trasporto di energia (necessità di diametri elevati). La Società Cisalpina, nella campata di attraversamento del Po con la linea Brugherio-Reggio-Bologna impiega bensì come trefolo di terra un cavo alluminio-acciaio, ma si tratta qui di un conduttore di riserva messo provvisoriamente a terra.

La necessità di *diametri* più o meno grandi è in relazione alla resistenza meccanica del materiale impiegato. Il diametro comunemente usato nei fili di guardia per linee ad altissima tensione è quello di 9 mm che con la *formazione* normale in fune elicoidale a 7 fili corrisponde a una sezione di 50 mm². Solo ove importi ottenere un carico di rottura complessivo più forte o una maggiore protezione si ricorre alla sezione normale di 70 mm², adottando la formazione a 19 fili, con un diametro risultante di 10,8 mm. Nelle linee a tensione meno alta e campate minori si adotta la formazione unifilare con diametri di 4-5 mm. Diametri inferiori darebbero, anche secondo la teoria, una protezione insufficiente.

Le sezioni indicate sono quelle più comuni; ma naturalmente sono usate anche altre formazioni. Così la Soc. Emiliana adopera un trefolo a tre fili da 30/10 cad.; la Soc. Meridionale, per le sue corde rame-acciaio, formazioni a 12, a 15, a 18 capi, col filo interno di rame a forte diametro (4-6 mm) e i fili esterni d'acciaio a diametro molto minore; in altri casi si adopera la formazione a 19 fili anche per sezioni di 50 mm² o minori o viceversa la corda a 7 fili di 70 mm².

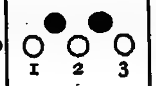
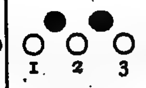
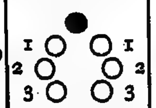
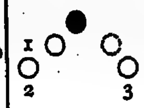
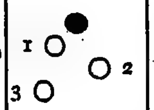
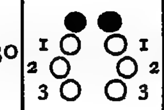
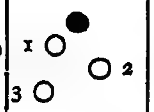
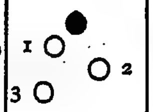
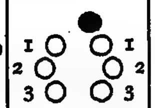
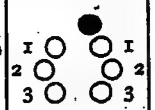
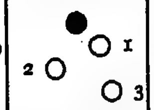
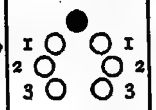
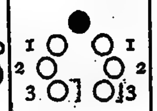
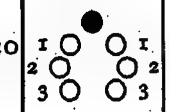
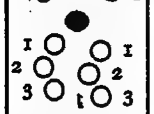
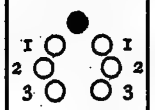
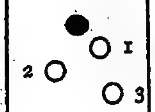
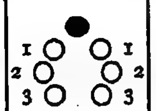
(1) Ved. *L'Energia Elettrica*, agosto 1930, pag. 690 e segg.

(1) Avvertiamo che l'inchiesta è stata limitata alle Società, ad esclusione delle Aziende Municipalizzate.

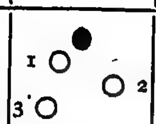
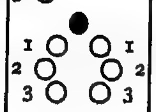
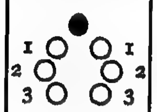
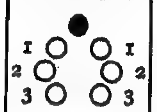
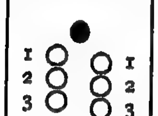
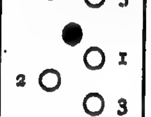
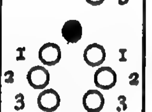
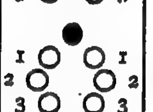
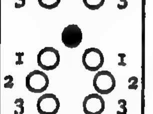
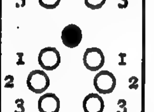
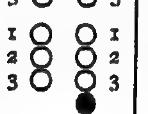
(2) Vedi *L'Energia Elettrica*, loc. cit.

Tabella II.

CALCOLO DELLA PROTEZIONE TEORICA DEI FILI DI GUARDIA SULLE LINEE ELETTRICHE ITALIANE

N°	Tensione di esercizio kV	Disposizione dei conduttori (1)	Isolatori	Altezze dei conduttori dal suolo in m. (2)				Distanze dall'asse del palo in m.				ø filo guardia mm.	Protezione teorica percentuale %				OSSERVAZIONI
				Cond. 1	Cond. 2	Cond. 3	Fili guardia	Cond. 1	Cond. 2	Cond. 3	Fili guardia		Cond. 1	Cond. 2	Cond. 3	Media	
1 a)	220		sospesi	19.50	19.50	19.50	23.80	7.50	0	7.50	3.75 3.75	10.8	37	45.4	37	39.8	Le linee 1a) e 1b) sono due tratti della stessa conduttura; 1a) con palificazioni in ferro attraversa una regione montagnosa, mentre 1b) con palificazioni in cemento armato, si trova in pianura.
1 b)	220		sospesi	16.26	16.26	16.26	19.26	7.25	0	7.25	3.625 3.625	10.8	36.1	45.5	36.1	39.2	
2	150		sospesi	24.50	20.50	16.50	28.00	3.30	4.00	3.40	0	10	29.3	25.6	24	26.3	
3	150		sospesi	20.50	16.50	16.50	24.00	3.00	3.80	3.80	0	9.3	28.9	25.1	25.1	26.4	La linea 3) è il proseguimento della 2).
4	150		sospesi	20.50	18.50	16.50	23.50	3.00	3.10	4.00	0	9	29.5	26.5	24.1	26.7	
5	130		sospesi	27.00	23.00	19.00	32.00	2.80	3.30	2.80	1.50 1.50	9	41.2	36.4	33.7	37.1	Per un buon tratto la linea si mantiene a un'altitudine di 700 ÷ 800 m.
6	130		sospesi	23.00	21.00	19.00	27.30	2.80	2.80	3.30	0	9	28.9	27.0	25.2	27.0	La linea 6) è il proseguimento della 5), ed è tutta in pianura.
7	130		sospesi	20.00	18.00	16.00	23.90	2.70	2.70	3.40	0	9	28.4	26.4	24.5	26.4	
8	130		sospesi	24.00	20.00	16.00	27.50	2.85	3.25	2.85	0.55	9	28.7 30.5	25.3 26.1	23.6 24	25.9 27.2	I numeri nella riga superiore si riferiscono alla terna segnata a sinistra nel disegno.
9	130		sospesi	25.00	20.50	16.00	28.50	3.30	3.95	3.30	0.50	10	28.5 30.2	25.0 25.8	23.4 23.7	25.6 26.6	I numeri nella riga superiore si riferiscono alla terna segnata a sinistra nel disegno.
10	130		sospesi	21.00	18.75	16.50	24.35	2.40	2.60	3.00	0	9	30	27.2	25.1	27.4	
11	130		sospesi	25.00	21.00	17.00	28.35	3.00	4.00	3.00	0	9	29.6	25.4	23.8	26.3	
12	130 (70)		sospesi	23.00	19.00	15.00	26.00	2.70	3.70	2.70	0	9	30.2	25.5	23.8	26.5	Attualmente in servizio a 70 kV, da trasformare in seguito a 130 kV.
13	120		sospesi	23.65	19.85	16.30	26.50	3.00	4.00	3.30	0	10.8	30.5	29.0	24.5	28.0	
14	88		sospesi	16.25	13.95	12.95	18.4	1.70	1.80	1.90	0	6	30.5	26.7	25.7	27.6	
15	88		sospesi	16.20	14.50	12.70	18.00	2.00	2.00	2.75	0	6	30.1	27.6	24.7	27.5	
16	80		sospesi	17.00	14.00	14.00	17.00	2.30	3.00	3.00	2.30	7	21.8	30.6	21.6	24.7	
17	70		rigidi	18.72 17.90	17.07 16.25	15.42 14.60	20.12	1.10 1.10	0.80 0.80	1.10 1.10	0	9	36.5 33.6	32.0 30.2	28.8 27.8	32.4 30.5	I numeri della riga superiore si riferiscono alla terna segnata a sinistra nel disegno.
18	70		sospesi	17.00	15.00	13.00	19.10	1.60	2.00	1.75	0	8	32.6	28.3	26.4	29.8	
19	70		sospesi	17.00	15.00	13.00	19.10	1.60	1.60	1.85	0	6	31.1	27.5	25.2	27.9	
20	60		sospesi	14.70	12.85	11.00	17.35	1.50	1.80	1.60	0	7.2	30.3	26.9	25.2	27.5	

(1) ○ Rappresenta conduttore; ● rappresenta filo di guardia.
(2) Misurate all'attacco sul palo.

Nº	Tensione di esercizio kV	Disposizione dei conduttori (1)	Isolatori	Altezze dei conduttori dal suolo in m. (2)				Distanze dall'asse del palo in m.				ø filo guardia mm.	Protezione teorica percentuale %				OSSERVAZIONI
				Cond. 1	Cond. 2	Cond. 3	Fili guardia	Cond. 1	Cond. 2	Cond. 3	Fili guardia		Cond. 1	Cond. 2	Cond. 3	Media	
21	60		sospesi	17.80	16.60	15.50	19.13	1.50	1.65	2.00	0	9	34.7	31.5	29.0	31.7	
22	60		sospesi	19.10	16.60	14.10	21.20	1.70	2.30	1.80	0	7	32.0	27.1	25.2	28.1	
23	60		rigidi	14.00	12.00	10.00	15.10	1.20	1.20	1.20	0	7	34.3	29.2	26.1	29.9	
24	60		sospesi	17.30	15.60	14.00	18.50	1.40	1.90	1.50	0	7	35.0	29.2	27.6	30.6	
25	60		rigidi	20.70 19.55	18.40 17.25	16.10 14.95	21.93	1.25	1.25	1.25	0	8.3	38.6 33.1	30.6 27.2	27.2 26.1	32.1 28.8	I numeri nella riga superiore si riferiscono alla terna segnata a sinistra nel disegno.
26	60		sospesi	15.40	14.20	13.00	17.20	1.60	1.60	1.70	0	7	32.0	29.3	27.3	29.5	
27	60		rigidi	19.60	17.30	15.00	20.60	1.25	1.35	1.25	0	8.3	36.8	30.6	26.7	31.4	
28	60		rigidi	14.00	12.00	10.00	15.10	1.20	1.20	1.20	0	5	33.3	28.0	25.2	28.8	
29	50		rigidi	14.20	12.95	11.70	15.00	0.76	1.26	0.96	0	9	39.3	32.2	29.9	33.8	
30	30		rigidi	16.00	15.00	14.00	16.70	1.00	1.00	1.00	0	7	37.4	33.8	30.8	34.0	
31	30		rigidi	9.85	9.05	8.25	6.80	0.70	0.70	0.70	0.70	5	12.9 13.6	15.6 17.1	19.3 22.4	15.9 17.7	Più che di un filo di guardia, trattasi qui propriamente di un filo di terra. I numeri nella riga superiore si riferiscono alla terna segnata a sinistra nel disegno.

(1) ○ Rappresenta conduttore; ● rappresenta filo di guardia.
(2) Misurate all'attacco sul palo.

Grande importanza nei riguardi dell'efficacia dei conduttori di guardia ha il *numero* di tali conduttori adottato. Nella quasi totalità delle condutture il numero è limitato a uno solo. Fra i casi di linee con due fili di guardia citeremo la linea a 220 kV dell'Isarco, che per la sua importanza merita una protezione specialmente accurata e per il fatto che attraversa in parte una zona montuosa può esser soggetta a maggiori probabilità di sovratensioni di origine atmosferica; la linea Mese-Cislago-Arquata della Soc. Cisalpina, che nel primo tratto si trova pure in una regione montuosa, come tutta la breve conduttura S. Bernardo-Mese della stessa Società. La protezione con un numero di conduttori superiore a due non può d'altronde essere presa in considerazione nei casi ordinari per il costo troppo elevato, non tanto in dipendenza della lunghezza di trefolo installato quanto in relazione al maggior peso dei pali e al maggior volume di fondazione. Si capisce che in casi speciali può convenire ricorrere a provvedimenti speciali, come nel caso ricordato dal Gruppo « Cieli » del tronco di linea a 5.000 V che collegava la centrale di Confine con quella di S. Dalmazzo, e facente capo direttamente alle macchine della centrale Confine: tali macchine avrebbero potuto essere danneggiate per le eventuali scariche atmosferiche e pertanto si era ritenuto opportuno installare una protezione consistente in 5 fili di terra che circondavano le due terne in servizio. La protezione venne tolta quando la linea passò in esercizio a 70 kV con l'installazione di trasformatori elevatori nella centrale Confine.

A quanto ci risulta dalle risposte ricevute, su nessuna linea protetta con fili di guardia il numero di questi è stato aumentato in vicinanza delle centrali o sottostazioni al fine di proteggere maggiormente il macchinario di queste. Nella grandissima generalità dei casi il numero dei fili di guardia è lo stesso su tutta la lunghezza della linea; però alcune Società hanno su una stessa linea tratti rispettivamente con e senza protezione, limitando cioè l'installazione dei trefoli ai punti del tracciato dove l'altitudine è maggiore: casi consimili vengono citati dal Gruppo Adriatica, dal Gruppo SIP, dalla Soc. Emiliana ecc.

La *disposizione* dei conduttori di guardia, come può vedersi anche dalla Tabella II che si riferisce a molte importanti linee italiane, è poco variabile: quando i trefoli sono due sono disposti in un piano orizzontale sopra quello o quelli dei conduttori e simmetricamente rispetto al sostegno; quando ve n'è uno solo, è per lo più installato in corrispondenza dell'asse del palo, sia che trattisi di linee a una o due terne. Evidentemente in quest'ultimo caso la simmetria consente una eguale protezione delle due terne, che son sempre da parti opposte del sostegno; in vari casi non si è tenuto conto di questo vantaggio, installando il filo di guardia più vicino ad una terna che all'altra, ma con differenze tali da alterare di poco il valore della rispettiva protezione (ved. tab. II). Casi speciali sono quelli delle linee n.° 16 e 31 della tabella II; in quest'ultimo caso la sfavorevole posizione del filo di guardia (che può qui meglio chiamarsi filo di terra) installato sotto gli altri conduttori e spostato rispetto all'asse del palo ne riduce di molto l'efficacia protettiva.

Le *distanze* fra fili di guardia e conduttori sono naturalmente funzione dell'ampiezza della campata; rileviamo che nelle linee ad isolatori sospesi non sempre pare si sia tenuto conto nello stabilire il disegno della testa del palo normale che le catene di isolatori abbassano i conduttori rispetto alla mensola e rispetto alla punta del sostegno e quindi del trefolo di guardia, così che talvolta si è arrivati a distanze troppo forti e conseguente diminuzione della protezione.

TABELLA III.

FILI DI GUARDIA E MESSE A TERRA DEI SOSTEGNI PER ALCUNE LINEE CARATTERISTICHE

Tens. di eserc. kV.	Conduttori		Fili guardia		Tipo di palo	Tipo di fondazione	Pali messi a terra	Tipo di messa a terra
	Materiale	Sezione mm²	Materiale	Sez. mm²				
220	alluminio-acc.	3 × {323 + 42}	acciaio zincato	2 × 70	cavalletto ferro	in terra	tutti	tubi ferro zincato lunghi m 1.80
220	aldrey	3 × 380	»	»	cemento arm. centrifugato	calcestruzzo	»	id.
150	alluminio-acc.	4 × {146 + 22}	rame-acciaio zincato	38.5 + 30.0	tralicc. ferro	pied. calcestruzzo	ca. 25%	piastre lamiera zinc. da m. 1 × 1 × 0.003
150	rame (cond. cavo intern.)	3 × 131	rame-acciaio zincato	28.3 + 30.0	»	pied. calcestruzzo	ca. 25%	piastre ferro zinc. m. 0.7 × 1.25 × 0.0015
130	rame	6 × 129	acciaio zincato	2 × 50	»	calcestr. con riempimento terra	tutti	piastre ferro zincato da m² 0.5
130	rame	3 × 109	»	50	»	blocco calcestruzzo	»	id.
130	rame	6 × 135	»	70	»	pied. cem. armato	»	tubi ferro zincati
130	rame	3 × 107	»	50	»	blocco calcestruzzo	»	id.
130	aldrey	3 × 140	»	50	»	calcestruzzo	»	id.
130	rame	3 × 134	»	50	»	»	»	id.
120	alluminio-acc.	3 × {170 + 40}	»	70	»	blocco calcestruzzo	»	tubi da 2" in ferro zincato lunghi m 1.8
88	rame	3 × 60.3	rame-acciaio zincato	12.5 + 19.5	»	»	ca. 20%	piastre ferro zincato da m 1 × 1 × 0.0015
88	rame	3 × 60.3	acciaio zincato	22	»	»	»	» » » » m 1 × 1 × 0.0019
70	rame	3 × 102	ferro zincato	50	»	»	tutti	tubi ferro zincati lunghi m 1.80
70	rame	3 × 35	»	22	»	»	»	id.
70	rame	6 × 30 a 50	acciaio zincato	30	traliccio ferro e cem. armato-legno	cemento armato	in parte	piastre di rame
65	rame	3 × 50	»	21	cem. arm. centr.	calcestruzzo	?	?
60	rame	3 × 79	»	50	traliccio ferro	blocco calcestruzzo	tutti	tubi da 2" in ferro zincato lunghi m 1.8
60	rame	6 × 66	rame	20	»	»	ca. 20%	piastre ferro zinc. da m 1 × 1 × 0.0015
60	rame	6 × 61	acciaio zincato	32	»	»	ca. 15%	tubo ferro da 100 mm di diametro
30	rame	6 × 48	rame-acciaio zincato	4.2 + 25	»	»	ca. 20%	piastre ferro zinc. da m 1 × 1 × 0.0015
30	rame	{3 × 72, 3 × 77}	ferro zincato	20	»	»	6%	id.
12	rame	6 × 50 + 2 fili telefonici	acciaio zincato	22	»	pietra con malta vulcanica	10%	ragno di filo di rame
9	rame	3 × 20	rame-acciaio zincato	20	legno	—	—	—

***

In complesso dalla rapida rassegna fin qui fatta si può dire che le nostre Società nella scelta e nell'adozione dei fili di guardia seguono in genere una pratica ormai *standardizzata*, così che gli stessi diametri, le stesse disposizioni, la stessa protezione teorica si trovano su linee di diversa importanza e in condizioni pure diverse. La cosa è messa in evidenza anche dalla tabella II, dove sono elencate le *protezioni teoriche* calcolate in base ai dati fornitici (1) e che come si vede si mantengono entro limiti abbastanza ristretti, aggirandosi di solito per un filo di guardia su valori del $26 \div 30$ %. L'aumento percentuale di protezione dovuto all'aggiunta di un altro filo di guardia si aggira sul 40 %.

In relazione all'osservazione fatta più sopra a proposito delle distanze dai conduttori, si nota in genere un coefficiente di protezione alquanto maggiore nelle linee a isolatori rigidi che in quelle a catene di elementi sospesi; si nota anche un leggero aumento della protezione per linee a tensione minore, in dipendenza della maggior vicinanza di tutti i conduttori, consentita dalle campate minori.

Più assai che i dati teorici, importava però conoscere i risultati pratici dell'esercizio di linee con fili di guardia, e cioè i vantaggi e svantaggi relativi.

Inconvenienti dovuti al filo di guardia si son dovuti lamentare qualche volta, ma unicamente di origine meccanica. Rientrano in questa categoria tanto gli strappamenti del trefolo e gli sfilamenti dai morsetti d'amarro, dovuti a sovraccarichi eccezionali e sopratutto a nevicate molto forti, quanto quelli derivanti da eventuali difetti di tesatura; questi guasti, poco importanti in sè, rivestono un carattere particolarmente grave, portando all'interruzione del servizio, quando il filo di guardia rotto o sfilato venga in contatto coi conduttori in tensione. Questi inconvenienti, a quanto ci risulta, sono però abbastanza rari, e ad ogni modo le Società che hanno avuto a soffrirne hanno provveduto all'adozione di trefoli di maggior resistenza alla rottura. Ci consta di una sola Società che abbia tolto definitivamente il conduttore di terra da una sua linea, in seguito al ripetersi di inconvenienti come quelli accennati.

A insufficiente distanza fra filo di guardia e conduttori sono invece dovuti i guai ricordati da un'altra Società per una linea a 60 kV installata su una palificazione originariamente per 30 kV. I guasti si son prodotti con tanta frequenza da costringere provvisoriamente a togliere il filo di guardia, finchè non si saran eseguiti sulla palificazione i necessari lavori.

Non pare vi siano a lamentare inconvenienti d'altro genere.

Un vantaggio, in dipendenza da considerazioni meccaniche, che ci è fatto presente da qualche Società, è quello dell'azione di controventatura ed equilibramento di sforzi esercitata dal trefolo di guardia, posto quasi sempre in cima al palo, sopratutto se trattisi di palificazioni di tipo elastico e in periodo di tesatura.

Tutte le Società sono in genere d'accordo nel riconoscere, in teoria, l'efficacia del filo di guardia agli effetti della protezione contro le sovratensioni e correlativamente, agli effetti delle fulminazioni di isolatori; ma poche sono in grado di esporne una conferma pratica. Citeremo prima di tutte la Società Meridionale, che ha potuto fare un confronto fra le due linee a 88 kV del Pescara, che corrono parallelamente alla distanza di circa 6 metri e di cui una fu costruita col filo di guardia ed una senza; nei primi anni di esercizio si notò che le fulminazioni degli isolatori erano più frequenti sulla seconda linea, ed in eguito a tale constatazione fu deciso di munire anche questa del filo di guardia.

Anche la Società Adriatica ebbe a constatare un miglioramento evidente nelle condizioni di una linea in seguito all'installazione di un trefolo di guardia: trattavasi di una conduttura con due terne a 50 kV che sorpassava un breve valico in prossimità di uno dei suoi estremi. Le fulminazioni degli isolatori erano frequenti nel tronco comprendente il valico e si sono notevolmente attenuate dopo la installazione del filo di guardia limitatamente ai tronchi di accesso al valico stesso. Ancora più recisa nell'affermazione è la Società Emiliana, secondo la quale il numero delle fulminazioni di isolatori su linee protette con fili di guardia risulterebbe, a parità di lunghezza, la metà di quello relativo a condutture senza protezione. Si tratta però, secondo la nostra interpretazione, di un dato puramente indicativo e da intendersi con molta larghezza.

Sulla linea citata fra le centrali di Confine e S. Dalmazzo, si notò una diminuzione nel numero dei guasti alle macchine dovuti a scariche atmosferiche nel periodo in cui furono in opera i fili di guardia; ma la Società esercente non ritiene di poter affermare in modo reciso che questa diminuzione sia da attribuirsi alla protezione piuttosto che al caso. Così pure la Società Tridentina, pur rilevando una differenza di comportamento nei riguardi delle sovratensioni di origine atmosferica fra le proprie linee con e senza filo di guardia, differenza che è a favore delle prime, non può ascrivere il fatto al solo filo di guardia. Si tratta qui di condutture abbastanza recenti e che non possono quindi aver dato luogo a rilievi in gran numero; ma anche queste indicazioni non sono senza importanza.

Unanime, come del resto è intuitivo, è il rilievo che il filo di guardia è ottimo — molti soggiungono *indispensabile* — per favorire ed assicurare la messa a terra dei pali; ciò specialmente nei casi in cui il terreno roccioso o altre ragioni impediscono o sconsigliano la messa a terra di tutti i sostegni. Infatti, come si rileva dalla tabella III, in molte linee con trefolo di guardia i pali messi a terra non superano la media di 1 su 4 a 7. È evidente però che la soluzione migliore, quando non si oppongano difficoltà speciali, è quella di accompagnare la messa a terra di *tutti* i sostegni con l'installazione di un trefolo di protezione.

Viene anche segnalato come il filo di guardia sia indispensabile nei casi in cui sia consentito l'esercizio di linee ad alta tensione con neutro a terra.

Sull'efficacia del filo di guardia nei riguardi dei disturbi su linee di telecomunicazione, prodotti da linee ad alta tensione parallele, non abbiamo potuto raccogliere dati precisi, limitandosi le Società ad affermare che ritengono efficace tale protezione per attutire notevolmente i disturbi in parola.

Avevamo anche compreso nella nostra inchiesta il fattore economico, che può avere un'importanza decisiva per spiegare l'adozione o lo scarto del filo di guardia, ma ben poco abbiam potuto sapere, sia sul costo d'installazione, sia sulla frequenza e quindi la spesa del ricambio. Circa quest'ultimo punto la cosa si spiega facilmente, pensando che sulla maggioranza delle linee la installazione dei trefoli è troppo recente per aver dato luogo a ricambi: l'unico elemento che potrebbe dare un'indicazione in proposito è offerto dalla Soc. Sarda, che accenna come sul tronco più antico delle proprie condutture, datante dal 1915, il filo di guardia sia in condizioni ormai precarie, così che si dovrà provvederne la sostituzione nel più breve tempo. La Società Napoletana ha pure eseguito ricambi di conduttori di guardia dal 1918 a oggi, ma con lo scopo di avere una migliore conducibilità, sostituendo il rame al ferro. Ad ogni modo, quando la zincatura del trefolo di guardia in acciaio o ferro sia accurata, pare che esso si trovi in ottime condizioni anche dopo $8 \div 10$ anni dalla costruzione della linea.

Circa il costo d'impianto, secondo il gruppo SIP, l'installazione di un trefolo di guardia accresce il costo della linea in misura che può arrivare al 5% circa; mentre la Soc. Meridionale precisa che per una linea ad alta tensione ($60 \div 100$ kV) avente i conduttori della sezione complessiva di $300 \div 400$ mm^2 un filo di guardia importa una spesa che oscilla fra l'8 e il 10% del costo complessivo della linea. Giova qui ricordare che il Gruppo Meridionale, per le proprie grandi condutture, adotta un trefolo di guardia rame-acciaio zincato più costoso di quello normale in ferro o acciaio zincato.

***

Se è lecito trarre conclusioni da dati sommari e incompleti come quelli che abbiam potuto raccogliere dalla nostra inchiesta, queste devono essere limitate alle seguenti:

L'adozione di fili di guardia è entrata ormai nella pratica corrente delle Società elettriche italiane, sopratutto per linee ad altissima tensione e quindi coi conduttori molto alti dal suolo, essendo allora maggiore, a parità di gradiente per metro lineare, le sovratensioni indotte; per linee dove è difficile la messa a terra dei pali e quando il tracciato si svolge attraverso regioni montuose. Vi è una maggior percentuale di linee così protette fra quelle ad altissima tensione, ma ciò è forse in dipendenza del fatto che si tratta di linee più moderne, costruite cioè quando la convinzione dell'efficacia del trefolo di guardia si era maggiormente affermata.

Il tipo e le dimensioni della disposizione protettiva sono pressochè ovunque normalizzate nelle forme che abbiamo ricordato.

I vantaggi del trefolo di guardia dal punto di vista elettrico sono generalmente riconosciuti, mentre si sono lamentati talvolta inconvenienti di origine meccanica.

In seguito ai risultati dell'esercizio, la tendenza moderna italiana dovrebbe affermarsi in questo senso: maggior diffusione dei fili di guardia; aumento del numero di questi per linee in condizioni specialmente delicate o molto importanti; adozione di sezioni più forti o almeno di materiali a più alta resistenza meccanica di quelli fin qui impiegati; avvicinamento del filo di guardia ai conduttori fino ai limiti compatibili con le esigenze della tesatura, ciò che non sempre pare esser stato fatto fin qui; adozione, insieme ai trefoli, di buone messe a terra su tutti i pali ove ciò sia possibile.

m. a.

(1) È da rilevare che, non potendosi in genere valutare l'altezza *media* dei conduttori sul terreno per tutta la lunghezza della linea, si è fatto il calcolo in base alle altezze misurate all'attacco dei conduttori al palo normale. Il coefficiente di protezione di una linea può dunque essere *leggermente* diverso da quello indicato; ad ogni modo a scopi di confronto, i calcoli rimangono validi.

DIRITTO E GIURISPRUDENZA

FORNITURA DI ENERGIA ELETTRICA

Esazione di somme non riscosse per errore.

MASSIMA

La società fornitrice di energia elettrica che abbia riscosso somme inferiori al dovuto pagamento della energia fornita; e ciò per errore di lettura dei contatori da parte dei propri agenti, ha diritto di ripetere la differenza non riscossa.

Non può l'utente eccepire la prescrizione annua di cui all'articolo 2139 terzo capoverso Cod. Civ., quando senza eccepire l'effettuato pagamento neghi nel merito di dovere la somma; poichè la prescrizione breve suddetta costituisce solo presunzione di estinzione del debito, ed è esclusa da ogni diversa tesi.

Non può dall'utente invocarsi l'errore altrui quando risulti che da tale errore egli ha tratto indebito profitto.

Nè la azione del fornitore dell'energia è ostacolata o pregiudicata dalle già fatte liquidazioni all'atto della riscossione delle bollette, essendo le liquidazioni stesse, in quanto liberative, viziate da errore. (1).

Tribunale Cosenza 4-25 gennaio 1930, in causa SOCIETÀ ELETTRICA BRUZIA contro RENZELLI.

FATTO

Con atto 5 gennaio 1928 la Società Elettrica Bruzia esponeva che da parecchio tempo fornisce al commerciante Vincenzo Renzelli dell'energia elettrica per forza motrice da costui adoperata per i bisogni della sua azienda industriale. Nel novembre del 1923 il Renzelli chiese alla società che facese installare nel suo esercizio un contatore Ganz trifase, di sua proprietà, e successivamente faceva mettere in opera un secondo identico contatore, pure di sua proprietà, su cui vennero costantemente eseguite le letture dell'energia consumata. Però, trattandosi di contatori non usati dalla Società, il personale incaricato delle letture cadde in errore e ritenne che le cifre di consumo indicassero ettowattore, mentre trattavasi di chilowattore, sicchè le singole fatture furono costantemente emesse per cifre che rappresentavano il decimo del consumo effettivo.

Solo di recente fu scoperto l'errore e si procedette alla rettifica delle varie fatture accertando un debito del Renzelli per L. 25.354,60 il cui saldo fu chiesto anzitutto verbalmente, in via amichevole, e quindi, di fronte alle tergiversazioni del Renzelli, con lettera raccomandata del 13 agosto 1927. Non avendo neppure questa volta il Renzelli provveduto al pagamento, si rende necessario adire il magistrato. Ciò premesso ed esposto, la Società suddetta traeva davanti questo Tribunale il Renzelli per sentirsi condannare al pagamento della somma di cui sopra, dovuta per energia consumata e non soddisfatta, con gli interessi commerciali dalle singole fatture al soddisfo, spese e competenze difensive e con sentenza munita di clausola di provvisoria esecuzione. Contestatasi la lite, all'udienza di profitto le parti prendevano le conclusioni in epigrafe riportate.

IN DIRITTO

Osserva che l'eccezione di prescrizione, preliminarmente opposta dal convenuto a norma dell'art. 2193 cap. 3° del codice civile, non ha giuridica consistenza e deve essere senz'altro respinta. Di fatti, posto che nella specie si tratti di breve prescrizione, la quale riposa sulla presunzione dell'avvenuto pagamento, è chiaro che essa, per la contraddizione che nol consente, non possa più essere utilmente invocata quando il debitore confessi l'esistenza della obbligazione o comunque contesti l'originario rapporto. In questi casi manca il sostrato, il contenuto essenziale della prescrizione impropria, e per tanto se il Renzelli dichiara di non avere pagato e di non dovere pagare, ciò basta perchè la sua difesa si renda incompatibile col dedotto mezzo, introdotto dal legislatore allo scopo di presumere, per ovvie ragioni di ordine sociale, un pagamento già avvenuto. La causa va perciò esaminata nel merito. All'uopo giova premettere che non sono in discussione gli elementi di fatto posti a base dell'atto introduttivo, giacchè il Renzelli sostanzialmente riconosce che, in dipendenza dell'errore commesso dal personale addetto alla lettura dei contatori, la Società Bruzia emise le fatture e riscosse l'importo in ragione di un decimo soltanto del consumo effettivo di energia. Il Renzelli pone invece la sua tesi difensiva su altro terreno concretandola nelle seguenti proposizioni:

a) l'errore commesso dal personale della Bruzia nella lettura dei contatori costituisce *cula lata quae dolo equiparatur* e quindi deve risolversi in danno della suddetta società e non del contraente che non vi diede causa. A sostegno di questa prima proposizione viene dedotta in subordine prova testimoniale secondo i capitoli riportati nelle conclusioni aggiunte.

b) Il contratto di fornitura e di energia elettrica, come qualunque contratto a consegne successive, si è esaurito da ambo le parti per le quantità consumate, con la liquidazione fatta dal fornitore e col pagamento eseguito dall'utente, dopo di che devesi ritenere avvenuta la liberazione di quest'ultimo.

Sembra al Tribunale che siffatte proposizioni, altre volte prospettate in casi analoghi, non resistano alla critica più superficiale, e che neppure in questa causa possa darsi ad una questione vecchia una soluzione nuova. Già, per quanto attiene alla prima proposizione, nella quale è in giuoco la tecnica dell'errore, giova rilevare che tutte le dissertazioni dottrinarie cadono di peso di fronte ad alcuni elementi di fatto di una particolare eloquenza su cui non è possibile saltare a piè pari senza offendere la realtà viva e palpitante delle cose.

Conviene in sostanza domandarsi: È ammissibile che il Renzelli versò in buona fede, o è invece vero che egli prima ancora della società attrice, avvertì l'errore, e ciononostante continuò coscientemente a pagare meno di quanto sapeva di dovere, traendo così lucro ai danni dell'altro contraente? Posto di fronte a questo interrogativo, nel quale sta il fulcro, e diciamo pure la moralità della causa, il Tribunale non esita a dichiarare che l'errore fu volutamente sfruttato dal Renzelli, sicchè la negligenza di cui si pretende far rimprovero alla Società, è superata dalla piena consapevolezza del primo di essere inadempiente al contratto, pagando un prezzo che in effetti non era rispondente alla quantità di energia fornita.

Due rilievi obbiettivi di decisivo valore inducono a questa determinazione:

1°) Gli apparecchi misuratori furono acquistati dal Renzelli e messi in opera a sua richiesta: in queste condizioni sarebbe ingenuo pensare che egli — industriale intelligente ed accorto quale è — ne ignorasse l'unità di misura e non si accorgesse che il consumo veniva letto per un decimo dell'intero.

2°) Il Renzelli dovette avvertire l'errore e profittarne anche perchè, dopo l'installazione dei nuovi contatori, ad un aumento di potenzialità installata rispose una diminuzione di consumo di energia.

I calcoli fatti in proposito dalla Bruzia sulla scorta di una prova materiale di cifre, e sui quali nulla si oppone di sostanziale, tagliano corto a tutti i ripieghi e dimostrano quanto sia artificiosa la tesi dell'errore incolpevole dietro cui il Renzelli vorrebbe riparare per concludere che è nel diritto di pagare per uno mentre invece ha consumato energia per dieci. Così stando le cose, la irrilevanza della dedotta prova per testi si coglie *prima facie*, ed ognuno vede subito che, se anche la prova riuscisse, non sposterebbe di una sola linea la situazione di fatto di cui sopra, basata non soltanto su ragioni logiche evidenti, ma ben anche su elementi obbiettivi univoci e precisi che non si

possono in alcun modo distruggere. In ordine poi alla seconda proposizione, con la quale in sostanza si accampa la liberazione del debitore in dipendenza del pagamento delle bollette, non è difficile rispondere che codesta tesi difensiva scuote alle radici i principi fondamentali del rapporto contrattuale bilaterale, in cui ciascuna delle parti è tenuta allo esatto adempimento. Ora se la Società Bruzia ha per suo conto ottemperato all'obbligo di fornire l'energia, il Renzelli non può sottrarsi all'obbligo correlativo di corrispondere quel supplemento di prezzo che non fu pagato per errore.

Se fosse diversamente, l'elemento della buona fede, che deve presiedere all'esecuzione del contratto, verrebbe isolato in soffitta, ed il vincolo derivante dalla formata convenzione resterebbe esposto a tutte le insidie. Nè può il Renzelli pretendere di vedere accolte le sue richieste ponendo in rilievo il danno derivatogli nello smercio dei prodotti, il prezzo dei quali fu determinato anche con riguardo al costo dell'energia elettrica. Tutto ciò dovrebbe presupporre la colpa della Società, mentre qui, per quanto prima si è detto, risulta che il Renzelli dovette essere a conoscenza dell'errore e perpetuarlo nel suo interesse, sicchè in definitiva la fonte del risarcimento dovrebbe ricercarsi non tanto nel fatto dell'altro contraente quanto e prima ancora nella malizia propria: l'assurdo logico e giuridico in queste condizioni è evidente.

P. Q. M. (*omissis*).

NOTA

(1) Si vedano, su caso perfettamente analogo, la sentenza (contraria) del Tribunale di Milano 24 maggio-11 giugno 1927 e (in senso conforme alle massime annotate) la sentenza 8-14 marzo 1928 della Corte d'Appello di Milano, in riforma della precedente.

Entrambe tali sentenze furono pubblicate in questa Rivista fascicolo di maggio 1928, pag. 652 e seguenti, con nota di commento.

La Corte Milanese, giudicando nel senso di ammettere la esperibilità della azione, si era anche preoccupata di definirne il *nomen iuris*; e rettamente ritenne trattarsi di azione di arricchimento indebito, per la quale era inutile ogni indagine sulla assenza di colpa da parte dell'utente, bastando per la sua procedibilità che la locupletazione fosse avvenuta senza « giusta causa »; non potendo infatti ravvisarsi senza palese iniquità la sussistenza della giusta causa nell'errore del danneggiato.

Si veda per il resto la nota sopra ricordata.

Tassa di registro.

Per la procedibilità della azione giudiziale per rimborso di tasse di registro che si assumono indebitamente pagate non è indispensabile la produzione della quietanza originale del fatto pagamento, bastando che del pagamento risulti la prova da atti equipollenti.

Le vendite o somministrazioni a pubbliche amministrazioni non possono essere considerate come appalti agli effetti della applicazione della tassa di registro, se non quando la vendita sia contenuta in un contratto di appalto (*art.* 50 *della tariffa della legge di registro del* 1897).

E conseguentemente i contratti di semplice fornitura di energia elettrica debbono considerarsi come vendite, anche se la fornitura sia fatta a pubbliche amministrazioni, e come tali sono esenti dalla registrazione a temine fisso a norma dell'art. 46 *dell'allegato D al R. D. L.* 30 *dicembre* 1923, *n.* 3269. (1).

Tribunale Roma, 26 giugno-14 luglio 1930, in causa SOCIETÀ APPLICAZIONI ENERGIA ELETTRICA contro FINANZE DELLO STATO.

FATTO

Con atto di citazione del 13 luglio 1928, la Società per Applicazioni di energia elettrica, in persona del suo Presidente Ingegnere Gerolamo Maglione, conveniva in giudizio l'Amministrazione delle Finanze dello Stato e per essa il Ricevitore del Registro, atti privati, di Roma ed esponeva, che fin dal 1918 con atto di sottomissione al Ministero della Marina in data 24 marzo di detto anno, la Società istante aveva assunta la fornitura di energia elettrica al Cantiere Militare di Castellammare di Stabia per il periodo 1° aprile 1918, 31 marzo 1921; che, con successivi atti di sottomissione in data 7 marzo 1921, 22 maggio 1922, 26 gennaio 1923, il contratto di fornitura veniva rinnovato tra le parti alle stesse condizioni per i rispettivi periodi e su tali contratti l'Ufficio di registro convenuto aveva percepito le relative tasse di registrazione ed, in seguito alle liquidazioni annuali, anche le tasse complementari di registro;

che avendo poi la Società ritenuto di aver pagato indebitamente le suddette tasse e loro complementi, ne aveva chiesto, il 27 febbraio 1926, il rimborso alla intendenza di finanza di Roma, ma questa, con decisione del 29 luglio stesso anno, aveva respinto il ricorso, e parimenti il Ministero delle Finanze, con decisione del 18 gennaio 1928, aveva rigettato il reclamo proposto dalla istante avverso la decisione intendentizia suddetta;

che però i contratti di cui sopra avrebbero dovuti essere registrati gratuitamente in applicazione degli articoli 86 e 145 della legge sulle tasse di registro del 20 maggio 1897 n. 217 vigente al tempo delle registrazioni effettuate, perchè trattavasi di vendita di energia elettrica, in cui acquirente era lo Stato, e che pertanto doveva farsi luogo alla registrazione gratuita.

Ciò premesso, la istante chiedeva che, previo riconoscimento del nessun diritto delle Finanze a percepire la suddetta tassa, venisse ordinata la restituzione di tutte le somme indebitamente percette dalla convenuta, con gli interessi commerciali, come per legge, oltre alle spese ed onorari del giudizio, con sentenza provvisoriamente esecutiva.

Contestatasi la lite nel contraddittorio delle parti, la convenuta, in via pregiudiziale eccepiva che l'azione promossa dalla Società per Applicazioni non era procedibile, se non venissero esibite le quietanze dei pagamenti, dedotti in contestazione; in merito, assumeva che l'operazione tassata non era vendita, ma somministrazione a pubblica amministrazione, da assimilarsi all'appalto e che quindi non v'era la esenzione pretesa dalla istante, della cui domanda chiedeva, in conseguenza, la reiezione.

L'attrice, però resistendo alle avversarie eccezioni e deduzioni, rimaneva ferma nelle sue richieste ed i procuratori delle parti prendevano le rispettive conclusioni, che sono di sopra trascritte.

DIRITTO

L'eccezione pregiudiziale proposta dalla convenuta non può ravvisarsi fondata. Non è dubbio che la istante deve dimostrare di avere pagate le somme, delle quali pretende il rimborso, ma non può dirsi che a tale obbligo essa non abbia soddisfatto, poichè risulta dai singoli atti di sottomissione, per dichiarazione del Procuratore Capo del Registro firmata e munita del bollo di ufficio, che la tassa fu pagata all'atto della registrazione nella somma di cui ora si pretende il rimborso, mentre per le tasse complementari, avvi la certificazione di pagamento (salvo detrazione di lire 4476 rimborsate) rilasciata dallo stesso procuratore Capo del Registro e tali documenti, provenienti dallo stesso Ufficio che le riscosse, devono ritenersi sufficienti a provare che le tasse reclamate in rimborso furono pagate dall'istante.

È ben vero che l'art. 141 della vigente legge sulle tasse del Registro prescrive che ai ricorsi per restituzione di tasse si deve unire la quietanza originale del pagamento; ma tale disposizione si riferisce alle domande in via amministrativa; nè havvi sanzione di improcedibilità, mentre, in un caso come l'attuale, in cui l'attrice assume, e la controparte non impugna, che è nella impossibilità di presentare le quietanze, perchè queste sono in mano del Ministero della Marina, devonsi ritenere equipollenti le certificazioni provenienti dall'ufficio del registro, sia per la certa autenticità e veridicità dei certificati e annotazioni fatte dal detto ufficio, e sia perchè questo è anche il convenuto in causa. Per altro la stessa Amministrazione ritenne, anche in sede amministrativa, procedibile il ricorso, avendo di esso giudicato in merito e tanto più quindi la procedibilità deve ammettersi in questa sede.

In merito, il Collegio osserva che nessun dubbio può elevarsi, nè si eleva dalla convenuta, circa la gratuità della registrazione dei contratti di vendita, nei quali lo Stato è acquirente, in applicazione degli art. 86 e 145 della legge del 1897, n. 213.

La questione si riduce a stabilire se nei contratti tassati dei quali trattasi deve vedersi una vendita, ovvero una convenzione di diversa natura.

Che il prodotto « energia elettrica » che fu obbietto delle convenzioni tassate, possa formare obbietto di compra-vendita, ormai più non si discute, essendo tale prodotto della moderna industria suscettibile di consegna e tradizione, come le merci, che si scambiano nel resto del campo commerciale; nè su ciò si fa controversia dalle parti.

La convenuta tende soltanto ad escludere che la fornitura di energia fatta dalla Società Applicazioni elettriche alla R. Marina, fosse una vendita; e, pur ammettendo che tale deve ormai ritenersi ai fini della tassazione, per convalidata giurisprudenza

la fornitura di energia elettrica a privati, sostiene però che, quando tale fornitura venga fatta a pubblica amministrazione, debba andarsi in contrario avviso e ritenersi tassabile il contratto di fornitura, definendo il suo obbietto come somministrazione a Pubbliche Amministrazioni.

La distinzione ha base nel confronto fra gli articoli 49 e 50 della tariffa annessa alla legge del 1897; nel primo di detti articoli si parla degli appalti a privati che «non contengono nè vendita, nè promessa di rilascio di mercanzia» etc. mentre nel secondo sono considerati gli stessi appalti «ed inoltre quelli per somministrazione o approvvigionamenti conceduti all'Amministrazione ed ai pubblici stabilimenti».

Si argomenta dalla dizione dell'art. 50, messa in confronto con quella dell'art. 49, che, avendo il legislatore accomunati gli appalti in genere con quelli per somministrazioni a pubbliche amministrazioni, siasi voluto considerare questi ultimi come appalti.

In verità non può convenirsi nella affermazione così generalmente ed assolutamente espressa, nè ammettersi che dal confronto dei su cennati articoli di tariffa scaturisca la assoluta e incondizionata parificazione ad appalto di ogni vendita che venga fatta alla pubblica amministrazione, poichè se è ben vero che nell'art. 49, riguardante gli appalti in genere, avvi la espressa esclusione di quelli che contengono vendita o promessa di vendita di mercanzia, derrate ed altri oggetti mobili, e che tale esclusione espressa non si trova ripetuta nell'art. 50, non è men vero che in questo secondo articolo si parla degli «stessi *appalti* di cui al numero precedente ed inoltre di quelli per somministrazione o approvvigionamenti conceduti dalle Amministrazioni» e non già di qualunque *vendita* che a questa venga fatta, come avrebbe dovuto dirsi se veramente si fosse voluto parificare all'appalto ogni e qualunque vendita, in cui l'amministrazione pubblica fosse acquirente.

La giusta interpretazione dei citati articoli della tariffa è evidentemente questa: che negli appalti tra privati ove si contenga una vendita, e cioè, non soltanto una obbligazione di fare ma anche quella di consegnare mercanzia, derrate ed altri simili oggetti mobili, questa ultima obbligazione prevale nel caratterizzare il contratto, ai fini fiscali; mentre, nel contratto di forniture a pubblici stabilimenti od amministrazioni, anche se gli appalti contengono vendita o promessa di vendita di mercanzie derrate e simili, questa ultima obbligazione non basta a togliere agli appalti la loro caratteristica e quindi ad esonerare i relativi contratti dall'onere fiscale. Però sempre di appalti deve trattarsi e non di vendite pure e semplici, perchè anche nell'articolo 50 il legislatore adopera la parola appalti, anche quando accenna espressamente a quelli per somministrazioni o approvvigionamenti alle amministrazioni pubbliche.

Chè se, come non è dubbio, le due espressioni vendita e appalto configurano nel linguaggio tecnico giuridic due obbligazioni di natura diversa e distinta, non può affermarsi, senza violare patentemente la lettera della legge, che là dove sta scritto appalti debba leggersi vendite.

Peraltro la distinzione, intesa nei sensi suaccennati, è pienamente persuasiva, ove si rifletta che, specie nei tempi di meno sviluppato progresso industriale e commerciale, in cui la legge del 1897 fu redatta, più comunemente le forniture alle pubbliche amministrazioni, a differenza di quelle ai privati, solevano effettuarsi con un complesso di oneri a carico del fornitore, implicante qualche cosa di più e di diverso di una semplice consegna di merce venduta, onde la prevalenza in tali casi, della figura dell'appalto, che suol essere riconosciuto dalla giurisprudenza anche nelle prestazioni periodiche richiedenti un complesso di operazioni da parte dell'assuntore, appunto perchè l'obbligazione di dare si complica in tal caso con responsabilità e pesi, che importano ulteriori obblighi non di solo dare e che quindi caratterizzano la figura dell'appalto, rimanendo sempre esclusa da siffatta ipotesi, anche agli effetti fiscali che si considerano, la pura vendita, non richiedente obbligazioni di diversa natura di quella del consegnare la cosa venduta.

La legge 23 aprile 1911 n. 509, riportandosi negli articoli 4 e 6 alle vendite in genere, senza distinzione fra quelle fatte ai privati e quelle a pubbliche amministrazioni e senza riserve per l'applicazione a queste ultime del trattamento fiscale degli appalti, non innova, ma conferma all'evidenza la distinzione che, secondo le osservazioni fatte dianzi, il legislatore del 1897 riconobbe e sancì fra i contratti di fornitura aventi natura di appalto e quelli aventi carattere di semplice vendita, anche se fatti a pubbliche amministrazioni.

L'ulteriore evoluzione legislativa è venuta a chiarificare i detti concetti, con speciale riguardo alle forniture di energia elettrica. Ed infatti il R. D. 24 novembre 1919, n. 2163, all'art. 52 della tariffa, disciplina gli appalti, compresi quelli per somministrazioni ed approvvigionamenti, senza distinzione tra privati e pubbliche amministrazioni e senza parlare affatto delle vendite, che evidentemente, a chiunque fatte, non avrebbero potuto confondersi con gli appalti, restando chiarito espressamente dall'art. 5 dello stesso R. D. 24 novembre 1919 all. *C* (tasse di bollo ordinarie) che non dovevano considerarsi appalti soggetti alla tassa di registro, i contratti di abbonamento o di somministrazione, fra l'altro, di energia elettrica per forza motrice, luce, o riscaldamento, essendo questi assoggettati alla sola tassa di bollo. Nè può ritenersi che detto articolo 5 abbia voluto fare distinzione ai fini della tassazione tra le forniture a pubbliche amministrazioni e quelle a privati; chè anzi esso presupponeva identico trattamento dappoichè si limitava a stabilire che i contratti con privati dovevano risultare da scrittura o polizza, o domanda scritta; il che non occorreva dire per quelli delle pubbliche amministrazioni, perchè devono sempre essere fatti per iscritto.

Lo stesso Ministero delle Finanze, peraltro, su parere del Consiglio di Stato, ha riconosciuto, con circolare di quella Direzione Generale del 15 marzo 1923 Div. 3ª n. 40680, che il detto articolo 5 si riferiva anche ai contratti con le pubbliche amministrazioni ed in conseguenza che le forniture di energia elettrica fatte alle Amministrazioni medesime dovevano avere il trattamento fiscale proprio delle vendite. E tale circolare preludeva, può dirsi, al R.D.L. 30 dicembre 1923, n. 3269, ora vigente, il quale, nel riprodurre, nell'allegato *A*, l'articolo 52 della tariffa del 1919, spiegò esplicitamente che nessuna distinzione doveva farsi tra gli appalti per approvvigionamenti o somministrazioni fatti a pubbliche amministrazioni e quelli fatti a privati, mentre pure esplicitamente, all'art. 46 dell'all. D. dello stesso decreto, si dichiaravano esenti dalla registrazione in termine fisso i contratti di somministrazione, fra l'altro, di energia elettrica e risultanti (come all'art. 5 del R. D. del 1919 all. B succitato) da scrittura privata, o polizza, o domanda sottoscritta «anche se abbonata od utente sia la pubblica amministrazione».

L'evoluzione delle disposizioni legislative, come fin qui esposta e commentata, dimostra che questo ultimo decreto fu interpretativo della legislazione precedente, seguendo la interpretazione già data ad esso dallo stesso Ministero delle Finanze, giusta la circolare su mentovata.

Pertanto deve ritenersi che, per la passata legislazione, come per la vigente, ove la somministrazione di energia elettrica, sia pure essa fatta ad una pubblica amministrazione, non contenga le speciali caratteristiche dell'appalto, non implichi cioè altre obbligazioni del fornitore, all'infuori di quella della consegna della energia, il contratto deve ritenersi vendita di prodotto industriale e perciò sottratto al trattamento fiscale proprio degli appalti. (Si ricorda, a conforto, la recente decisione della Suprema Corte in causa Finanza-Soc. El. Padana del 30 dicembre 1929, inedita).

Nella specie la questione è molto semplice, perchè dai contratti risulta, e non è contestato, che la Società odierna attrice nessuna ingerenza aveva e nessuna speciale obbligazione, se non quella di consegnare nel punto stabilito, l'energia venduta, da misurarsi e pagarsi al prezzo ed alle condizioni concordate; nulla doveva fare la fornitrice, salvo quanto di suo interesse e per il solo controllo della esatta misurazione di prodotto fornito. L'Amministrazione vorrebbe vedere un'obbligazione di fare, che darebbe al contratto la caratteristica dell'appalto, nel fatto che la Società doveva condurre l'energia dallo stabilimento di produzione alla cabina di misurazione, avendo dovuto la istante all'uopo costruire apposita conduttura; ma il Collegio osserva che detta obbligazione era inerente a quella della consegna nel luogo stabilito; nè deve impressionare la necessità di costruzione della conduttura, perchè questa veniva richiesta dallo speciale genere della merce; mentre, se ben si considera, essa non era che il mezzo indispensabile per effettuare la consegna e non può ritenersi snaturato il contratto di vendita se la consegna del prodotto doveva effettuarsi in un luogo piuttosto che in un altro.

Essenziale è che ogni ingerenza cessava da parte della fornitrice al di là dell'apparecchio di misurazione; che la sua obbligazione rimaneva esaurita con l'immissione dell'energia in tale apparecchio, che costituiva lo strumento verificatore della quantità venduta e al tempo stesso il mezzo tecnico indispensabile per la tradizione dell'oggetto; dal che emerge in modo chiaro che l'obbligazione era quella di vendita pura e semplice e non di appalto.

La domanda attrice pertanto di rimborso delle somme pagate per la tassa applicata in conseguenza della inesatta definizione del contratto, ritenuto appalto, anzichè vendita, va attesa, e non precisandosi dalla istante l'ammontare del rimborso, questo verrà determinato amministrativamente, salvo prosieguo dell'azione in caso di disaccordo, limitandosi intanto l'attuale pronunzia ad una declaratoria di diritto.

P. Q. M. (*omissis*).

NOTA

(1) Si veda in senso conforme la sentenza 15 febbraio 1929 della Corte d'Appello di Bologna, pubblicata in questa Rivista, fascicolo di maggio 1929, pag. 546.

Patto di esclusività - Sua violazione.

MASSIMA

È valido ed efficace il patto di esclusività contenuto in un contratto di fornitura di energia elettrica.

Viola tale patto l'utente che stacchi il proprio impianto dalla rete di distribuzione della impresa fornitrice per allacciarlo a quella di altro fornitore.

Il primo fornitore ha diritto, in tal caso, ad ottenere, oltre il pagamento della energia non consumata ed il risarcimento dei danni, anche la rimozione del nuovo allacciamento ed il ripristino dello statu quo ante.

Pretore di Schio, 29 luglio 1930, in causa INDUSTRIA ELETTRICA SCLEDENSE c. FILIPPI.

FATTO

Esponeva la Società istante che certo Filippi Giuseppe di Valdagno, in data 28 novembre 1929 e per la durata di anni 5, aveva stipulato con essa un contratto di fornitura di energia elettrica a scopo illuminazione; che senza alcuna ragione e in aperta violazione ai patti contrattuali, nella prima quindicina del mese di febbraio a. c. il Filippi si era staccato dalla rete della ricorrente per allacciarsi ad altro fornitore, concorrente della «Scledense»; che essa istante intendeva ottenere la piena e completa esecuzione del contratto oltre il risarcimento del danno (da liquidarsi in separata sede) conseguente al mancato uso dell'energia, al distacco dell'utenza, ed alla violazione del patto di prelazione, ed imporre inoltre il pagamento dei canoni maturati e maturandi.

Ciò premesso dichiarava la «Scledense» di aver dovuto convenire il Filippi davanti a questo Giudice, per sentir giudicare:

1) Essere valido in ogni sua parte e a tutti i giuridici effetti il contratto di fornitura di energia elettrica per uso illuminazione concluso il 28 novembre 1929 fra la Spett.le Industria Elettrica Scledense e il sig. Filippi Giuseppe di Valdagno.

2°) Avere conseguentemente la Società attrice, in dipendenza e per la durata di tale contratto il diritto esclusivo di fornitura di energia elettrica nei locali di uso del convenuto, il quale sarà tenuto a tutte sue spese, a procedere alla immediata rimozione dello allacciamento di altra ditta, ripristinando immediatamente l'allacciamento con la rete della Società attrice, autorizzata in difetto quest'ultima e trascorsi giorni dieci dalla notifica della emananda sentenza, ad eseguire quanto sopra a tutte spese e rischio del convenuto, con l'assistenza dell'Uff. giud. addetto alla R. Pretura di Valdagno espressamente delegando.

3°) Condannarsi il convenuto al pagamento delle bollette arretrate, maturate e maturande, e a rifondere alla Spett.le Industria Elettrica Scledense ogni danno dipendente dal fatto di cui in narrativa, danno da liquidarsi in separato giudizio.

4°) Rifuse le spese di lite e successive occorrende.

5°) Sentenza provvisoriamente esecutiva meno che per le spese.

(*Omissis*).

DIRITTO

Dispone il contratto, regolarmente firmato dall'utente Filippi Giuseppe, che le parti, per ogni eventuale contestazione, derivante dal contratto stabilivano la competenza giuridica della Pretura di Schio e del Tribunale di Vicenza. Questo quanto alla competenza territoriale del Pretore di Schio. Dispone altresì il contratto di fornitura, che il rapporto aveva il suo inizio a cominciare dal 1° dicembre 1929 con durata fino al 30 novembre 1934 salvo tacita proroga di triennio in triennio, in mancanza di disdetta, con lettera raccomandata, di almeno sei mesi prima della scadenza del contratto. Che il contratto non poteva venire risolto prima della scadenza, nemmeno se l'utente avesse per qualsiasi causa o ragione a diminuire o a sospendere anche completamente l'uso dell'energia. L'utente poi garantiva alla Società il diritto di prelazione per la fornitura di energia elettrica alla fine del contratto per un eguale periodo. Fra l'altro il contratto dispone all'art. 10: «La Società avrà diritto esclusivo di fornitura d'energia elettrica nei locali indicati nel contratto ed annessi di uso dell'abbonato». Venne pattuito il canone mensile minimo di Lire 1.50. Ciò premesso, poichè il convenuto ha omesso di pagare nel mese di dicembre 1929 per fornitura di energia elettrica, lire 57.10, e nel mese di gennaio 1930 lire 18,50, come da bollette comunicate in causa registrate il 9 luglio 1930 al n. 27, vol. 90 atti privati, secondo la presunzione che emerge dal fatto di non aver fornito la prova della sua liberazione di fronte al contratto e di fronte alle bollette (che, data l'indole del rapporto, ben possono costituire prova documentale, fino a che non sono impugnate dalle parti, dell'importo della somministrazione) deve il convenuto medesimo essere condannato a pagare la somma globale di lire 75,60 per canoni maturati a tutto il mese di gennaio 1930.

Data la natura e la forme delle clausole contrattuali surriportate, deve del pari il Giudice dichiarare tenuto il convenuto, ad osservare pienamente il contratto di fornitura, di cui nella premesse, sia per quanto riguarda la durata quinquennale, il rispetto del patto di esclusiva e di prelazione nelle precise modalità indicate nelle clausole surriportate, nonchè a pagare per tutta la durata residua del contratto il minimo canone mensile in L. 1.50. Per l'inadempienza contrattuale denunciata dall'attrice, per la quale il convenuto si sarebbe staccato col proprio impianto dalla rete della «Scledense» dovrà altresì il convenuto medesimo sottostare al risarcimento dei danni, mentre frattanto a buon diritto la ditta istante chiede il ripristino dell'allacciamento dell'impianto del convenuto alla sua rete di distribuzione e il distacco dell'impianto stesso dalla rete di altra ditta. Le due clausole riguardanti il diritto di esclusiva e di prelazione, sono perfettamente lecite, sia prese a sè che congiuntamente, poichè sono limitate nel tempo e nello spazio, perchè sono in un rapporto di diritto commerciale, ed incidono in un contratto che ha per oggetto, una merce (energia elettrica) legata a particolari condizioni di produzione, distribuzione e consumo. Non bisogna confondere l'ordine economico con l'ordine giuridico, o meglio le considerazioni d'ordine economico che possono rendere eventualmente antipatiche e forse anche inopportune in un determinato momento della Economia generale della Nazione, le clausole medesime in quanto contrarie ai principi delle libera concorrenza, tanto utile per ridurre il costo di consumo di prodotti, con le considerazioni d'ordine giuridico che assicurano, in materia, la piena libertà contrattuale delle parti, la piena tutela del rapporto contrattuale anche in relazione alle clausole medesime.

P. Q. M. (*omissis*).

Fallimento.

MASSIMA

Il fallimento dell'utente di una fornitura di energia elettrica non estingue il contratto di fornitura, nè annulla l'obbligazione dell'utente al ritiro del minimo pattuito.

Non essendo però possibile lo adempimento forzato, l'obbligo stesso si converte in quello del risarcimento dei danni.

Il danno per lucro cessante dovuto al fornitore dell'energia è rappresentato dalla differenza fra il prezzo pattuito per l'energia (e per la quantità minima contrattuale da fornirsi fino a scadenza del contratto) ed il costo di produzione dell'energia medesima (1).

Tribunale Vicenza, 25 luglio-3 ottobre 1930, in causa FALLIMENTO COOP. LAVORANTI IN LEGNO contro INDUSTRIA ELETTRICA SCLEDENSE.

FATTO

Fra la Cooperativa Lavoranti in Legno e la Industria Elettrica Scledense in data 1° aprile 1928 e 1° luglio 1928 vennero stipulati due distinti contratti per fornitura di energia elettrica rispettivamente per forza motrice e a scopo di illuminazione per la durata di un quadriennio (31 marzo 1931) il primo e di un cinquennio (30 giugno 1933) il secondo, salvo tacita rinnovazione in difetto di disdetta a termini del contratto, verso pagamento di un canone minimo mensile di L. 175 aumentabile secondo il consumo in più, dell'energia per la forza motrice, e di L. 1985 per uso illuminazione.

Con sentenza 23 ottobre 1929, n. 937 la Cooperativa Lavoranti in Legno di Schio venne dichiarata fallita. La Società Scledense si provvide allora insinuando al passivo del fallimento un credito di L. 7079, 40 che venne contestato dalla delegazione dei creditori e dal curatore per cui le parti vennero rimesse dal Giudice Delegato innanzi al Tribunale, per la risoluzione della contestazione.

DIRITTO

Del credito di L. 7079,40 denunciato dalla Società Scledense fu ammesso in sede di verifica l'importo di L. 2881 rimanendo contestato il residuo di L. 4198,40 costituito dal prezzo del minimo di energia elettrica per forza motrice (L. 3325) e per illuminazione (L. 873,40) che la fallita si era riservata di consumare e della quale si era assicurata la fornitura con i contratti sopra cennati per l'epoca dal 1º novembre 1929, primo mese di cessazione dell'esercizio, alla scadenza dei contratti cioè al 31 marzo e rispettivamente al 30 giugno 1933.

Con la dichiarazione di fallimento, che è cessazione di un esercizio industriale e commerciale e liquidazione della relativa Azienda, eccetto il caso di esercizio provvisorio, che è sempre limitato però nel tempo, è venuto a mancare per il fatto inerente alla persona del fallito epperò per colpa dello stesso l'adempimento dei suddetti impegni contrattuali, legittimamente assunti, adempimento, che non può nemmeno ulteriormente perseguirsi in via esecutiva per effetto e per la natura stessa dell'Istituto fallimentare. Ma il fallimento non implica già anche invalidità e annullamento dei contratti bilaterali impegnativi, a tempo fisso, stipulati dal fallito, in corso di adempimento, non essendo per i fini che esso persegue, inconciliabile con essi, come lo sarebbe appunto, come si è detto, l'ulteriore coattivo adempimento degli stessi, e non essendo stabilita al riguardo alcuna norma specifica nella legge, che revoca tale istituto.

La dichiarazione di fallimento non è già uno dei metodi di estinzione delle obbligazioni, come giustamente osserva il patrono della Società Scledense, ma solo ne provoca la scadenza (art. 701 e seg. Cod. Commercio). L'annullamento di impegni contrattuali assunti dal debitore fallito è regolato unicamente negli articoli 707, 709 Cod. Comm. e i contratti con la Società Scledense non rientrano certo nella ipotesi ivi prevista e nemmeno fu ciò avversariamente prospettato. Detti contratti quindi rimangono validi ed efficaci negli altri loro effetti — eccetto cioè quello del loro forzato adempimento — fra questi annoverasi appunto quello del diritto della parte adempiente e quindi non in colpa a chiedere l'adempimento e, in caso di impossibilità, lo scioglimento del contratto e in entrambi i casi il risarcimento dei danni, che gliene derivano dal mancato adempimento.

Ed in proposito basti il richiamo degli art. 1218 Cod. Civ. (obbligo al risarcimento dei danni in mancanza di adempimento di un'obbligazione contratta) e 1165 Cod. Civ. (diritto della parte adempiente di un contratto bilaterale di chiedere lo scioglimento del contratto oltre il risarcimento dei danni).

La dimostrazione del danno subito dalla Società Scledense è data dal fatto, non smentito dalla curatela, che i rilevatari dell'azienda della fallita si sarebbero provveduti di energia elettrica presso altra Società fornitrice concorrente; solo qualora l'impegno della fallita fosse stato fatto passare ai suoi successori potrebbesi contestare alla convenuta la pretesa fatta valere.

A tenore dell'art. 1227 Cod. Civile spetta alla parte adempiente l'indennizzo oltre che per la perdita sofferta, anche per il guadagno di cui fu privata, quindi oltre al danno emergente anche il lucro cessante. Come si concretano ora nel caso soggetto questi due elementi dell'indennizzazione?

Il danno emergente risulta evidentemente dalle eventuali spese sostenute dalla Società Scledense per un aumento d'impianto progettato o già esistente del macchinario, di personale dipendente ecc. Il lucro cessante dalla differenza fra il prezzo pattuito per la fornitura dell'energia elettrica e il costo di produzione della medesima risultante dalla somma delle maggiori spese sostenute come sopra (danno emergente) e di quelle generali ordinariamente inerenti alla produzione di energia elettrica. In difetto di una dimostrazione qualsiasi circa lo ammontare del costo di produzione del minimo di energia elettrica, come avrebbe dovuto essere fornita alla fallita Cooperativa, e quindi, nella attuale impossibilità di determinare con precisione il danno emergente (maggiori spese incontrate) e il lucro cessante (mancato profitto) ritiene il Collegio di fissarli *ex-bono et aequo* in una somma equivalente complessivamente alla metà di quella denunciata e contestata ossia in L. 2099,20 per la quale somma si ammette ulteriormente il credito della Società Scledense. Complessivamente quindi tenuto conto dell'ammissione fatta in sede di verifica per L. 2881 il credito della cennata Società resta ammesso per L. 4980,20. Le spese seguono la soccombenza.

P. Q. M. (*omissis*).

NOTA

(1) Per i precedenti della questione, si veda questa Rivista, fascicolo di settembre 1930, pag. 827, alla nota di commento e di richiamo ivi pubblicata.

La sentenza annotata, fra le due diverse teoriche secondo cui il credito per le forniture di energia residuanti ad esaurimento del contratto deve essere ammesso al fallimento, e cioè fra quella che considera il credito come ragione di danni in dipendenza del contratto risolto, e quella che lo considera come credito contrattuale, inerente allo adempimento del contratto, e da osservarsi perchè già esistente nel patrimonio del fallito (per tacere della terza teoria che esclude il diritto alla ammissione del credito considerando il fallimento come causa di annullamento della fornitura), ha aderito alla prima delle tesi accennate.

Dove però è difficile consentire con la sentenza annotata, si è nell'ultima delle massime epigrafate. Riconoscere come danno, anzichè l'importo dei minimi pattuiti (come fu sempre deciso) l'importo stesso al netto del costo di produzione, significa non tener conto delle particolari condizioni della industria elettrica; in cui la spesa di produzione permane uguale anche quando la energia non venga consumata e pagata da un singolo utente, nè quindi può calcolarsi a detrazione del danno effettivo.

AVV. ALESSANDRO PATRUCCO.

PRASSI AMMINISTRATIVA

Nella presente rubrica vengono riassunti principii, che hanno carattere generale, ma che vengono affermati dalla giurisprudenza o dalla stessa Pubblica Amministrazione in occasione di specifici provvedimenti amministrativi in materia attinente a derivazioni di acque pubbliche a scopo di produzione di energia elettrica o di provvedimenti relativi a servitù di elettrodotto, concessioni di sussidi a impianti e linee elettriche, laghi e serbatoi artificiali etc. La massima viene desunta dal testo di sentenza o decisione o dal decreto, e dal relativo parere del Consiglio dei LL. PP. La ricerca del provvedimento testuale è resa possibile ai lettori colle indicazioni della decisione o sentenza — che vengono indicate per ciascuna massima — o della data del decreto — e annesso disciplinare che sono pubblicati nel *Bollettino del Ministero dei Lavori Pubblici* — colla data e numero del relativo parere del Consiglio dei LL. PP. In ogni modo la Direzione della Rivista è a disposizione degli interessati per ogni altra ricerca, richiesta di copie e simili.

La Rivista *L'Energia* non ha bisogno di richiamare la importanza di queste massime, che costituiscono precedente giudiziario e amministrativo che vale spesso a risolvere casi pratici controversi, in via di interpretazione giurisprudenziale od autentica attuata in casi analoghi.

Ogni massima ha un numero progressivo che sarà richiamato nell'apposito indice.

130 – *Istruttoria di concessione idroelettrica - Opposizione fondata sul pericolo derivante dalle piene - Risoluzione.*

Ove, in sede di istruttoria di una concessione idroelettrica sia presentata una opposizione connessa ai pericoli e conseguenti danni per inondazioni che potrebbero derivare da morbide e da piene straordinarie, l'opposizione può essere risoluta, per quanto riguarda le morbide, da opportune clausole del capitolare di concessione (nella specie: imposizione di paratoie di re-

golazione e prescrizione che la diga abbia i cavalletti costituiti da due ritti collegati da un cappello semplicemente appoggiato al fondo dell'alveo, con esclusione di saette esterne che possano aumentare la stabilità al rovesciamento dei cavalletti, che non debbono aver pali di trattenuta), mentre per le piene straordinarie, il pericolo e il danno possono essere esclusi dalla asportazione della traversa.

D. R. 17 marzo 1930. Ditta Eredi Widermann. Derivazione dal torrente Chisone. Comune di S. Germano (Prov. di Torino). Parere Cons. Sup. LL. PP. n. 2128 del 15 luglio 1929. (*Boll. Min. LL. PP.*, 1930, p. 2505).

131 – *Concessioni idroelettriche a scopo misto di forza motrice e irrigazione - Eventuale regime temporaneo per le utenze preesistenti rilevate dall'aspirante alla concessione - Clausole di decadenza.*

Ove debba procedersi ad una concessione idroelettrica mista per forza motrice ed irrigazione, e l'aspirante abbia rilevato utenze irrigue esistenti in forza di preteso titolo, fra le condizioni particolari cui dovrà soddisfare la concessione, possono essere introdotte le seguenti: *a*) finchè non sarà intervenuto l'eventuale riconoscimento delle precedenti concessioni irrigue, il concessionario aspirante alla nuova concessione dovrà impegnarsi a rispettare lo stato di fatto, lasciando defluire a favore delle utenze affermate una quantità d'acqua a quella in effetto utilizzata al momento della concessione; *b*) ove il riconoscimento delle precedenti concessioni irrigue dovesse in seguito intervenire, l'aspirante alla nuova concessione dovrà impegnarsi a modificare l'erogazione di acqua e di energia in conformità della quantità d'acqua e di energia che sarà riconosciuta; *c*) ove tale riconoscimento fosse negato, l'aspirante alla nuova concessione dovrà impegnarsi a sospendere l'erogazione di acqua e di energia (sic); *d*) per le derivazioni irrigue in luogo della erogazione continua dell'acqua, potrà esser fatta una erogazione saltuaria quando il concessionario abbia raggiunto gli accordi cogli utenti e detta erogazione non alteri i diritti dei terzi.

(*Ivi*, come al numero precedente, p. 2509).

132 – *Concessione idroelettrica - Clausola generica e discrezionale nell'interesse delle proprietà rivierasche, in dipedenza delle opere di presa.*

Fra le clausole di una concessione idroelettrica può nell'interesse e a difesa delle proprietà rivierasche essere introdotta la clausola seguente: «La Ditta concessionaria si impegna ad eseguire le opere che saranno prescritte dall'Autorità concedente per la difesa delle proprietà rivierasche a monte della diga qualora a insindacabile giudizio dell'Autorità concedente ciò risulti necessario per evitare danni prodotti dalle opere di presa.

(*Ivi*, come al numero precedente, p. 2510).

133 – *Concessione idroelettrica - Costruzione di ponticelli sopra il canale - Modalità costruttive.*

Ove, nel progetto di una concessione idroelettrica, sia prevista la costruzione di ponticelli sopra il canale per la continuità di strade carraie, può il disciplinare speciale prescrivere una larghezza non inferiore a metri tre e la capacità di resistenza al trasporto di carri del peso lordo di 40 quintali.

(*Ivi*, come al numero precedente, pag. 2510).

134 – *Concessioni idroelettriche - Clausole nell'interesse della difesa militare - Nuove modalità e nuove ipotesi regolate dal disciplinare.*

Alla formula consueta del disciplinare di una concessione idroelettrica, relativa alla clausola nell'interesse della difesa militare e della competenza dell'Autorità militare in materia, possono essere aggiunte clausole e varianti così concepite: *a*) «L'Amministrazione militare avrà facoltà in qualunque tempo, qualora lo ritenga opportuno per necessità di offesa o di difesa, di far sospendere l'esercizio della concessione e anche di far demolire o rimuovere tutto o parte dell'opera eseguita, dandone comunicazione alla competente Autorità civile che ha fatto luogo alla concessione ed al concessionario con semplice lettera raccomandata». *b*) «La Ditta concessionaria si impegna a sottostare a quei maggiori oneri che l'Autorità militare crederà di imporre e si impegna altresì ad accettare il relativo disciplinare suppletivo». *c*) «Le quote di livello saranno riferite a capisaldi costituiti da targhe metalliche, fissate ad opere murarie portanti incise le quote. Dette quote saranno ricavate con livellazione di precisione, riferendosi a capisaldi dell'Istituto Geografico militare».

(*Ivi*, come al numero precedente, pag. 2510 e 2511).

135 – *Concessione idroelettrica - Clausola di eventuale variante degli scaricatori e sfioratori dopo il collaudo.*

Fra le clausole del disciplinare di concessione può esser introdotta quella della regolazione della portata nel senso che questa non possa essere superata e, a tal fine, nel progetto siano prescritti appositi scaricatori e sfioratori.

Però questi ultimi, «ancorchè approvati in progetto e in sede di collaudo, dovranno essere modificati a richiesta dell'Autorità concedente, quando si abbiano a dimostrare insufficienti nell'esercizio della concessione (sic)». Nella specie, tale clausola fu prescritta per una variante a precedente concessione.

D. R. 17 marzo 1930. Concessione Società Forze Idroelettriche Alto Caffaro. Derivazione dal Torrente Caffaro. Comune di Breno (Prov. di Brescia). Parere Cons. Sup. LL. PP. n. 1438 del 15 maggio 1929. (*Boll. Min. LL. PP.*, 1930, pag. 2821).

136 – *Concessione idroelettrica - Clausola relativa al modo e al tempo della misura di portata del corso d'acqua.*

Tra le clausole particolari di una concessione idroelettrica, può essere introdotta quella relativa all'onere, a carico del Concessionario, per la installazione nel canale di scarico di un idrometrografo autoregistratore di portata che permette, previa taratura del canale, da farsi d'accordo col Genio civile, della misura delle portate utilizzate. I diagrammi saranno trasmessi mensilmente all'ufficio del Genio civile per la durata di anni 10.

(*Ivi*, come al numero precedente, pag. 2824).

A. G.

NOTE E RIASSUNTI

LA SCUOLA SPECIALE DI PERFEZIONAMENTO PER INGEGNERI ELETTRICISTI (presso il Politecnico di Milano).

Il corso speciale di perfezionamento per ingegneri elettricisti istituito da due anni presso la R. Scuola di ingegneria di Milano, per il munifico appoggio della Fondazione Politecnico, rappresenta nella sua forma attuale, una necessaria conseguenza dell'organizzazione generale degli studi di ingegneria. Basta considerare che i nostri politecnici sono oggi ancora generalmente organizzati sulla falsariga delle scuole di 40 anni fa, quando non esisteva l'elettrotecnica e quando i motori termici si limitavano alla vecchia macchina a vapore. Al continuo, meraviglioso sviluppo della tecnica si è cercato di tener dietro aggiungendo sempre nuovi corsi, per lo più negli ultimi due anni, col risultato di rendere sempre più gravoso il compito dello studente coscienzioso e di favorire, se non giustificare, l'assenteismo ed il disinteresse dei più.

In tale condizione di cose non è evidentemente possibile impartire seriamente ai giovani — anche a quelli che seguono i corsi speciali per l'elettrotecnica — quella somma di conoscenze e quella sufficiente pratica applicativa oggi richiesta da una anche modesta specializzazione: donde l'idea di aggiungere un sesto anno, un corso di più, per coloro che a tale specializzazione seriamente aspirano. Sorto da queste necessità, il nuovo corso di perfezionamento — di cui è stata affidata la direzione al Prof. A. Barbagelata — si è imperniato sui tre insegnamenti di *Macchine elettriche* (F. Correggiari), *Impianti elettrici* (A. Dalla Verde) e *Misure* (A. Barbagelata) che devono costituire la base della cultura dell'ingegnere elettricista: insegnamenti nei quali le esercitazioni hanno una preponderanza assoluta rispetto alle lezioni orali e che si propongono di completare la cultura degli allievi nei rispettivi campi. A tali tre insegnamenti si aggiunge quello — pure con esercitazioni —, di *Complementi di Elettrotecnica* (E. Bottani) che riprende da un punto di vista più elevato e più generale lo studio fondamentale dei circuiti sia nel regime permanente sia in quello transitorio o perturbato.

A questi insegnamenti fondamentali fanno poi corona un certo numero di brevi corsi monografici, che possono variare d'anno in anno, destinati, come dice il nome, ad illustrare particolari capitoli dell'elettrotecnica. Così in questi due primi anni si sono avuti i seguenti corsi: *Complementi di elettrofisica* (Prof. Lori); *La tecnica dei cavi ad alta tensione* (L. Emanueli); *La tecnica dell'illuminazione* (C. Clerici) *Discipline giuridiche nell'elettricità* (Avv. Gilardoni); *Telefonia automatica* (Annigoni), *Forni elettrici* (Prof. Scarpa).

Dopo l'esperienza del primo anno, il corso si è organizzato sulla base di due periodi: il primo, dal 1° febbraio al 30 giugno, destinato agli insegnamenti ed alle relative esercitazioni, ed il secondo, dal 1° ottobre al 31 dicembre, riservato esclusivamente a studi ed a ricerche di carattere prevalentemente sperimentale, eseguiti dagli allievi sotto la guida del personale insegnante. La data d'inizio del corso al 1° febbraio, è stata fissata in conseguenza del fatto che gli esami di Stato per gli ingegneri si concludono generalmente nel mese di gennaio.

***

Le condizioni particolari del nostro Paese rendevano facile la profezia che non molto numerosi avrebbero potuto essere gli allievi del nuovo corso. Non sono molti, da noi, i giovani che, dopo tanti anni di scuola, possano concedersi il lusso di un sesto anno di Politecnico ed ancor più raro può essere il caso di ingegneri già impiegati nelle industrie che possano rinunciare al loro posto od ottenere il permesso necessario per ritornare, per un anno, alla scuola. Dato però che sono proprio i giovani ingegneri già impiegati nell'industria quelli che sentono più vivo il desiderio di ritornare, con mutato spirito, sulle cognizioni già apprese, la direzione del Corso speciale ha cercato di andare incontro a tale desiderio, sviluppando più che non fosse nei primitivi intendimenti, gli insegnamenti orali e consentendo l'iscrizione ai soli corsi orali, senza cioè le relative esercitazioni. La facilitazione fu apprezzata e fin dal primo anno alcune società o Ditte iscrissero d'ufficio alcuni loro ingegneri al Corso di perfezionamento.

L'anno scorso poi — sempre nello stesso intento — si iniziò un nuovo esperimento portando un certo numero di lezioni nelle ore serali. Più precisamente furono tenuti nelle ore serali il Corso dell'Ing. Emanueli sulla tecnica dei cavi, il capitolo delle misure industriali (Prof. Barbagelata) e quello dei fenomeni transitori (Prof. Bottani). Il successo fu lusinghiero oltre ogni dire, confermando quanto sia generalmente sentito dai nostri giovani ingegneri il bisogno di rinfrescare e riassodare la loro cultura. Le iscrizioni ai corsi serali superarono infatti il centinaio e le lezioni si svolsero sempre davanti ad uditorii numerosissimi ed attenti. L'iniziativa sarà perciò ripresa anche nell'anno prossimo, perchè la direzione del Corso vuole fare tutto quanto è possibile per aumentarne l'utilità e per rispondere sempre meglio ai nobili intenti della Fondazione promotrice.

In tale ordine di idee rientra l'iniziativa delle pubblicazioni destinate ad estendere i vantaggi degli insegnamenti impartiti nella scuola speciale all'infuori della cerchia, necessariamente ristretta, dei suoi allievi. Mercè la disinteressata cooperazione degli autori e grazie all'appoggio della Libreria Editrice Politecnica già tre volumi poterono essere pubblicati. Il primo (*I cavi ad alta tensione*) riassume le lezioni del corso monografico dell'Ing. Emanueli, il secondo (*Calcolazione elettrica delle grandi linee*) ed il terzo (*Metodi fondamentali nelle misure industriali*) costituiscono due capitoli dei corsi di impianti e di misure rispettivamente dell'Ing. Dalla Verde e del Prof. Barbagelata. Altri volumi saranno probabilmente pubblicati nel prossimo anno.

***

Il direttore del Politecnico di Milano, cosciente degli inconvenienti a cui si è sopra accennato, ha iniziato con quest'anno scolastico 1930-31 una parziale riforma del triennio di applicazione intesa appunto ad eliminare l'eccessivo sovraccarico degli allievi negli ultimi anni ed a consentire una più efficace specializ-

zazione. La riforma, per quanto necessariamente limitata, deve essere salutata col più vivo compiacimento come un promettente inizio. Se essa potrà infatti essere progressivamente e coraggiosamente estesa a tutto il quinquennio, si raggiungerà l'intento di dare realmente, *nei cinque anni*, come è certo possibile, ai nostri giovani ingegneri una preparazione sufficientemente vasta e profonda. Quando tale risultato sarà raggiunto, i corsi speciali di perfezionamento come quello di cui ci occupiamo potrebbero avere ancora ragione di sussistere?

Evidentemente no, se mantenessero l'attuale organizzazione; ma essi potrebbero ancora riuscire di grande utilità qualora si trasformassero nel senso di offrire ad un numero limitato di giovani scelti la possibilità di passare un anno in un laboratorio occupandosi di studi e di ricerche sotto la guida del personale insegnante. Non si tratterebbe più di una scuola ad iscrizioni libere, ma di un corso di vero perfezionamento offerto ai giovani più meritevoli, nell'intento di creare e di rifornire quel nucleo di sperimentatori e di ricercatori di cui si lamenta oggi la mancanza ed alla cui opera modesta, paziente e tenace saranno sempre più affidati gli ulteriori progressi della tecnica. Si parla spesso infatti della deficienza dei nostri laboratorii e della necessità di crearne dei nuovi, grandiosi, sull'esempio di quanto si fa nei Paesi del nostro più ricchi o più evoluti industrialmente. Noi pensiamo invece, che più che ai laboratorii occorra provvedere agli uomini destinati a metterli in valore, educandoli al duro lavoro della ricerca scientifica ed assicurando poi ad essi le condizioni necessarie e sufficienti di vita.

A questi scopi, nell'attesa che l'auspicata generale riforma degli insegnamenti tecnici possa essere tradotta in atto, cerca di ispirarsi già oggi il Corso speciale di perfezionamento per ingegneri elettricisti, del quale ci siamo occupati.

IL PROGRESSO NELLA COSTRUZIONE DELLE CONDOTTE FORZATE PER IMPIANTI IDROELETTRICI - Cenni storici (1).

The Industrial Japan, 15 luglio 1930.

Esempi interessanti di condotte d'acqua sotto pressione non mancarono anche nell'antichità, come attestano, fra l'altro, i resti degli acquedotti greci e romani.

Allora l'acqua veniva distribuita nelle città per mezzo di tubazioni di piombo e di ceramica. Descrizioni particolareggiate di tali condotte e delle prime in ispecie, si leggono in Sextus Julius Frontinus (De Aquaeductibus Urbis Romae Commentarius), e in Marcus Vitruvius (De Architectura).

Dopo quell'epoca lontana bisogna giungere sino alla fine del 1600, prima di ritrovare nuovi esempi di condotte forzate: a tale epoca infatti risalgono le prime condotte di ghisa impiegate per gli acquedotti di Versailles, Clermont-Ferrand, ecc., mentre per l'acquedotto di Genova venivano usate tubazioni di marmo bianco a sezione interna circolare ed esternamente ottagonali, costituite da elementi consecutivi con giunzioni a maschio e femmina.

Ma per molto tempo ancora non si trattò che di condotte per acqua potabile con pressioni moderate; finchè, nella seconda metà del secolo scorso, in seguito alle meravigliose scoperte di Pacinotti e di Galileo Ferraris e all'invenzione delle turbine idrauliche in camera chiusa, sorsero i primi impianti idroelettrici, e con questi ebbe origine la costruzione di condotte forzate metalliche per pressioni e portate prima d'allora mai considerate.

Fra i primi impianti costruiti in Italia, sono degni di particolar menzione:

la centrale di Tivoli 2000 HP (della Soc. Anglo-Romana) inaugurata nel 1892; l'impianto di Isoverde (dell'acquedotto De Ferrari-Galliera) il quale utilizzava un salto complessivo di 370 m frazionato fra tre centrali; e, infine, l'impianto di Paderno sull'Adda della Soc. Generale Edison di Elettricità, inaugurato nel 1898.

Le tubazioni di ghisa non potevano più rispondere alle nuove esigenze, causa la limitata elasticità e la insufficiente resistenza del materiale col quale erano costruite. E si venne pertanto alle tubazioni chiodate di lamiera d'acciaio, derivandone il concetto dalle caldaie chiodate, sorte con l'applicazione del vapore.

In tale periodo, grazie all'ardita iniziativa di alcuni costruttori italiani, ebbe origine anche da noi lo sviluppo delle officine specializzate nella costruzione delle condotte forzate; e alcune di queste non tardarono ad acquistare fama mondiale, gareggiando con le fabbriche meglio attrezzate degli altri Paesi più ricchi del nostro per materie prime e mezzi d'opera.

Ma il campo d'applicazione delle condotte forzate chiodate ha dei limiti imposti dal diametro e dalla lunghezza dei chiodi. Col progredire delle utilizzazioni idroelettriche, che si estendevano a salti e a portate ognor crescenti, si raggiunsero ben presto tali limiti e si fu costretti a ricercare nuove soluzioni.

Si entrò così in un nuovo periodo, caratterizzato dalle tubazioni di lamiera d'acciaio saldate a gas d'acqua. La prima condotta di questo tipo installata in Italia (nel 1906) fu quella dell'impianto di Cogno (Val Camonica) della filatura Turati di Milano. Condotte di lamiera saldata per cadute e portate sempre maggiori, furono successivamente installate — in Italia — anche nei seguenti importanti impianti: Chiomonte (Dora R.), Poglia (V. Camonica), Grossotto (Valtellina), Goglio (Devero), Cairasca (V. Divedro), Robbiate, Gandarena (Roja), Fadalto (Piave-S. Croce), Verampio (V. Antigorio), Valdo (V. Formazza) ecc. Il periodo dei tubi saldati durò sino al 1920 circa.

A tale epoca, il continuo progresso della tecnica delle costruzioni idroelettriche e lo sfruttamento di salti elevatissimi (sino ai 1000 m ed oltre) con portate pure notevoli, imposero un nuovo orientamento nella costruzione delle condotte forzate. E si giunse in tal modo alle tubazioni cerchiate, le quali trovano tuttora applicazione negli impianti più arditi e potenti e caratterizzano un periodo che non sembra ancora prossimo alla sua chiusura, sebbene in alcune delle più recenti costruzioni sia già stata adottata una nuova soluzione che, specie per gli impianti ad alta quota, trova un favore sempre più largo: quella dei pozzi blindati.

Fra le condotte cerchiate più notevoli installate in Italia nell'ultimo decennio si possono annoverare quelle dei seguenti impianti:

Temù (salto H = 778 m), Rochemolles (H = 652 m), Venina (H = 720 m), Carona (H = 612 m), Barbellino (H = 936 m), Viola Fraele (H = 522 m), Crevola (H = 222 m, HP = 40200), S. Bernardo (H = 1038 m), Cogolo (H = 766 m), Mezzocorona (H = 123 m, HP = 80000), Cardano (H = 161 m, HP = 250000), ecc., ecc.

Questo, per sommi capi, è lo sviluppo assunto in pochi decenni dall'industria delle tubazioni forzate, la cui produzione è stata sinora in continuo aumento ed ha raggiunto, negli ultimi anni specialmente, valori notevoli, come attestano chiaramente le cifre riportate nel prospetto a pag. 1070-71 desunte dalle pubblicazioni delle due Case più importanti dell'Europa: la «Ferrum» di Kattovitz (Polonia) e la «Tubitogni» di Brescia.

Come si vede, nei quattro anni qui considerati (senza tener conto dei più recenti per mancanza di dati resi di pubblica ragione), la Ferrum ha prodotto ben 28.405 tonnellate, la Tubitogni 43.553; al che si deve aggiungere la produzione di altre Ditte minori, difficile a precisare per mancanza di dati esatti, ma che si può valutare, in cifra tonda a 28.000 t. e cioè poco più di un quarto della produzione mondiale. In altre parole, nei quattro anni sopra considerati, si avrebbe avuto una produzione complessiva di circa 100.000 tonnellate, così ripartita approssimativamente: Ferrum 29%, Tubitogni 44%, Ditte diverse 27%.

In un recente libro sulle condotte forzate (Ing. Artur Hruschka – Druckrohrleitungen der Wasserkraftwerke – Verlag von Julius Springer 1929 – Wien und Berlin) si trova una tabella relativa a quasi tutti gli impianti esistenti nel mondo e aventi più di quattrocento metri di salto. In detta tabella le tubazioni compaiono in numero di 255, delle quali 53 costruite dalla Ferrum, 84 dalla Tubitogni, e 118 da altre Ditte.

A questo punto vien fatto di pensare che, come si agita di tanto in tanto lo spauracchio dell'esaurimento a non lontana scadenza delle riserve di carbon fossile, altrettanto si potrebbe temere per le energie idrauliche. Ma come si può rilevare da diverse notizie pubblicate in questi ultimi anni sulle risorse idrauliche disponibili nei varii paesi del mondo, le riserve utilizzabili sono immense e il campo delle costruzioni idroelettriche e delle condotte forzate offrirà ancora per lungo tempo possibilità di ulteriori progressi e di nuovi sviluppi.

A. T.

(1) V. in proposito anche: "Les Conduites forcées en Italie„. Rapporto N. 136 presentato dall'ing. E. Bernardini al Congresso di Berlino (1930) della W. P. C.

FERRUM

Anno	IMPIANTI	Diametro massimo e minimo (in mm)	Lunghezza (in metri)	Carico (in metri)	Num. delle tubaz.	Peso (in tonnellate)
1924	Asvella	720–680	1040	336	1	297
»	Palpa	600–500	150	26	1	6
»	Simex	765–615	1325	103	1	47
»	Mulungushi	710–610	970	355	1	197
»	Bocho	550–500	218	32	1	22
»	Situr	975–825	43	10	1	9
»	Rio de Peixe	1000–800	334	115	1	63
»	Rio Blaco	1100–900	280	115	1	61
					8	702
1925	Ampollino	1600–1150	1474	545	1	1100 (*)
»	Covalou	1300–950	2267	556	2	1590 (*)
»	Maen	1100–850	1458	830	1	1140 (*)
»	Rio de Janeiro	1100–900	3260	101	2	735
»	Dale	1600–1400	453	375	1	550
»	São Paulo	1550–1100	3200	711	2	4000
»	Puento Alto	1500–1300	175	85	1	55
					10	9170

(*) Con tubi blindati.

FERRUM

Anno	IMPIANTI	Diametro massimo e minimo (in mm)	Lunghezza (in metri)	Carico (in metri)	Num. delle tubaz.	Peso (in tonnellate)
1926	Tepexic	1850–1670	535	210	1	375
»	San Joaquin	1525–865	1515	730	1	1650 (*)
»	Medoz	1000–950	75	38	1	16
»	Evançon	1300–950	1800	600	2	2800
»	Ponale	1150	916	590	2	1760
»	Feather River	920	1780	780	2	2000
»	Texolo	1200–1050	415	135	4	93
»	Tullma-Sucre	700–750	29	22	1	6
»	Maipo	1800–1300	650	213	3	1350
»	Uhl River	470–305	595	224	1	58
»	Edison	2134–1676	985	500	1	65
»	Honduras	305	1170	290	1	2000 (*)
					20	12173
1927	Tezcapa	1295–1200	270	137	1	735
»	Costa Rica	1700–1500	255	79	1	125
»	Fusenko	1625–1145	2750	754	2	5500 (*)
					4	6360

(*) Con tubi blindati.

TUBI TOGNI

Anno	IMPIANTI	Diametro massimo e minimo (in mm)	Lunghezza (in metri)	Carico (in metri)	Num. delle tubaz.	Peso (in tonnellate)
1924	Fiume di Mare	800	157	87	1	59
»	Crevola	1700	1300	202	2	1295
»	Schioppo Romito	450	95	60	1	9
»	Dezzo-Mazzuno	650–1000	133	—	2	36
»	Mas	2500	65	26	1	49
»	Navono-Livemmo	500–400	586	120	1	47
»	Rio Bugio	650	247	98	1	40
»	Baruffa	450–400	204	—	4	18
»	Cretarole	1400	12	7	1	3
»	Acqualina Media	750–650	412	159	1	65
»	Sagliano Micca	750	19	14	1	2
»	Lago d'Avio	1700	483	—	1	130
»	Marlengo	3500–3000	237	127	1	485
»	Ampollino	2000–1500	21	—	1	10
»	Mazzunno	1200	66	—	1	38
»	Germanasca	1300–820	339	93	1	56
»	Fraele	1000	30	—	1	61
»	Carona	1000–800	799	612	1	500 (*)
»	Cesana	800	690	105	1	90

TUBI TOGNI

Anno	IMPIANTI	Diametro massimo e minimo (in mm)	Lunghezza (in metri)	Carico (in metri)	Num. delle tubaz.	Peso (in tonnellate)
1926	Lago d'Avio	1700	300	—	1	75
»	Maen	500	41	—	1	5
»	Val d'Orco	350	280	—	1	17
»	Rochemolles	1050	84	—	1	29
»	Yanacoto	2200–1900	430	78	1	318
»	Porto Goes	3200	85	23	2	100
»	Drogo	1050	93	—	1	35
»	Lago Salarno	1500	50	—	1	16
»	Gaver	550–300	7	—	1	7
»	S. Colombano	650	170	58	1	22
»	Val Degagna	700	262	136	1	46
»	Orco	2000–1000	2758	812	3	3894 (*)
»	Perrères	1200–900	825	481	1	587 (*)
»	Gabiet	1200	750	—	1	178
»	Lago d'Avio	1700	32	—	2	8
»	Vobarno	1600	57	—	1	14
»	Sonico	1650–1300	1724	438	2	1691 (*)
»	Cetina	2900–2100	433	103	2	594
»	Ampollino	2400–1230	999	472	2	1197 (*)

»	Cheggio	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
»	Boreca	800	193	116	1	62
»	Capo d'Argine	800	130	—	1	29
»	Gromo	2250	159	44	1	136
»	Tambre	1500	639	96	3	247
»	Venina	1050–850	1853	720	1	1311 (*)
»	Barbellino	1650	115	—	1	43
»	Rochemolles	1050	102	—	2	39
»	Flitschl	1200	128	73	1	31
»	Ponte	350	137	96	11	14
»	Fadalto II	2600	102	110	1	208
»	Timpa Grande	1600–1150	2063	548	3	1361 (*)
»	Rio Roggia	1700	23	—	1	10
»	Isoverde	750	83	—	1	13
»	Farneta	1700–1300	3040	326	3	1764
»	Tagliata	850	46	—	1	12
					48	8352
1925	Camplicciolì	1500–1000	1600	570	1	1330
»	Viola Fraele	1800–900	2616	522	3	2328
»	Roasco Inferiore	1100–800	1500	527	1	1011
»	Grossotto	950–900	525	—	1	183
»	Mallero Inferiore	1100–800	1930	495	2	1060
»	Ampollino	3000–2000	70	—	3	47
»	Lago Antrona	959–750	830	293	1	251
»	Adamé	1450–850	327	155	1	85
»	Acqualina Alta	650–550	990	415	1	199
»	Germanasca	700	14	—	1	4
»	Val Gardena	700–550	870	195	2	216
»	Cadarese	1400–1300	1760	470	2	1648 (*)
»	Gran Scala	1400	604	196	1	336
»	Isorno	900	209	118	1	41
»	Melezzo	1100–900	637	299	1	197
»	Temù	1250–900	1850	778	1	1361 (*)
»	Povoa	1250	163	31	1	41
»	Lavino	1200	526	30	1	87
»	S. Giovanni	600	270	42	1	30
»	Moscardo	750	63	39	1	12
»	Sperando	1700–1550	192	52	1	87
»	Lago d'Avio	1700	500	—	1	29
»	Val Parina	800	900	412	1	306
»	Lova	650–550	2150	614	1	491
»	Mese	1800–900	1843	758	4	1656 (*)
»	Gaver	550	1010	518	1	193
»	Castellano	1700–900	578	115	2	198
»	Premana	600	416	165	1	74
»	Barbellino	1300–1000	2100	936	1	2050 (*)
»	S. Bernardo	1250–928	1814	1038	1	1968 (*)
»	Maen	1500	60	—	1	31
»	Lago d'Avio	1700	800	—	1	194
»	Introd	1000	18	—	1	51
					44	17705

(*) Con tubi blindati.

»	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
»	Alpago	600	461	190	1	68
»	Lova	550	10	—	1	17
»	Antrona Rovesca	1300–600	1004	30	1	208
»	Omegna	750	17	—	1	6
»	Rochemolles	770	14	—	1	2
»	Camplicciolì	850	71	—	1	26
»	Ortisei	900	134	36	1	21
»	S. Giovanni Bianco	1300	59	24	1	23
»	Ozola	700	432	—	1	58
»	Ansiei	1300	34	22	1	11
»	Lago Antrona	1300–1200	23	—	1	10
»	Cucuta	1050–950	65	30	1	20
»	Lova	800	255	—	1	32
»	Lago d'Avio	1700	270	—	1	70
»	Aviasco	650	80	—	1	11
»	Isollaz	1100–800	1800	—	1	394
»	Val Tidone	1200	164	—	2	43
»	Fadalto	2600	287	110	1	487
»	Volata Verdiana	1300–1100	673	269	1	316
					48	11840
1927	Galatro	600	820	264	1	116
»	Valle Strona	2350–1300	14	29	1	9
»	Bella Madonna	450–800	153	—	3	17
»	Ipiales	450	30	23	1	3
»	Anza	1800	420	223	1	382
»	Guarda	600–450	126	—	7	110
»	Decollatura	350	11	10	1	1
»	Galleto	2200–2000	44	210	1	99
»	Ligonchio	1200	44	—	1	10
»	Cardano	2800–2000	2207	161	8	3248 (*)
»	Corteolona	1000	50	—	1	12
»	Frua	800–450	12	113	1	4
»	Giacopiane	1100	132	47	1	36
»	Almese	620	325	53	1	34
»	Massaniga	350	520	256	1	35
»	Venamartello	915–550	7	310	1	6
»	Mezzocorona	2600	374	123	2	762
»	Cadarese	175	92	467	2	3
»	Bruceira	1450–1250	340	63	1	110
»	Lago Truzzo	1700–1000	330	—	3	134
»	Fies	2800	178	57	1	304
»	Ozola	700	21	—	1	2
»	Villalon-Ingenio	1000–1100	925	—	2	219
					44	5656

(*) Con tubi blindati.

VANTAGGI ECONOMICI NEL RISCALDAMENTO ELETTRICO DELL'ACQUA FUORI DELLE ORE DI PUNTA.

Electrical World, 8 novembre 1930 e *Stone & Webster Journal*, novembre 1930. – L. L. Elden.

In questa interessante relazione, presentata alla New England Division della N.E.L.A., l'A. tratta di una particolare applicazione che può servire a regolare i diagrammi di carico delle centrali, colmando le aree corrispondenti a quantità di energia disponibili.

Benchè la relazione si riferisca completamente alle condizioni degli impianti americani, le considerazioni che in essa si svolgono possono interessarci ugualmente e venire qui riassunte.

Si osserva subito che per l'industria elettrica, durante i suoi primi anni di esistenza, l'impossibilità di assicurare ai propri impianti una distribuzione uniforme del carico di ogni giorno e la necessità di rispondere a richieste con punte tanto stagionali quanto giornaliere, sono stati due fattori i quali hanno contribuito ad elevare il costo del servizio e a limitare anche l'uso dell'energia. Fu così che le grandi potenze installate negli impianti, capaci di dare una enorme quantità di energia, furono costrette una volta ad essere parzialmente inattive, mancando un conveniente impiego per l'energia che si sarebbe potuto fornire economicamente durante il periodo diurno, quando c'era poco carico. Nei primi anni, quando l'energia per illuminazione costituiva praticamente l'unico impiego di quella prodotta, il fattore di carico per gli impianti delle Società variava dal 15% al 20%; cogli sforzi continui fatti dalle Società negli ultimi anni, l'uso dell'energia si è esteso grandemente e il fattore di carico per l'insieme degli impianti è migliorato, raggiungendo valori medi fra il 30% e il 40% e, in eccezionali condizioni, anche valori tra il 55% e il 60%. Segue da quanto detto che se determinati carichi sono utilizzabili per forniture convenienti per le Società, l'energia venduta può teoricamente crescere del 50% o più: nelle attuali condizioni però un incremento del 25% rappresenta quanto è possibile praticamente ottenere con l'utilizzazione dei carichi fuori punta.

Gli impianti di riscaldamento elettrico dell'acqua con accumulazione, così come si sono attualmente sviluppati, offrono il mezzo più opportuno per aumentare il fattore di carico, utilizzando soltanto l'energia de' periodi fuori punta, e per avere un grande incremento nella vendita di energia. Non occorrono argomenti speciali per dimostrare l'utilità delle vendite di energia per la preparazione di acqua calda nelle abitazioni, basta una determinazione del piccolo costo di produzione e di distribuzione di energia in periodo fuori punta, del piccolo costo del capitale richiesto per l'allacciamento e della quota per il servizio. Tuttavia molte Società elettriche, che non si sono occupate nel passato di questa applicazione, esitano ancora di cogliere l'occasione che loro si offre per un sicuro affare. Ciò è dovuto in parte ad una tendenza di evitare l'applicazione di tariffe speciali per il periodo fuori punta, nel timore che cambiamenti futuri nelle norme di vita e nel procedimento degli affari possano portare cambiamenti anche nelle condizioni d'uso, in modo da non rendere possibile l'applicazione di tariffe speciali. Se si considera però che un principio importante su cui è basata la tariffa per energia fuori punta è che la Società fornitrice può esercitare un controllo assoluto del tempo in cui l'energia è usata, si comprende facilmente che non è giustificata questa esitazione. Pur nell'ipotesi che il cambiamento delle condizioni, così temuto, si verificasse subito, il periodo di transizione coprirà sempre diversi anni, durante i quali, come nel passato, le tariffe saranno rivedute per stabilire nuove condizioni.

Non essere riusciti ad assicurare queste speciali forniture vuol dire per le Società aver perduto un'occasione preziosa per aumentare i guadagni che possono dare gli impianti esistenti con un investimento minimo di nuovo capitale, per i nuovi allacciamenti.

Alcune Società hanno risolto il problema concedendo a grandi utenti buone tariffe per carichi fuori punta, con limitazione delle ore d'uso. Un tale servizio si è trovato opportuno farlo per impianti frigoriferi e di produzione del ghiaccio, per diverse piccole industrie manifatturiere, per alberghi, magazzeni e uffici dove si lavorava di notte, di domenica, nei giorni festivi, ecc. In generale queste forniture hanno influito favorevolmente sui costi d'esercizio degli impianti, migliorando gli interessi dell'utente e della Società; un miglioramento come sopra si avrebbe anche con una estensione di questi servizi alla casa e ad altri usi possibili.

Scopo della relazione è di richiamare l'attenzione sopra gli aspetti favorevoli del servizio fuori punta, per fornire in particolare acqua calda per usi domestici con apparecchi ad accumulazione, e di illustrare graficamente alcune delle condizioni per il controllo della fornitura da parte della Società. I diagrammi che si riportano, si riferiscono alle condizioni d'esercizio di diverse Società distributrici nei comuni della New England.

Due diagrammi tipici della New England, riferentisi ai mesi di dicembre e di giugno, sono riportati nella fig. 1: il limite economico del carico fuori punta si assume di 200.000 kW e non lo si

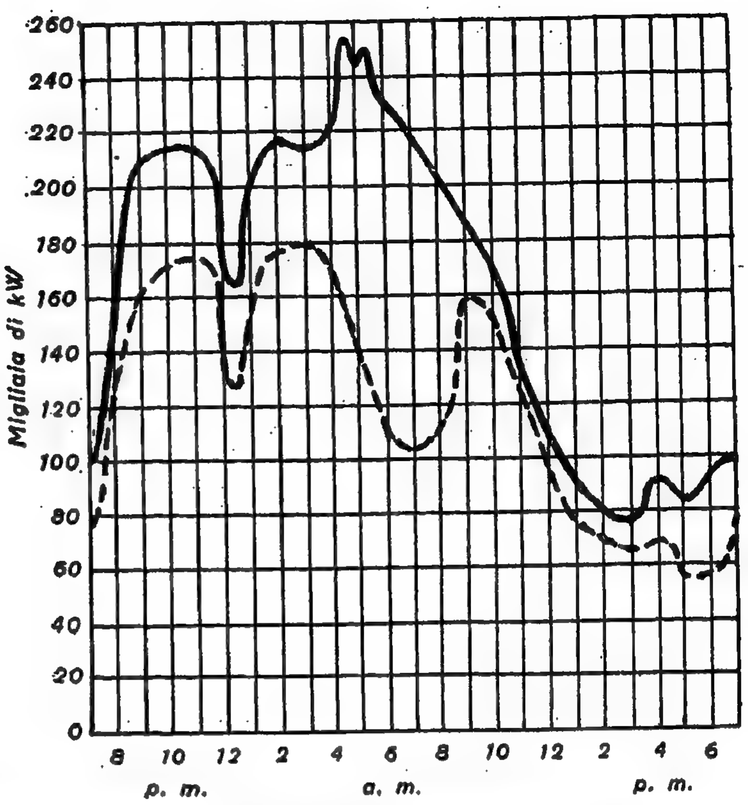


Fig. 1. - Diagrammi di carico medio dei mesi di giugno e di dicembre per il sistema della New England.

spinge a kW 250.000 per assicurare un servizio economico ed evitare nuovi investimenti. Entrambi i diagrammi presentano avvallamenti corrispondenti a grandi quantità di energia fuori punta che può essere venduta a servizi pubblici o a privati grandi consumatori.

Nella fig. 2 è rappresentato il diagramma medio di carico invernale, di 4÷5 mesi, ancora degli impianti della New England,

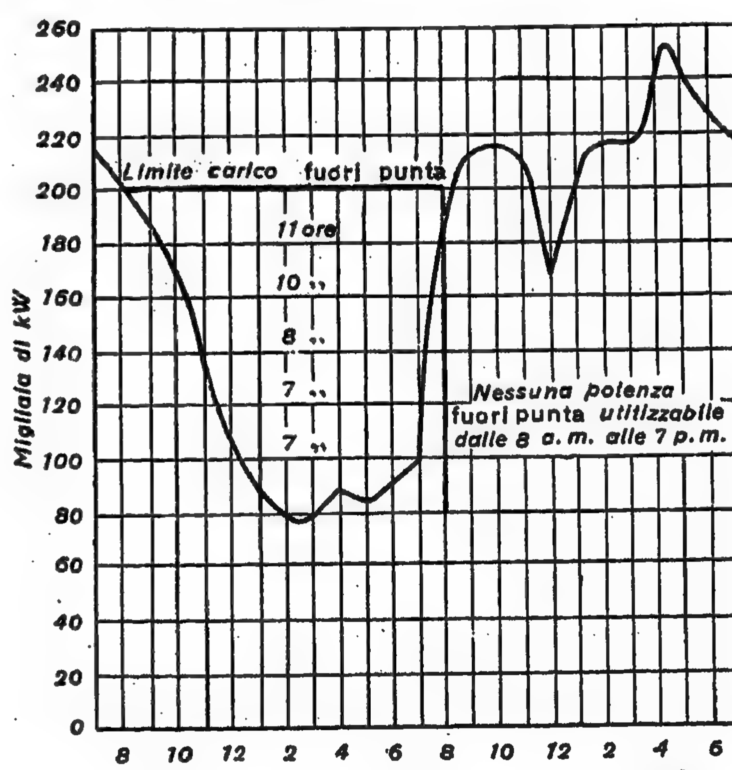


Fig. 2. - Caratteristico diagramma medio di carico invernale che presenta disponibilità di carico utilizzabile fuori punta.

e la linea a 200.000 kW segna come prima il limite del carico fuori punta. In questa rappresentazione è facile vedere che dalle 9 p. m. alle 8 a. m., cioè per 11 ore al giorno, si possono distribuire kW 20.000 di carico fuori punta; altre potenze sono utilizzabili per periodi più brevi. In undici ore uno scalda-acqua con elemento riscaldante di 1500 W, riscalda da circa 2° C a 57° C, circa litri 210 di acqua; nello stesso periodo uno scalda-acqua con 2000 W riscalda circa litri 285 pure a 57° C; uno scalda-acqua con 1500 W può essere sufficiente se dell'altra acqua calda può essere fornita dalla cucina o dall'impianto di riscaldamento, altrimenti si ricorrerà al tipo da 2000 W.

Nella fig. 3 è rappresentato il diagramma medio di carico estivo, di 7÷8 mesi per anno, della New England. Si ha una potenza disponibile per 24 ore al giorno, nel limite segnato di kW 200.000, di kW 25.000 ed un'altra di kW 20.000 disponibile per 14 ore al giorno: queste potenze, tenendo conto di una certa

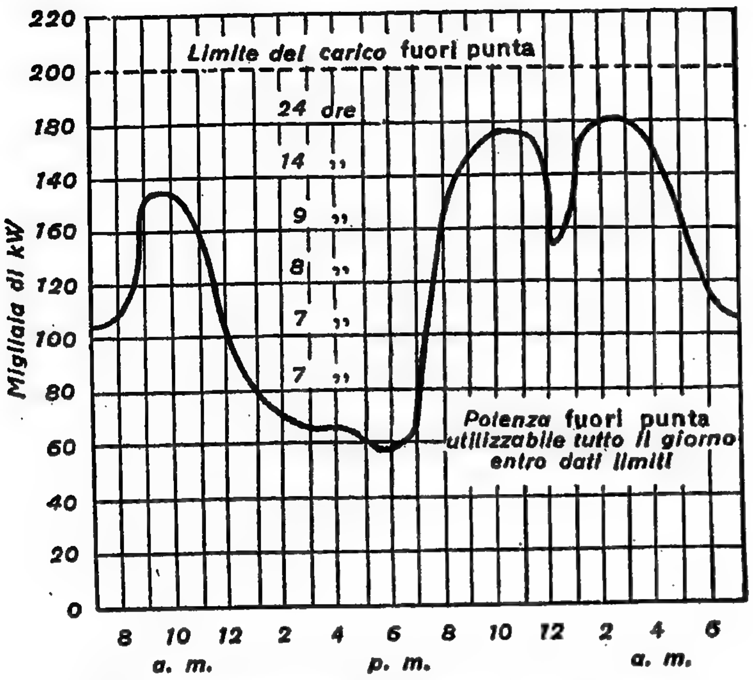


Fig. 3. - Diagramma di carico medio estivo.

compensazione di carico, possono servire circa 40.000 utenze da 1500 W ciascuna per otto mesi all'anno, ma di queste soltanto 15.000 sarebbero servite per tutto l'anno. Soltanto utenti che

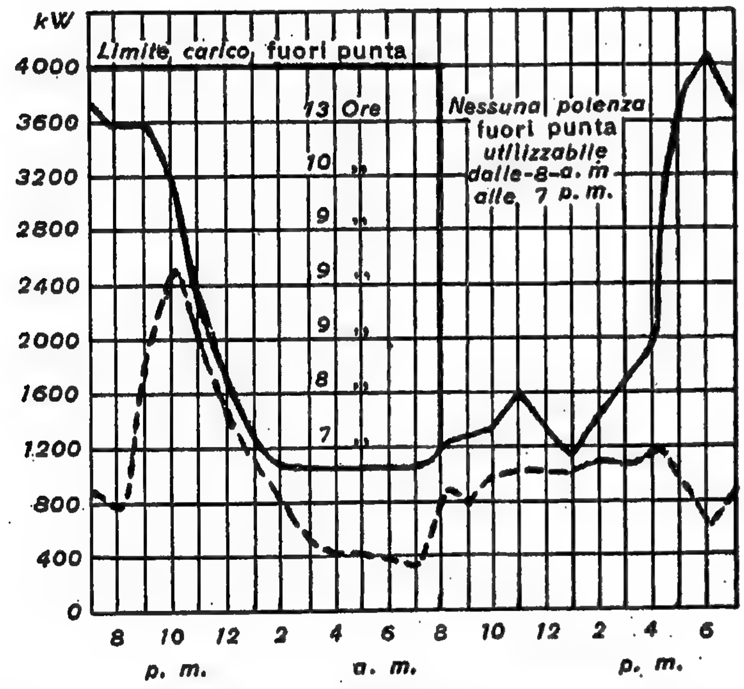


Fig. 4. - Diagramma di carico di una sottostazione che alimenta una città.

dispongono di altre sorgenti di calore possono accontentarsi di un servizio limitato a 8 mesi dell'anno, e porterebbero a più di 15.000 il numero delle utenze del periodo estivo. Un maggior numero di utenze dipenderà anche dalla selezione più appropriata delle potenze da allacciare.

Applicazioni che richiedono energia per breve tempo, a tariffa alta, possono essere anche sviluppate, assorbendo carichi addizionali oltre la potenza utilizzabile fuori punta, applicando però adeguati criteri.

I diagrammi delle figg. 4 e 5 sono tipici di sottostazioni che alimentano città con caratteristiche diverse. Per gli effetti di questi diagrammi su quello totale del sistema, non viene utilizzato il carico fuori punta che si ha tra le ore 8 a. m. e le 7 p. m. per 5 giorni la settimana e per 4÷5 mesi invernali; vi è così una grande potenza fuori punta della sottostazione che non è venduta. Invece d'estate la potenza fuori punta è disponibile in grande quantità e per molte ore del giorno. Le disponibilità di carico fuori punta, per l'inverno, per la sottostazione di cui alla fig. 4, sono di kW 400 utilizzabili per 13 ore, più kW 400 utilizzabili per 10 ore, più kW 1200 per 9 ore; le disponibilità estive sono di kW 1500 per 24 ore, più kW 1300 per circa 21 ore. Per la sottostazione di cui alla fig. 5 le disponibilità invernali sono di kW 2000 per 13 ore, più successivamente 2000 kW per 11 ore, per 10 ore, per 9 ore; quelle estive sono di kW 7000 per 24 ore, più kW 2500 per 20 ore. Aumentando il carico fuori punta, ove fosse possibile utilizzarlo, le potenze disponibili d'inverno divengono di 6000 kW per 13 ore (dalle 7 p. m. alle 8 a. m.), più 2000 kW per nove ore (dalle 11 p. m. alle 8 a. m.); con i 6000 kW

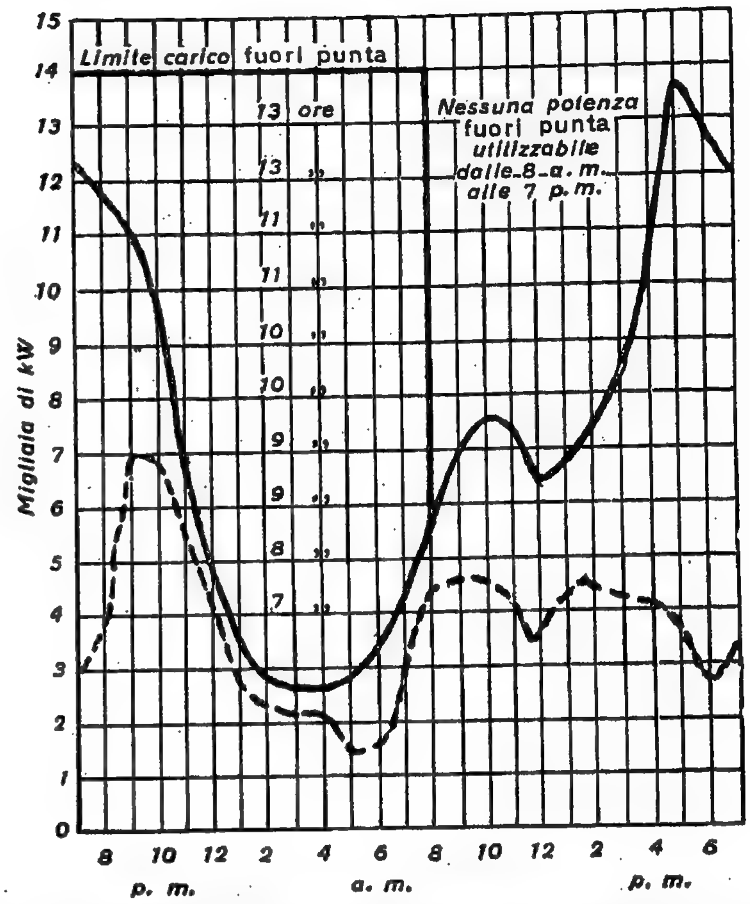


Fig. 5. - Diagramma di carico di una sottostazione che alimenta una città e delle zone suburbane.

si fornirebbe l'energia a 4000 utenti, con i 2000 kW a 1000 utenti con 2000 W ciascuno o a 1333 utenti con 1500 W.

Le curve invernali delle figg. 4 e 5 mettono bene in chiaro le limitazioni alle vendite di carichi fuori punta richieste dalle condizioni di carico del sistema: esse mettono altresì in rilievo la necessità di stabilire accuratamente le condizioni di carico del sistema, in base alle quali si regoleranno quelle delle sottostazioni. È però evidente che le caratteristiche di una sottostazione non si conformeranno del tutto alle condizioni del sistema in un sistema misto.

Ai diagrammi di carico che hanno servito a dimostrare quali sono i carichi disponibili fuori punta che possono essere utilizzati sopratutto per il riscaldamento dell'acqua fanno seguito alcuni diagrammi interessanti, compilati in base a prove ed a risultati d'esercizio di apparecchi normali in uso, i quali indicano le quantità di acqua calda a 57° C che si ottengono con apparecchi di diversa capacità e di diversa potenza, in

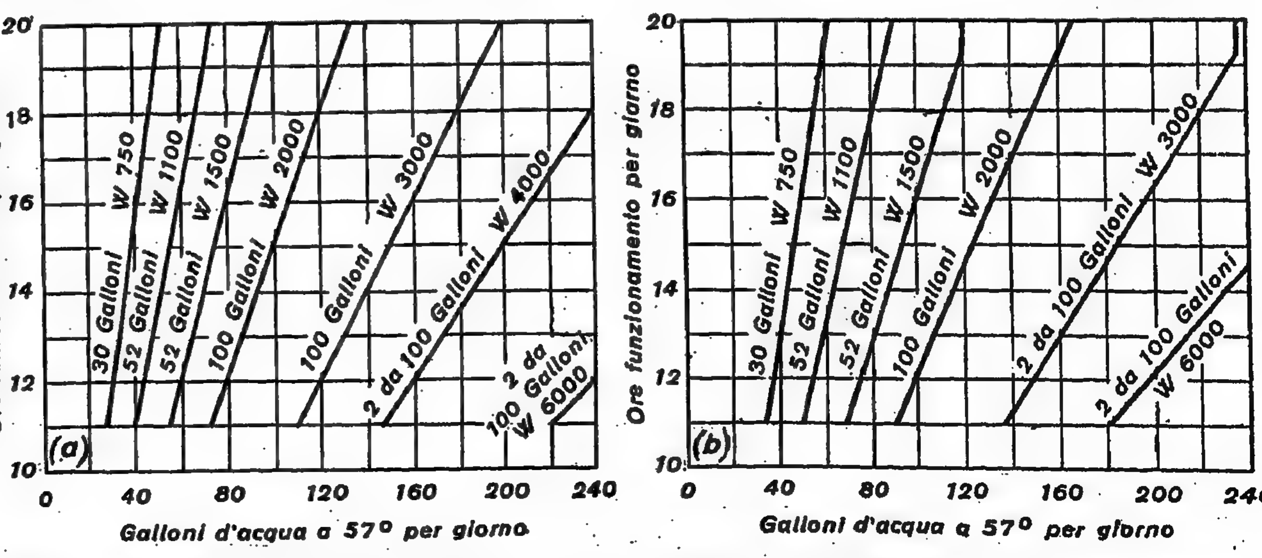


Fig. 6. - Quantità di acqua calda a 57° C ottenibili con apparecchi di diversa capacità e di diversa potenza, funzionanti per un numero variabile di ore in un giorno.
(*a*) Temperatura iniziale acqua di ~ 2° C - (*b*) Temperatura iniziale acqua di 12°,8 C.

base al numero di ore di funzionamento per giorno: la fig. 6 (*a*) considera il caso che l'acqua abbia inizialmente una temperatura di ∼ 2° C, la fig. 6 (*b*) quello con temperatura iniziale dell'acqua di 12°,8 C. L'acqua è riscaldata negli apparecchi fino a 93° C e, mescolata prima dell'uso con acqua fredda attraverso una valvola di miscelazione, si raffredda fino a 57° C. I diagrammi riportati sono rettilinei e ciò si spiega facilmente; da essi si rileva che la quantità d'acqua che si può riscaldare con un kWh varia da litri 9,5 a litri 16, essendo rispettivamente di 2° C e di 12°,8 V le temperature iniziali dell'acqua. L'A. aggiunge poi questi dati, avuti, secondo lui, da fonte sicura e rilevati sopra un lungo periodo di funzionamento normale di buoni apparecchi: litri 19 a 28 di acqua calda a 57° C, partendo rispettivamente da ∼ 2° C e 12°,8' C. (1).

I diagrammi della figura 6 sono utilissimi nello studio di un impianto di riscaldamento d'acqua in quanto permettono di stabilire, in base alla quantità d'acqua calda richiesta ed alle ore in cui è disponibile il carico fuori punta, la potenza necessaria: così quando il periodo di tempo disponibile per il riscaldamento dell'acqua è molto breve, da una potenza di 1500 W si può pas-

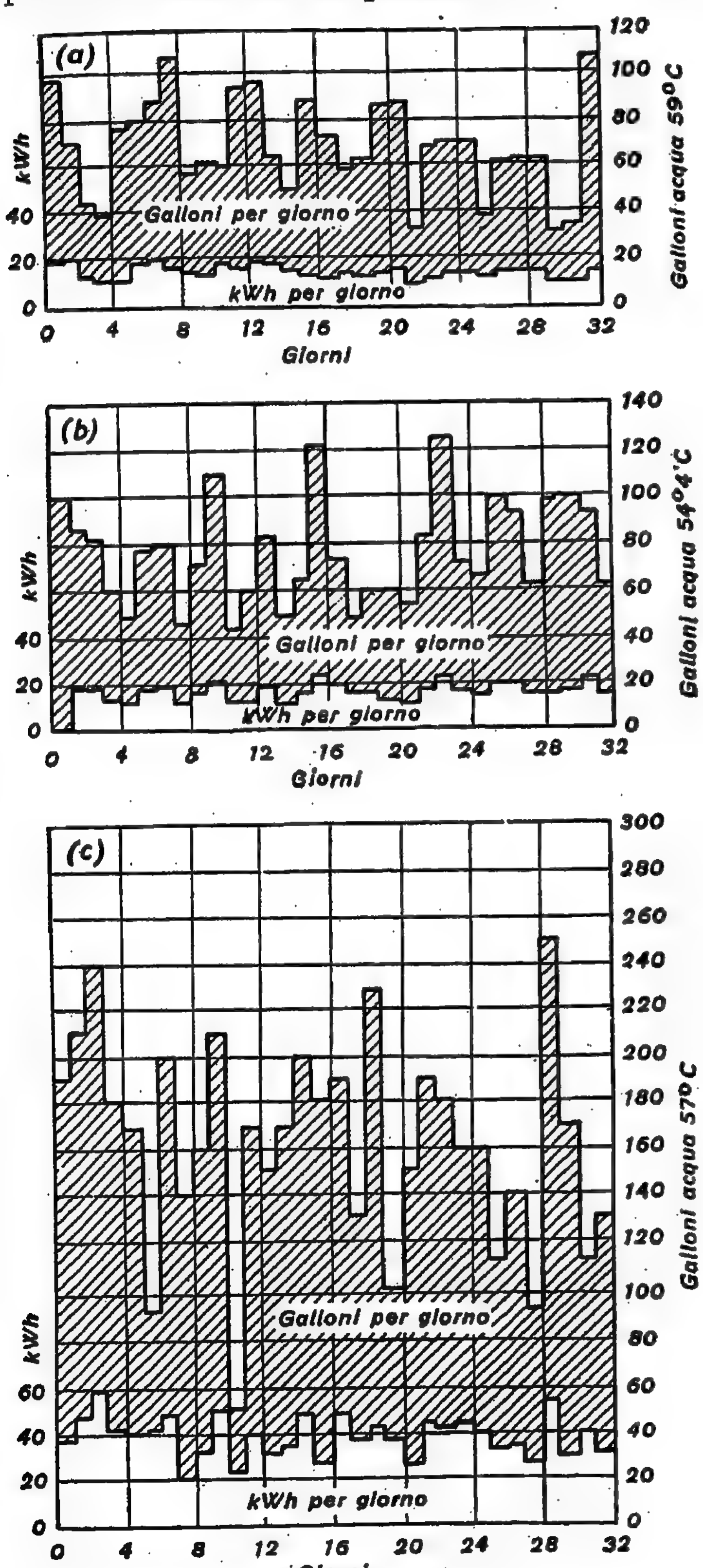


Fig. 7. - Consumi giornalieri di acqua calda e di energia elettrica in 3 famiglie.

sare a una di 2000 W, ovvero ad una di 3000 W, od anche ricorrere ad apparecchi con 2 elementi riscaldanti, ciascuno controllato indipendentemente per il tempo dell'uso: quest'ultima soluzione risolve molto bene tanti casi ed assicura vendite di energia che altrimenti non sarebbero possibili.

(1) Questi dati sono inammissibili: si possono avere circa litri 19 di acqua calda a 57° C per kWh partendo però da una temperatura di circa 13° C, usando continuamente un apparecchio di ottima costruzione e di rendimento elevatissimo.

Nella figura 7, si hanno altri diagrammi interessanti che danno le variazioni dei consumi giornalieri di acqua calda e di energia elettrica per 3 famiglie di composizione ed abitudini diverse: la prima famiglia comprende 3 persone ed ha uno scalda-acqua di ∼ litri 115 (30 galloni) con un elemento riscaldante di 1000 W, consuma in media litri 250 al giorno di acqua calda a 59° C con kWh 16,3; la seconda famiglia comprende 6 persone,

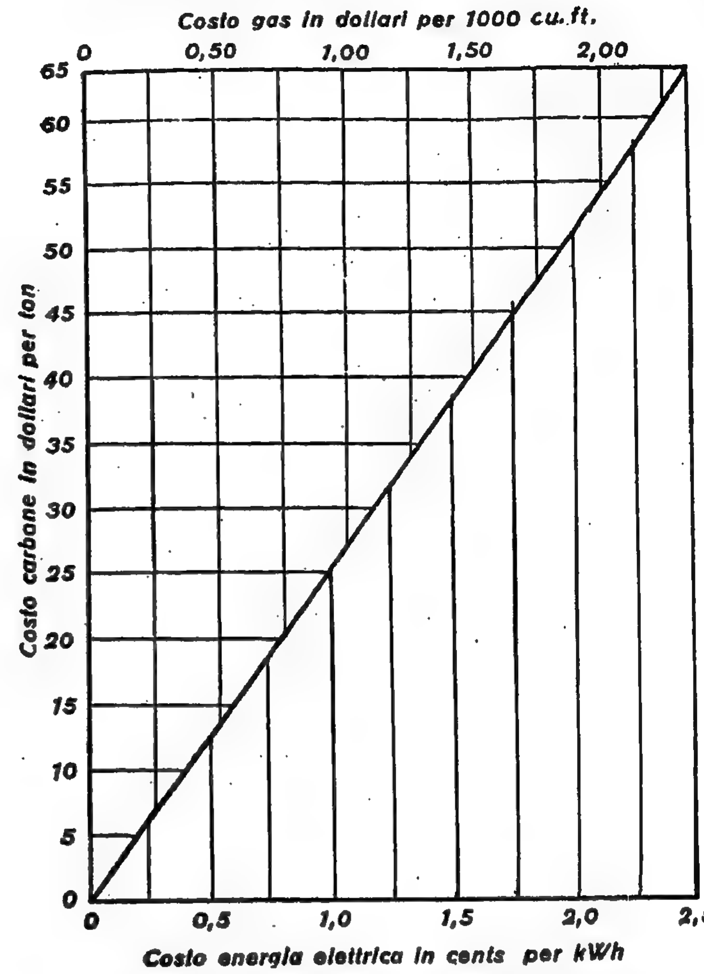


Fig. 8. - Confronto dei costi per il riscaldamento dell'acqua con l'elettricità, con il gas e con il carbone.

ha un apparecchio da litri 197 con 1500 W e consuma in media al giorno litri 284 di acqua calda a 54°, 4 C con kWh 18,1; la terza famiglia comprende pure 6 persone, ma questa ha un apparecchio da ∼ litri 380 con 3000 W e consuma giornalmente in media poco più di litri 610 di acqua calda a 57° C con kWh 38,6 (1). Questi diagrammi mettono sott'occhio alle Società la variazione dei consumi di energia da un giorno all'altro, talvolta non coincidente con la variazione dei consumi di acqua calda, e richiamano l'attenzione che i dirigenti devono porre nel trattare le forniture di questa classe. Una spiegazione completa delle grandi variazioni di consumi che si hanno da un giorno all'altro non c'è, è però certo che contribuiscono in buona parte a queste variazioni i consumi dei giorni in cui si lava la biancheria, i quali, come appare dai diagrammi, non ricorrono periodicamente nella settimana.

Anche sulle utilizzazioni, si richiama l'attenzione dei dirigenti delle Società elettriche. Per i tre casi considerati si ha rispettivamente:

a) utilizzazione max	22 h,	minima	11 h,	media	16,3	h;
b) »	»	16,6 h,	»	11 h,	»	12,1 h;
c) »	»	19 h,	»	6,66 h,	»	12,86 h.

Sostituendo negli impianti dei primi due utenti alle potenze di 1000 W e di 1500 W, rispettivamente quelle di 1500 W e di 2000 W, si trova che un periodo giornaliero di funzionamento da 11 a 12 ore è sufficiente per preparare alle due utenze la quantità di acqua calda che loro occorre: ciò può tornare utile alla Società fornitrice o al sistema a cui essa appartiene, se una limitazione delle ore di funzionamento fuori punta fosse necessaria per le condizioni di carico.

Si può anche aggiungere un secondo elemento di riscaldamento, se la Società lo ritiene necessario e lo permette, misurando a parte il suo consumo e permettendone l'inserzione soltanto quando si può fornire una potenza addizionale fuori punta: a questo modo la fornitura dell'energia all'utente *c*) può essere fatta anche in meno di undici ore per giorno.

Da quanto detto resta illustrata abbastanza la flessibilità che

(1) Da questi importanti dati si ricava una produzione media di poco inferiore a litri 16 per kWh, che conferma quanto detto nella nota precedente, essere cioè quasi impossibile ottenere 19 litri di acqua a 57° C, partendo da ∼ 13° C, con 1 kWh e da uno scalda-acqua.

presenta la fornitura di energia per riscaldamento di acqua e come le Società possano quindi adattare le condizioni di funzionamento dell'utente alle proprie condizioni di carico, variando in particolare la potenza e il numero degli elementi riscaldanti.

Un ultimo diagramma, non meno interessante degli altri, è quello della fig. 8, in cui si confrontano i costi del riscaldamento dell'acqua con diversi mezzi di riscaldamento (carbone, gas ed elettricità), trascurando però le perdite per radiazione e quelle dei tubi. Dalla figura risulta chiaro, per quanto però riguarda le condizioni degli Americani, la posizione favorevole che ha il servizio elettrico. I dati che hanno servito per tracciare la fig. 8 sono:

1) per l'energia elettrica,
rendimento apparecchio 90%, 1 kWh ≡ 864 calorie

2) per il gas artificiale,
rendimento apparecccchio 55%, 1 m³ ≡ 4700 calorie

3) per il carbone,
rendimento apparecchio 30%, 1 kg ≡ 7250 calorie

Dopo aver riportato tanti dati interessanti, l'A. ricorda che da parecchi anni l'uso dell'acqua calda è andato sempre crescendo presso tutti i popoli civili e che nella vita normale degli americani, in generale più avanzati, una certa quantità di acqua calda è considerata come una delle principali necessità di ogni giorno. Ad aumentare il consumo di acqua calda contribuiscono l'aumento della popolazione, con la creazione di nuove famiglie, di nuovi domicili e di nuovi punti di consumo, e l'estensione dell'uso nella casa di quegli apparecchi comandati elettricamente e che richiedono una considerevole quantità di acqua calda, macchine per lavare biancheria e macchine per lavare piatti; vi contribuiscono e ancor più vi contribuiranno presto in larga scala quegli esercizi commerciali ed industriali come rimesse per automobili, alberghi, ristoratori, lavanderie, ecc.: per questi il riscaldamento elettrico ha vantaggi particolari, ne segue che un metodo soddisfacente, utile ed economico che assicura una data fornitura di acqua calda, avrà una diffusione notevole nell'avvenire.

Caratteristiche favorevoli del carico fuori punta.

L'accumulazione di calore ha dato caratteristiche favorevoli a' carichi fuori punta, ed alcune di queste sono di un certo interesse.

Il servizio fuori punta può essere fatto dalla Società con un controllo assoluto del tempo e della potenza richiesta e ciascuno di questi fattori può essere cambiato a piacimento secondo le condizioni di esercizio o le richieste dell'utente.

Il servizio fuori punta non è limitato alla vendita notturna, potendo particolari condizioni stagionali offrire durante l'anno una grande convenienza ad estendere le forniture di questo servizio a tutte le ore del giorno. Il costo del servizio fuori punta può essere determinato con un grado di esattezza non raggiungibile quando si stabilisce il costo di altri servizi, per i quali è necessario la separazione e l'assegnazione de' costi di manutenzione, d'esercizio e del capitale d'impianto.

L'effetto de' carichi fuori punta sul costo di produzione sarà sempre favorevole, migliorando il fattore di potenza del sistema ed assicurando un servizio di produzione con un rendimento maggiore di quanto non si abbia altrimenti. Studi sui costi, fatti da alcuni sistemi, hanno dimostrato che il miglioramento del rendimento così ottenuto, ha portato riduzioni nei costi della produzione totale del sistema, variabili dal 10 al 16 per cento.

L'alto fattore di potenza del carico per il riscaldamento dell'acqua, esercita una influenza favorevole su tutte le caratteristiche del sistema, in particolare aumenta il fattore di potenza nei periodi diurni di minor carico, quando cioè prende i valori più bassi, portandolo a valori superiori a quelli che si ottengono ordinariamente con apparecchi di correzione.

Le tariffe basse alle quali viene venduta l'energia nei periodi fuori punta, vanno aumentate del costo dei nuovi investimenti richiesti dalla fornitura: per un utente che ritira fuori punta una potenza di 1500 W o 2000 W, il costo di un interruttore ad orologio e di un contatore separato non supera le L. 570; questo costo si riferisce ad apparecchi che possono funzionare fino a 230 V e con 3000 W. Si preferisce che gli apparecchi siano a 230 V, però si permette l'allacciamento anche di apparecchi da 1500 W e 115 V su linea monofase, i quali funzionano regolarmente, finchè non c'è nessuna quistione per la regolazione della tensione nel periodo fuori punta.

Quando per allacciare un utente che usa l'energia in periodo fuori punta, bisogna cambiare il trasformatore e la linea, perchè insufficienti, siccome il cambiamento si fa, com'è naturale, prevedendo di servire altri utenti o altri carichi in un prossimo avvenire, il costo non dovrebbe venire assegnato interamente al primo utente.

Aspetti commerciali e tecnici.

Il servizio fuori punta va studiato completamente da ogni punto, perchè la fornitura di energia possa farsi nelle migliori condizioni.

I metodi diversi per assicurare il servizio domestico di acqua calda sono:

1 serpentina di riscaldamento in una cucina a carbone, comunicante con un serbatoio ad accumulazione;

1 serpentina di riscaldamento in un impianto di riscaldamento, comunicante con un serbatoio di accumulazione;

1 scalda-acqua indipendente istantaneo;

1 scalda-acqua ad accumulazione indipendente;

1 scalda-acqua ad accumulazione indipendente, in serie con una serpentina che funziona colla cucina o coll'impianto di riscaldamento.

Dal punto di vista delle Società l'ultimo metodo è da preferirsi quando è possibile stabilire che l'uso dell'energia raggiunga il massimo nell'estate e sia ridotto nei mesi invernali. Da osservazioni fatte è risultato che il consumo di energia si è ridotto di circa un terzo quando gli utenti si servivano di apparecchi ausiliarii. Bisogna perciò incoraggiare e favorire questo metodo di procurarsi acqua calda, perchè esso assicura all'utente il minimo costo e permette nello stesso tempo alla Società di allacciare il massimo possibile di questi utenti.

I migliori vantaggi li dànno gli apparecchi da 1500 e da 2000 W e purtroppo in generale nessuno li conosce: essi hanno il massimo rendimento e richiedono il minimo costo d'impianto, perchè possono essere allacciati ad una linea esistente e senza richiedere in generale cambiamenti nelle condutture interne ed esterne, essendo generalmente adoperati fuori punta.

Impianti con potenze allacciate superiori a 3000 W richiedono al contrario, specie se usati anche nel periodo di punta, un cambiamento nelle condutture interne e in quelle esterne della Società, con una spesa piuttosto elevata che, indipendentemente dai vantaggi che presenta il riscaldamento elettrico dell'acqua, può scoraggiare l'utente; questi impianti, una volta allacciati, dànno poi dei costi di esercizio molto alti, specialmente se usati anche nei periodi di punta.

Passando alle caratteristiche degli apparecchi l'A. osserva che gli elementi di riscaldamento dovrebbero essere facilmente ricambiabili; ritiene poi che due elementi diano più vantaggi di uno solo, in particolare quando si richiedono piccole quantità d'acqua che possono prepararsi rapidamente ed economicamente riscaldando l'acqua soltanto nella parte superiore dell'apparecchio. Con due elementi si può anche, come si è già visto, adattare meglio il servizio dell'utente alle condizioni di quello della Società e tutte le economie così ottenute compensano anche la spesa per gli interruttori orari che controllano ciascun elemento. Il controllo automatico è da preferirsi a qualsiasi altro, perchè dove si ricorre al controllo manuale, si riduce l'uso dell'acqua calda e di conseguenza si riduce anche il consumo d'energia. Per la buona conservazione dell'acqua calda gli apparecchi devono essere molto bene isolati, altrimenti le perdite per radiazione aumentano il consumo di energia ed il costo di questa e, screditando il servizio, ne impediscono l'espansione. L'A. consiglia poi l'uso di una valvola di miscelazione che, una volta regolata, riduce la temperatura dell'acqua riscaldata dall'apparecchio alla temperatura a cui generalmente viene usata.

Gli equipaggiamenti di protezione e di controllo, applicati ad uno scalda-acqua, offrono sicurezza all'utente ed alla Società. I meccanismi che regolano il tempo e i relais termici servono al controllo automatico del periodo di funzionamento e della temperatura dell'acqua: le valvole di sicurezza assicurano poi, contro ogni eventuale esplosione, determinata o dall'impianto non fatto bene o dal cattivo uso dell'apparecchio.

Le capacità degli scalda-acqua sono state normalizzate in un numero sufficiente di tipi, perchè gli utenti vi trovino quello che più si adatta alle loro abitudini.

Tariffe fuori punta.

Le tariffe, nonostante la diversità delle opinioni che regna nell'industria, costituiscono l'elemento più importante del problema che qui si tratta. Il problema è se può essere venduta meglio l'energia per il servizio con tariffe regolari e senza restrizioni nel tempo per l'uso, fidando che per la diversità dell'uso risulti un basso consumo di energia durante i periodi di punta e un relativamente piccolo investimento per fare la fornitura, o se conviene di più fare un servizio con tariffe fuori punta con il relativo costo minimo per detta fornitura.

Lo studio comparativo che quì riportiamo in tabella dei costi del servizio con i due metodi, pare che possa dare una chiara risposta al problema. Quanto è riportato nella tabella è stato preso dai dati di esercizio di alcune Società.

Più semplice si presenta la tariffa fuori punta per apparecch ad accumulazione, allacciati con un contatore indipendente e con un costo d'impianto minimo e facilmente determinabile a priori.

CONFRONTO DEI COSTI DI UNA FORNITURA DI ENERGIA PER RISCALDAMENTO ELETTRICO D'ACQUA ESEGUITA IN PERIODO FUORI PUNTA E IN PERIODO DI PUNTA.

Richiesta dell'utente 1500 W, consumo annuo 3600 kWh.

SERVIZIO IN PERIODO FUORI PUNTA.

Spese per nuovi impianti presso l'utente:		
Nuovo contatore	L.	190. —
Interruttore orario	»	380. —
Spese per nuovo impianto	L.	570. —
Interessi, amm. ecc. al 12½ %	L.	71.25
Manutenzione nuovo impianto	»	19. —
Totale costi impianto nuovo	L.	90.25
Aumento costo per kWh	L.	0.0250
Incremento costo produzione ed aumento costo manutenzione	»	0.0617
Aumento perdite 10%	»	0.0062
Costo totale per kWh venduto	L.	0.0929
3600 kWh a L. 0.19	L.	684. —
id. a L. 0.0929	»	334.45
RICAVO NETTO	L.	349.55

SERVIZIO IN PERIODO DI PUNTA.

Costo impianto del sistema L. 9500 per kW di max. pot. istall.
Fattore di simultaneità posto uguale a ⅓.
Richiesta dell'utente nel periodo di max carico: 500 W.

Costo impianto $\frac{\text{L. } 9500}{2}$	L.	4750. —
Interessi, amm., ecc. al 12½ %	L.	593.75
Id. per kWh	L.	0.1649
Costi produzione, esercizio e manutenzione per kWh	»	0.3800
Costo totale per kWh venduto	L.	0.5449
3600 kWh a L. 0.19	L.	684. —
id. a L. 0.5449	»	1961.65
PERDITA	L.	1277.65

La perdita del servizio che si svolge in periodo di punta è inevitabile, nelle condizioni stabilite, nè l'omissione di qualche costo deve servire a rimediare la situazione e a rendere vantaggioso questo servizio.

Da statistiche sicure l'A. ha rilevato un consumo medio annuale per il riscaldamento dell'acqua con accumulazione, di 3600 kWh, corrispondente a:

8 volte l'attuale consumo medio nazionale;
3 volte il consumo medio per cucine,
6 volte il consumo medio degli armadi frigoriferi;
13 volte il consumo medio per i bruciatori di nafta; la conclusione è che non vi è un altro servizio che dà lo stesso consumo di energia e che dà un così largo ricavo netto con un investimento molto piccolo. Il servizio fuori punta garantisce dunque uno sviluppo intenso del servizio di riscaldamento dell'acqua con accumulazione. Le tariffe per detto servizio non creano difficoltà per le altre tariffe, anzi lo sviluppo di questa applicazione porta un notevole incremento nei guadagni delle Società, incremento che può trovare il suo migliore collocamento nel modificare il costo del servizio con altre tariffe, diffondendo cioè per altra via lo stesso servizio.

Nella determinazione finale della tariffa fuori punta per il servizio di riscaldamento d'acqua, tenendo presente che durante i mesi invernali le Società devono garantire un carico più alto, si stabilirà in L. 0.19 (1 cent) la tariffa per otto mesi e in L. 0.285 (1½ cents) per i rimanenti quattro mesi invernali.

Coloro che tendono all'uso di tariffe regolari invece di tariffe fuori punta per questo servizio, considerano che agli effetti del fattore di simultaneità la richiesta complessiva si riduce a bassi valori e si riducono così anche i costi d'impianto; essi però non tengono conto del fatto che il costo dei kWh consumati durante il periodo di punta è enormemente alto, perchè l'aggiunta del loro carico riduce sensibilmente il fattore di carico del sistema. Una Società ha trovato che una gran parte degli scalda-acqua, ai quali l'energia era fornita con tariffa regolare, funzionava sempre durante il periodo di punta nei mesi invernali. Deriva da detto funzionamento un fattore di simultaneità molto basso che aumenta il costo della distribuzione, facendogli raggiungere frequentemente il 60% del costo totale dell'impianto.

L'uso di energia in periodo di punta influisce poi sensibilmente sulla regolazione della tensione del servizio dell'utente che fa uso di scalda-acqua e per questo non c'è rimedio che in un incremento della potenza richiesta.

Applicando una tariffa scalare per detti impianti, per tenere conto del consumo di energia che l'utente può avere nei periodi fuori punta, nasce un'obiezione ed è che l'energia per lo scalda-acqua possa essere usata nei limiti del primo gradino e non goda del beneficio del gradino a tariffa bassa; potrebbe d'altra parte quest'ultimo gradino ridurre gl'incassi della Società.

Queste tariffe teoricamente dovrebbero essere più basse della più bassa tariffa applicata per i servizi domestici, e comprendere soltanto: l'aumento del costo di produzione, incluso combustibile ed eventuali costi di esercizio e di manutenzione; costo delle perdite nella trasmissione e nella distribuzione; costo impianto, esercizio e manutenzione per contatore ed interruttore ad orologio.

Applicazioni diverse e metodi di vendita.

Il costo dell'impianto per riscaldamento d'acqua con accumulazione varia tra L. 1900 e L. 2850, secondo la grandezza dell'apparecchio. Un piano seguito da alcune Società è di finanziare il costo dell'apparecchio e della sua installazione, permettendo all'utente di ammortizzarlo con quote mensili: a questo modo si accelera l'uso dell'energia nei servizi della casa.

Le case nuove di abitazione offrono una buona opportunità per la diffusione del servizio di riscaldamento: quivi con una sola nuova costruzione, l'impianto può rispondere a tutto ciò che si richiede per avere un altissimo rendimento. Il servizio si dimostrerà anzitutto utile e ne seguirà presto la soddisfazione degli utenti per un servizio ricevuto in favorevoli condizioni.

In un edificio dove l'acqua calda è fornita dal padrone, è possibile installare degli impianti elettrici automatici di riscaldamento al posto degli impianti esistenti, i quali richiedono il lavoro del portinaio o di un'altra persona, un deposito di combustibile, il trasporto della cenere, ecc.: la sostituzione degli impianti lascia soddisfatti gli inquilini, chè ricevono un servizio continuo, indipendente da' capricci del portinaio, ma anche il padrone ne resta soddisfatto.

L'assenza di pericoli per questo tipo di riscaldamento, oltre agli altri vantaggi, lo rende particolarmente adatto per depositi di automobili, barbieri e laboratorii di bellezza, ecc. Tra i principali altri campi in cui l'uso del servizio fuori punta può svilupparsi sono: il riscaldamento degli ambienti con acqua calda accumulata, che ha già dato buoni risultati in diversi casi e che costituisce da solo un campo vastissimo (ogni impianto richiede al minimo 30 kW) tra i servizi di carattere puramente domestico: il riscaldamento nelle stazioni telefoniche automatiche, dove l'uniformità della temperatura e una determinata umidità sono fattori essenziali per il funzionamento dell'impianto.

Al problema del costo, il servizio con tariffa fuori punta sembra rispondere sempre completamente.

Da ogni punto di vista la si guardi, la questione della fornitura eseguita fuori punta deve essere avvicinata con mente aperta e con la disposizione ad ogni possibile sforzo per il collocamento della produzione in più, la quale può essere resa utile a beneficio del pubblico e della Società.

F. J.

RASSEGNA TECNICA

a)
LE DIGHE IN MURATURA A SECCO

Le Génie Civil, 25 ottobre 1930 – ING. HENRY LOSSIER.

In base ai risultati della propria esperienza personale e con l'appoggio di alcune considerazioni teorico-pratiche, necessariamente alquanto sommarie, l'A., passando in rassegna le principali cause degli inconvenienti più frequentemente verificatisi nelle dighe di ritenuta a scogliera, indica i criteri e i provvedimenti costruttivi che allo stato odierno della tecnica si possono ritenere meglio atti ad evitare o a limitare gli inconvenienti stessi.

A tale scopo l'A. esamina successivamente le questioni inerenti alle fondazioni, al corpo della diga, alla posizione e alle caratteristiche del diaframma di tenuta (o impermeabilizzante), al taglione di guardia e alle opere di scarico, partendo dal concetto fondamentale che la parte essenziale di una diga a scogliera consista nel predetto diaframma, mentre le parti rimanenti non avrebbero altra funzione che quella di garantire la stabilità del medesimo.

FONDAZIONI.

Ogni cedimento anche parziale del terreno di fondazione costituisce sempre un pericolo gravissimo per la stabilità di una diga di pietrame a secco poichè, mentre il corpo di essa può adattarsi anche facilmente alle deformazioni che ne conseguono, il diaframma di tenuta, invece, può fessurarsi aprendo una via di penetrazione all'acqua, con conseguente pericolo di sfasciamento della diga stessa.

Un caso tipico di cedimento delle fondazioni — astrazion fatta dalle cause di natura sismica — è quello determinato dalle seguenti condizioni:

il suolo di fondazione è costituito da terreno abbastanza compatto e resistente, ma permeabile e riposante sopra uno strato di argilla. In seguito al riempimento del serbatoio, l'acqua sotto pressione attraversa lo strato permeabile e raggiunge quello argilloso, il quale, imbibendosi e rammollendosi, finisce per offrire un pericolosissimo piano di scorrimento al terreno su cui riposa la diga.

Talvolta, per un falso criterio di economia, l'opera di ritenuta viene fondata su uno strato superficiale di terreno alluvionale, più o meno compressibile: in tal caso può verificarsi facilmente un lieve scorrimento verso valle della fondazione con conseguente rottura del diaframma in corrispondenza dell'attacco al taglione di guardia. Simile rottura è tanto più grave in quanto essa avviene nella zona soggetta alla maggiore pressione idrostatica.

In alcuni casi si può migliorare sensibilmente il terreno di fondazione di una diga a scogliera mediante iniezioni di cemento sotto pressione; ma questo provvedimento non è sempre adottabile con successo poichè in certi terreni scistosi o solubili, le iniezioni sotto pressione possono creare dei piani di discontinuità od anche provocare dei dislocamenti pericolosi.

Sebbene dunque una diga del tipo in oggetto trasmetta al suolo di fondazione sollecitazioni unitarie alquanto minori di quelle trasmesse da una equivalente diga in muratura, essa richiede tuttavia un terreno assolutamente sicuro sotto ogni riguardo, sia prima che *dopo* il riempimento del serbatoio.

L'idea da taluni sostenuta che le dighe a scogliera possano venire tranquillamente impostate anche su terreni mediocri è stata pienamente smentita dall'esperienza. Stando anzi agli insegnamenti di questa sembra raccomandabile in ogni caso un accurato esame preliminare della costituzione del sottosuolo di fondazione, mediante pozzi e cunicoli orizzontali accessibili e interessanti tutta la stretta di sbarramento.

CORPO DELLA DIGA.

Le principali questioni inerenti alla costituzione, alla formazione e al dimensionamento del corpo di una diga a scogliera si possono ritenere, allo stato attuale della tecnica, praticamente risolte.

È sopratutto necessario, in ogni caso, che la massa resistente della diga sia formata con pietrame sano e non alterabile opportunamente distribuito con graduazione di dimensioni dall'esterno all'interno, in modo che i blocchi più grossi e regolari si trovino bene aggiustati sui paramenti.

L'esperienza consiglia inoltre di inquadrare la massa di pietrame fra cordonate longitudinali di muratura a secco bene intasata o meglio ancora di calcestruzzo o di muratura normale di pietrame in modo da ridurre efficacemente gli eventuali cedimenti dovuti all'assestamento.

Tale provvedimento diventa indipensabile nelle regioni soggette a scosse sismiche.

POSIZIONE DEL DIAFRAMMA DI TENUTA.

La tenuta di una diga a scogliera viene in generale assicurata o mediante un diaframma verticale disposto nel piano assiale dello sbarramento, oppure mediante un rivestimento in calcestruzzo del paramento a monte.

La questione se si debba dare la preferenza all'uno piuttosto che all'altro dispositivo presenta aspetti affatto diversi a seconda che la si consideri dal punto di vista della stabilità dell'ammasso roccioso o da quello della conservazione e della manutenzione del diaframma di impermeabilità.

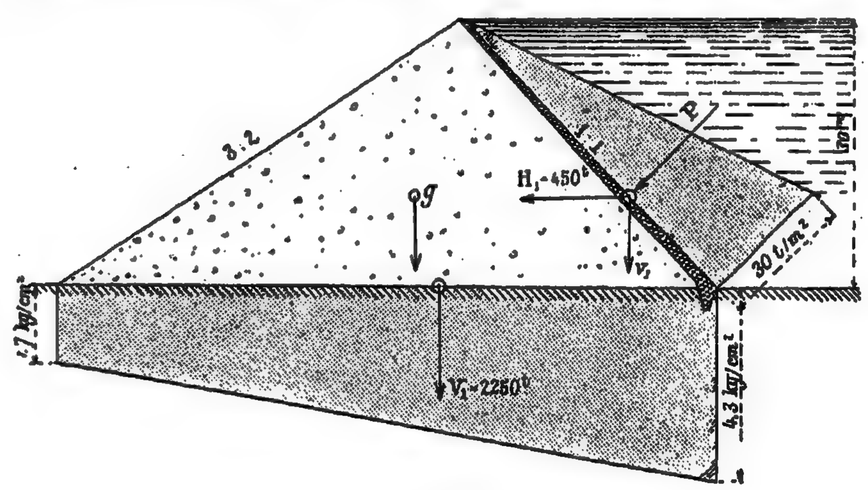


Fig. 1.

Circa il primo aspetto, si possono trarre alcune conclusioni interessanti dall'esame delle figure 1 e 2, nelle quali sono rappresentate schematicamente le condizioni di sollecitazione di una diga a scogliera nei due casi distinti di impermeabilizzazione

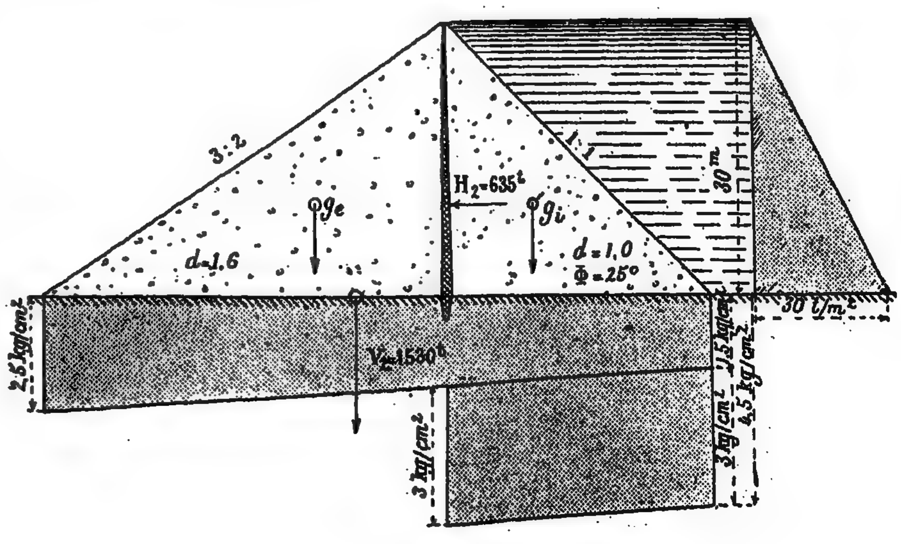


Fig. 2.

mediante rivestimento del paramento a monte e mediante diaframma verticale interno.

I valori riportati nelle figure suddette per le varie sollecitazioni trasmesse al suolo di fondazione sono semplicemente indicativi in quanto sono stati dedotti in base alle consuete formule valide pei corpi elastici ed omogenei mentre in realtà le strutture in esame non sono che degli ammassi di blocchi disposti più o meno regolarmente e senza alcun legame reciproco all'infuori delle forze d'attrito nascenti dal loro contatto.

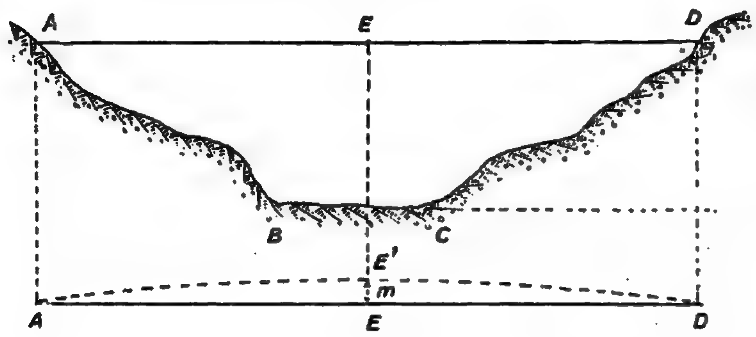
Essi confermano tuttavia le seguenti osservazioni:

Il rivestimento di impermeabilità sul paramento a monte è, dal punto di vista della stabilità dello sbarramento, preferibile al diaframma verticale interno, poichè esso consente di ridurre sensibilmente la pressione massima trasmessa al suolo di fondazione nonchè la sollecitazione orizzontale di scorrimento.

A questo proposito è interessante esaminare l'influenza di uno spostamento orizzontale o verticale dell'ammasso roccioso sopra un diaframma rispettivamente centrale o di paramento.

Si consideri a titolo d'esempio una diga a scogliera avente le caratteristiche indicate schematicamente nella fig. 3: l'altezza della diga corrisponda, per analogia con un caso pratico abbastanza frequente, ad un quarto della lunghezza al coronamento.

Se il corpo dello sbarramento, in seguito all'assestamento del pietrame sotto l'influenza del carico idrostatico, subisce in sommità uno spostamento orizzontale (indicato nella fig. 3 con la lettera *m*) il setto mediano subisce una deformazione tale che il corrispondente raggio di curvatura nel piano verticale sta a quello in piano orizzontale secondo un rapporto approssimativamente uguale a $\frac{7}{12}$ ossia, in cifra tonda, uguale ad ½.



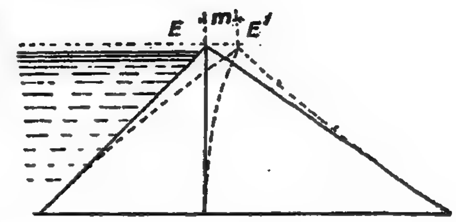


Fig. 3.

Una circostanza particolarmente sfavorevole all'adozione del diaframma centrale consiste in ciò: che la zona del piano di fondazione più sollecitata è, nel caso della fig. 2, quella verso monte, sottostante alla parte sommersa della diga, il che può costituire un serio pericolo nel caso di terreno alquanto poroso od argilloso.

Ne consegue che lo schermo di impermeabilità interno non dovrebbe essere preso in considerazione che nel caso di un terreno di fondazione avente sicuri requisiti di resistenza alla compressione e allo scorrimento, sia in condizioni normali che in seguito a un prolungato invaso del serbatoio.

Per riguardo all'economia e alla conservazione, il diaframma verticale presenta invece i seguenti vantaggi:

La sua superficie è minore di quella di un rivestimento di paramento; (se quest'ultimo è inclinato di 45° la differenza fra le superficie dei due dispositivi è pari al 30% circa di quella del paramento inclinato). Il setto di calcestruzzo essendo protetto su entrambe le faccie da due potenti ammassi di pietrame, si trova nelle migliori condizioni di protezione e di conservazione, specialmente agli effetti del ritiro e delle variazioni di temperatura. Il taglione di guardia può essere realizzato semplicemente prolungando lo schermo verticale sino a raggiungere il terreno impermeabile o roccioso del sottosuolo.

Un rivestimento inclinato, invece, implica sempre un collegamento piuttosto delicato con l'unghia di guardia a monte; collegamento che, essendo soggetto a facili fessurazioni, può causare degli inconvenienti talvolta anche gravi. Eventuali cedimenti in senso verticale della massa di pietrame tendono a deformare notevolmente un rivestimento impermeabilizzante inclinato, ma non esercitano invece azione sensibile sopra un diaframma verticale.

Dal canto suo un rivestimento impermeabile sul paramento a monte presenta il vantaggio di essere ispezionabile e riparabile dall'esterno, sotto la condizione però, in molti casi proibitiva, di un abbassamento di livello nel serbatoio.

Come si vede, la questione dianzi prospettata circa la scelta del dispositivo più conveniente di impermeabilità non può essere risolto che caso per caso in base alle circostanze contingenti.

Nel caso poi che la stretta di sbarramento presenti un profilo irregolare come quello indicato nella fig. 4, il diaframma centrale subirà in corrispondenza del risalto *C K* una deformazione anormale *A C' K'*.

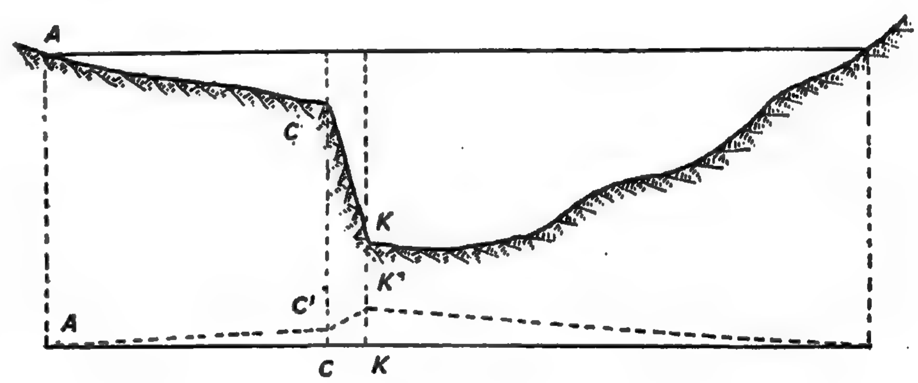


Fig. 4.

Risulta da queste semplici considerazioni che un diaframma, per essere in condizioni ideali dovrebbe presentare i seguenti requisiti speciali:

1° elasticità, nel senso verticale, generalmente superiore a quella che possiede nel senso orizzontale;

2° maggiore elasticità nel senso orizzontale in corrispondenza di brusche variazioni del profilo trasversale della stretta.

Per riguardo all'influenza di un cedimento verticale dell'ammasso di pietrame sopra un eventuale rivestimento del paramento a monte, si può dimostrare mediante un calcolo sommario che, per evitare in una soletta monolitica di cemento armato inclinata di 45° sforzi superiori a 50 kg/cm², ammettendo un cedimento pari al 2 % dell'altezza della diga (quale si è praticamente verificato in diversi casi) la detta soletta non dovrebbe presentare alla base uno spessore maggiore di $\frac{1}{60}$ circa dell'altezza dello sbarramento.

Naturalmente, tale cifra è soltanto indicativa ed ha valore relativo essendo stata dedotta in base ad ipotesi semplificatrici che lasciano inalterato il problema soltanto dal lato qualitativo.

Tipi di diaframmi impermeabilizzanti.

In qualche diga a scogliera si è cercato di far collaborare il diaframma centrale di impermeabilizzazione alla stabilità dello sbarramento, adottando per esso una struttura rigida; ma tali tentativi non hanno avuto esito incoraggiante perchè, in seguito all'assestamento dell'ammasso di pietrame, lo schermo, eccessivamente rigido, tende a fessurarsi venendo meno alla sua funzione principale di tenuta.

Un diaframma di impermeabilità deve presentare una certa elasticità onde potersi adattare alle deformazioni del corpo della diga senza subire sollecitazioni eccessive od anormali.

È tuttavia interessante rilevare che la maggior parte dei rivestimenti di impermeabilizzazione in cemento armato delle più note dighe americane rispondono precisamente alla condizione sopra enunciata. In particolare, il rapporto fra lo spessore massimo del rivestimento in oggetto e l'altezza della diga, ammonta

rispettivamente a $\frac{1}{62}$, $\frac{1}{62}$ e $\frac{1}{136}$ negli sbarramenti di Swift, Cucharas e Strawberry.

In qualche caso la tenuta delle dighe a scogliera è stata affidata a diaframmi centrali a struttura cellulare di cemento armato, accessibili internamente.

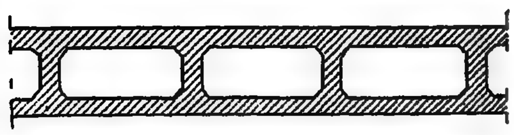


Fig. 5.

Le figure 5 e 6 mostrano due sezioni schematiche di diaframmi di questo tipo, con celle rispettivamente rettangolari e cilindriche.

Rispetto alla flessibilità, il tipo della fig. 5 si comporta come una serie di travi a doppio T nel senso verticale e come una trave Vireendel nel senso orizzontale.

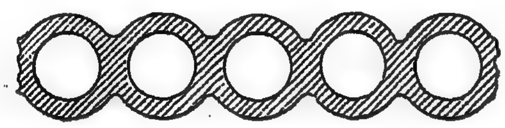


Fig. 6.

Il diaframma della fig. 6, che può essere costituito anche da una serie di tubi opportunamente cementati fra loro, presenta qualche vantaggio rispetto al tipo precedente, nei riguardi delle variazioni di volume per effetto termico, per imbibizione ecc. come pure agli effetti delle deformazioni provenienti da eventuali cedimenti laterali.

Ma entrambi questi diaframmi risultano assai più rigidi nel senso verticale che in quello orizzontale: il che è precisamente contrario alla condizione di sicurezza dianzi enunciata.

L'esperienza, del resto, ha già dato qualche risultato affatto sfavorevole al loro impiego.

Allo scopo sopratutto di evitare il predetto inconveniente dell'eccessiva rigidità, è stato proposto anche un tipo speciale di diaframma con due pareti indipendenti di cemento armato, collegate fra loro mediante bielle articolate o tramezzi elastici (v. fig. 7). Non ci consta tuttavia che esso abbia trovato sinora pratica applicazione.

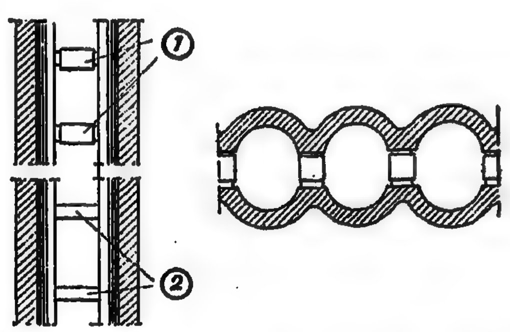


Fig. 7. - 1. Bielle articolate. 2. Tramezzi elastici.

Un dispositivo di impermeabilizzazione che ha avuto invece una certa diffusione, specialmente in Italia, è il tipo di *rivestimento* a lastroni indipendenti o articolati di cemento armato separati fra loro da giunti verticali ed orizzontali la cui tenuta viene generalmente assicurata mediante lamine metalliche flessibili atte a resistere alla pressione idrostatica (fig. 8). Siccome gli spostamenti che hanno luogo nel senso longitudinale della diga sono generalmente assai limitati, i giunti verticali non richiedono che un gioco piccolissimo. I giunti orizzontali sono invece assai più delicati; infatti, l'assestamento dell'ammasso di pietrame che costituisce il corpo della diga tende a far scorrere le lastre di rivestimento le une sulle altre e pertanto i giunti debbono essere studiati in modo da permettere l'assestamento delle lastre stesse senza che abbiano a verificarsi in esse sollecitazioni anormali o che abbia a risultarne menomata la tenuta.

I rivestimenti in parola sono generalmente muniti, alle reni, di appositi sistemi drenanti che raccolgono l'eventuale acqua di infiltrazione per scaricarla a valle della diga. Talvolta, in corrispondenza di ogni giunto orizzontale, viene praticata anche una galleria accessibile di ispezione (fig. 8 *b*). L'Autore della nota in esame si mostra piuttosto sfavolrevole a questi tipi di rivestimenti e in particolare a quelli con giunti orizzontali articolati (fig. 8 *c*).

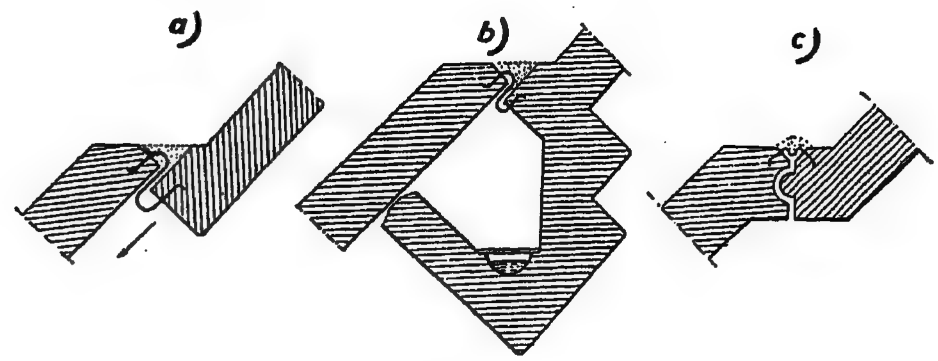


Fig. 8.

Effettivamente, però, tali dispositivi, applicati con opportuni accorgimenti a dighe non già in scogliera, ma in muratura a secco accuratamente intasata, hanno dato risultati spesso migliori dei rivestimenti monolitici.

È tuttavia indiscutibile che non lievi difficoltà si oppongono alla realizzazione di una tenuta perfetta in corrispondenza dei punti di incrocio di un giunto orizzontale con uno verticale.

Un tipo di diaframma che elimina tale inconveniente è quello rappresentato schematicamente nella fig. 9.

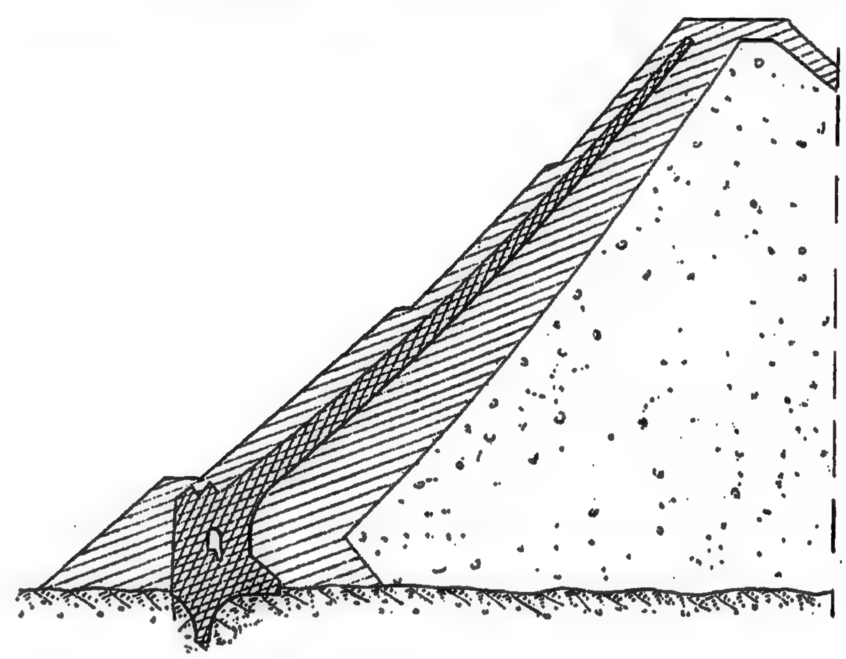


Fig. 9.

Si tratta di un rivestimento di cemento armato costituito da una serie di lastroni rigidamente collegati all'unghia di guardia e separati fra loro da giunti di dilatazione praticati nel senso di maggior pendenza del paramento (fig. 10).

Lo spessore di questi lastroni va decrescendo dalla base verso la sommità e le armature sono distribuite in modo da assicurare al rivestimento la massima flessibilità possibile.

Il rivestimento in oggetto viene eseguito successivamente alla erezione del corpo resistente della diga, dopo cioè che l'ammasso di pietrame ha subito un primo assestamento dovuto al peso proprio.

Allo scopo, inoltre, di evitare che, in caso di cedimenti, il diaframma tenda a rigonfiarsi verso l'esterno, esso viene costruito in modo da presentare una leggera curvatura, in piano verticale, con la concavità verso monte.

La fig. 10 mostra schematicamente un giunto di dilatazione assai appropriato per il tipo di rivestimento ora descritto.

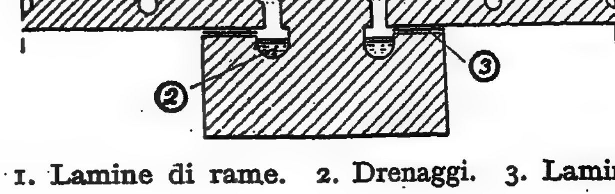


Fig. 10 - 1. Lamine di rame. 2. Drenaggi. 3. Lamine di zinco.

Dopo qualche anno d'esercizio, se l'assestamento della diga è definitivamente compiuto e la tenuta del diaframma — eventualmente perfezionata con adeguati mezzi — si è dimostrata soddisfacente, conviene ricoprire il rivestimento di cemento armato con uno strato di muratura a secco accuratamente eseguita, onde proteggerlo contro l'azione diretta del sole e degli agenti atmosferici.

Circa l'impermeabilizzazione del diaframma di tenuta l'A. è del parere che convenga realizzarla ricorrendo ad un calcestruzzo di per sè molto compatto ed impermeabile anzi che facendo uso di sostanze impermeabilizzanti da applicare esteriormente sul paramento stesso, poichè tali sostanze finiscono sempre per alterarsi col tempo o per staccarsi dal paramento nella zona soggetta ad escursioni di livello.

Taglioni di guardia.

Nelle dighe impostate su terreni non esaurientemente esplorati in via preliminare, la costruzione del taglione di guardia ha dato frequentemente luogo a sgradite sorprese sia dal lato costruttivo che da quello economico.

Prescindendo dal caso (ormai raro) di taglioni non sufficientemente incassati nel terreno impermeabile o roccioso, la causa principale dei più gravi inconvenienti recentemente verificatisi consiste in un collegamento irrazionale del taglione stesso con il diaframma di tenuta, sia questo centrale od esterno (sul paramento a monte).

Allo scopo di evitare che il predetto diaframma, in seguito alle sollecitazioni determinate dall'assestamento dell'ammasso di pietrame o dalle variazioni del carico idrostatico tenda a fessurarsi lungo la linea di raccordo col taglione, è consigliabile anzitutto che la fondazione del diaframma stesso venga addentrata il più possibile nel terreno compatto e che il raccordo col muro di guardia sia molto ampio (vedi fig. 11 *c*).

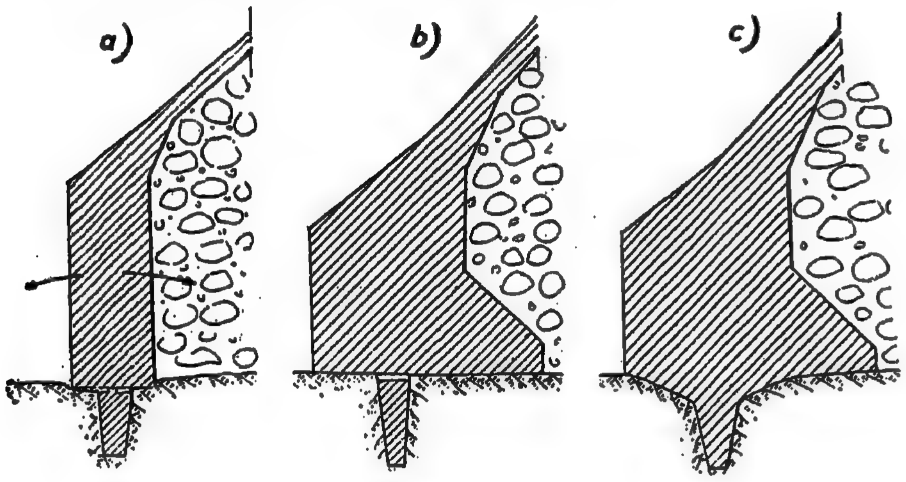


Fig. 11.

a) Piede del paramento troppo esile.
b) Collegamento errato fra il piede del paramento e il taglione di guardia.
c) Collegamento razionale.

Opere di scarico.

È evidente l'importanza che si deve attribuire a tali opere nel caso delle dighe a scogliera, ove una eventuale tracimazione potrebbe causare la rottura dello sbarramento.

Per la sicurezza di questo è prudente che gli scaricatori siano largamente commisurati alla massima portata eccezionale verificatasi o prevedibile e siano costituiti da opere semplici e di funzionamento assolutamente sicuro.

A. T.

b) RICERCHE SPERIMENTALI SUL COMPORTAMENTO DI DUE MODELLI DI DIGHE TRACIMABILI AGLI EFFETTI DELL'EROSIONE DEL FONDO A VALLE.

Die Wasserwirtschaft, 1930, n.° 17. – Ing. R. Ehrenberger.

1) Ricerche per l'impianto Amstetten.

La prima delle due ricerche fu eseguita su un modello 1:15 dello sbarramento di presa dell'impianto idroelettrico di Amstetten, che ha uno sviluppo complessivo di m 60 (fig. 1). Il letto del torrente a valle dello sbarramento, fu ottenuto nel modello con ghiaietto di granulosità uniforme (prima con $\varnothing = 14$ mm, poi 8 mm e sabbia di 2 mm). Si noti però che la composizione del fondo del torrente non è in iscala e che quindi le deduzioni sperimentali hanno carattere qualitativo e non quantitativo.

Sono invece perfettamente in iscala le portate che dovranno quindi essere nel rapporto $1:15^{2.5}$ ossia $1:871{,}4$. Poichè la massima piena registrata ammontava a $Q = 10{,}5$ m³/sec per una larghezza di 1 m lineare di sbarramento e, poichè il modello di 40 cm corrispondeva ad una larghezza effettiva di 6 m di sbarramento si esaminò una portata di

$$q = \frac{6 \times 10{,}5}{875{,}4} = 72{,}3 \text{ lt/sec}$$

Per impedire l'erosione del fondo da parte della lama tracimante si è costruito a valle dello sbarramento una soletta di protezione sistema Pfletschinger-Läuter (v. fig. 1).

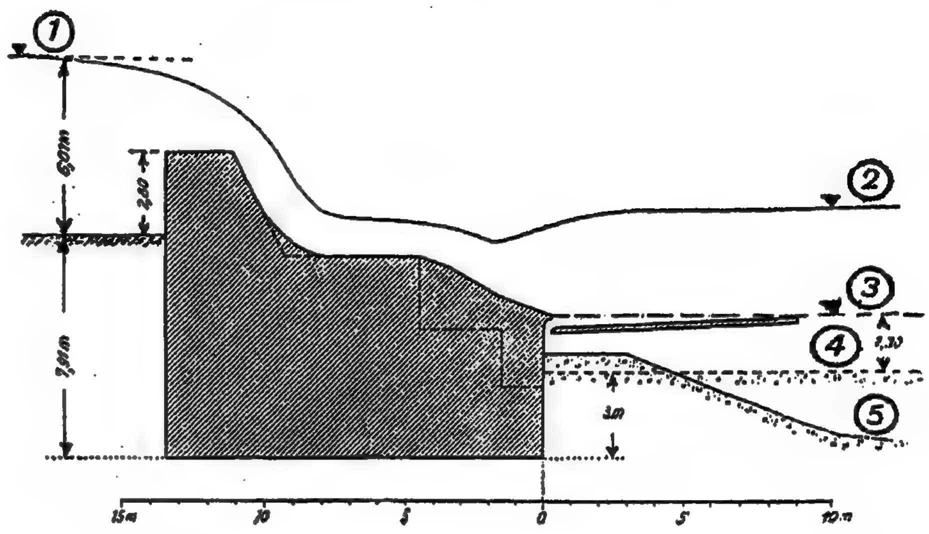


Fig. 1.

1 Livello di piena (1928) $Q = 10{,}5$ m³/s/m.
2 Livello di rigurgito
3 Livello di magra
4 Fondo modificato dall'acqua
5 Fondo primitivo.

L'effetto di tale soletta può riassumersi nel seguente modo:

1°) Il moto vorticoso dell'acqua appena a valle della soletta crea un interrimento mobile dall'aspetto di una duna.

2°) Il risucchio dell'acqua fa sì che il sottofondo della platea si colmi di detriti.

Le esperienze fatte in proposito hanno anche cercato di stabilire la distribuzione delle pressioni sulla platea di protezione ed il diverso comportamento di questa a seconda del vario cuscinetto d'acqua a valle. A tale proposito si è dimostrato che, se si forma un vortice al disopra della soletta, il fondo tende ad essere modificato secondo la fig. 2 e la soletta stessa è soggetta

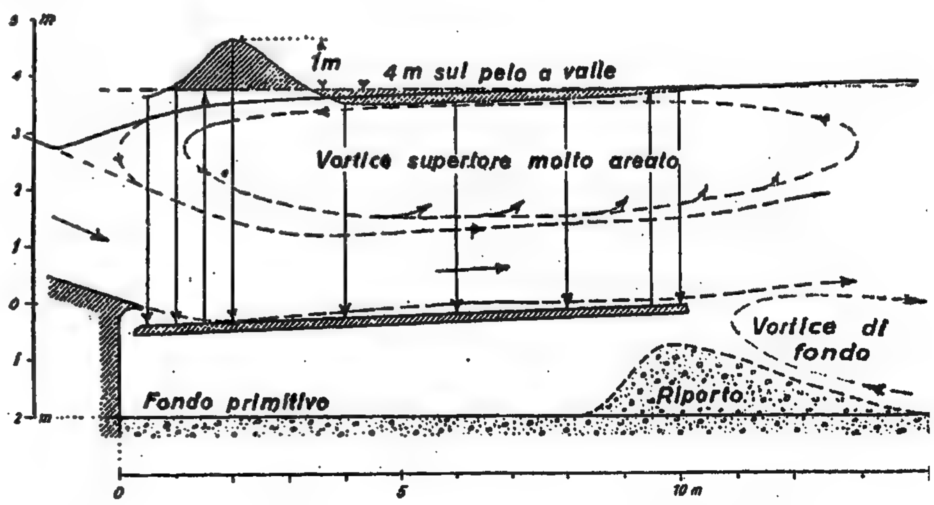


Fig. 2.

ad una pressione dall'alto in basso nel primo tratto a monte e ad una depressione nella parte rimanente. Se invece è impedita la formazione del vortice, allora il fondo si modifica secondo la fig. 3 e precisamente in un tempo metà che non nel caso precedente. Inoltre la soletta è soggetta a delle pressioni e a delle depressioni assai più violenti.

Questo fatto va sopratutto tenuto presente nel progetto di uno sbarramento a stramazzo per ricordare di amarrare con mezzi sufficienti la parte a valle della soletta di protezione, la

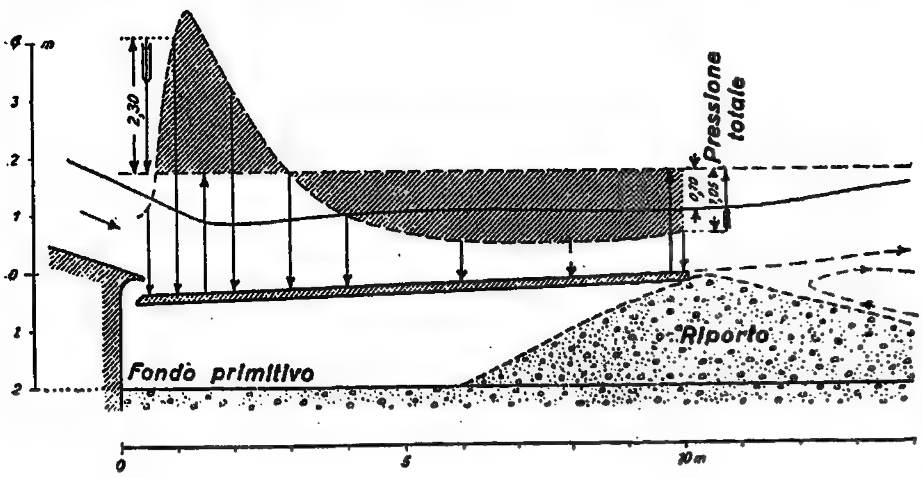


Fig. 3.

cui costruzione è ad ogni modo sempre consigliabile. Le esperienze hanno pure dimostrato che la depressione provocata dall'acqua in moto non basta a riempire tutto il vano eventuale che si trovasse per difetto di costruzione al disotto della soletta e che pertanto questo riempimento deve essere prudentemente assicurato durante le costruzione stessa.

2) Ricerche per l'impianto sulla Muhr della cartiera Frohnleiten.

Si tratta di uno sbarramento formato di 3 luci di m 16,2 di larghezza, provviste di paratoie piane di m 3,85 aventi la parte superiore a ventola (fig. 4 *a*), *b*) e previste per una portata complessiva di 80 m^3/sec e di una luce di 12 m a deflusso libero per 20 m^3/sec.

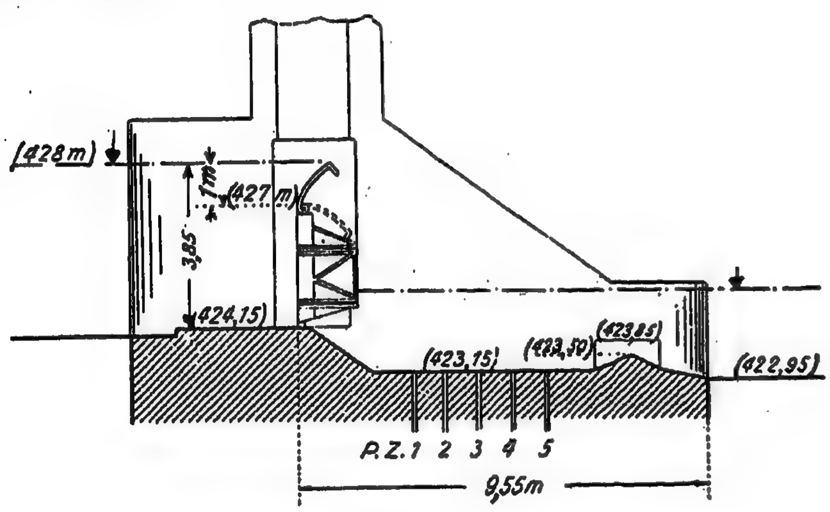


Fig. 4 *a*.

All'estremità della platea a valle è stata progettata una dentellatura a blocchetti per distruggere parte della forza viva della lama stramazzante. Si trattava di vedere se tale accorgimento era sufficiente a proteggere il fondo dalle erosioni.

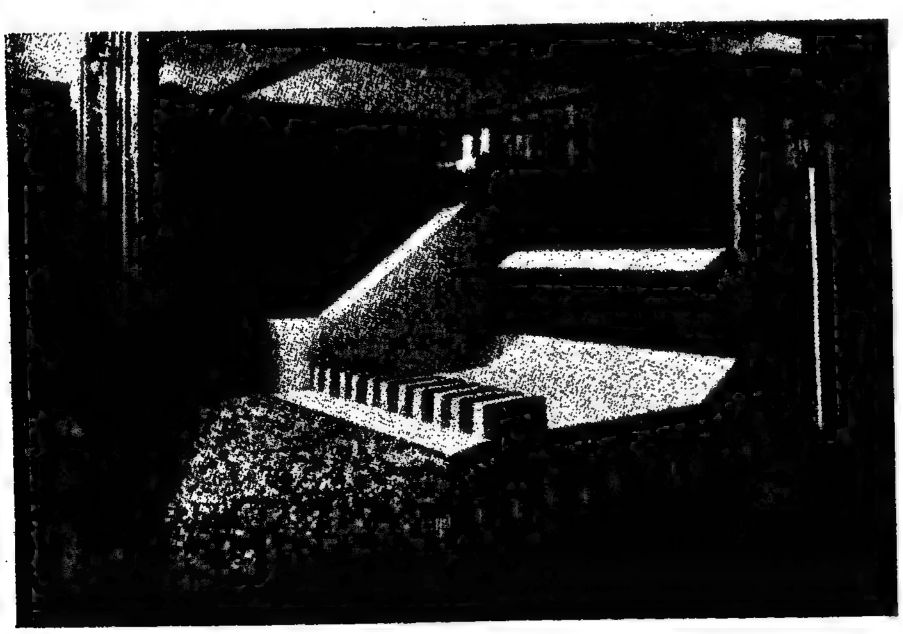


Fig. 4 *b*.

La portata di massima piena catastrofica è stata fissata in m^3/sec 1600.

In questo caso si è ricorso ad un modello nel rapporto 1 : 10 con il fondo costituito da ghiaietto di 8 mm di diametro.

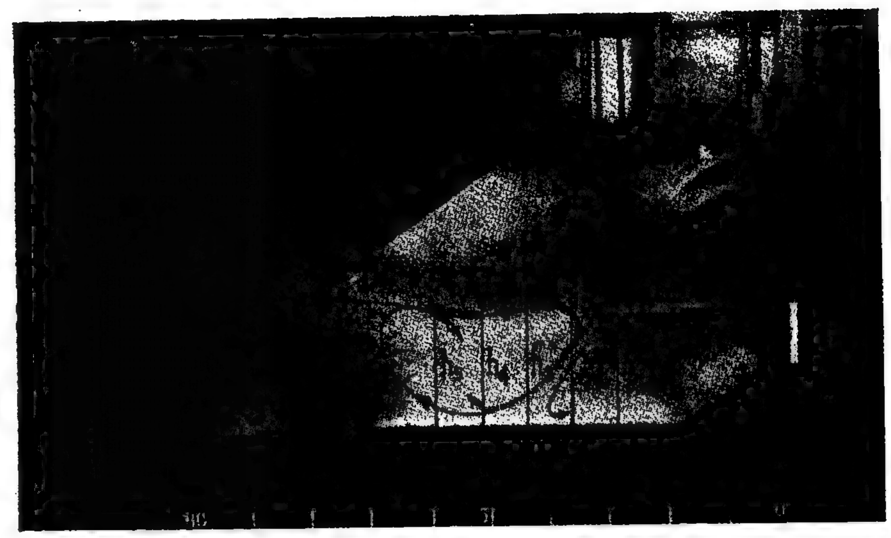


Fig. 5.

Senza voler entrare nel dettaglio delle prove fatte e riportando le immagini dei due casi estremi, ossia quello della paratoia chiusa con lama stramazzante (fig. 5) e quella della paratoia completamente aperta (fig. 6) si è potuto verificare che una

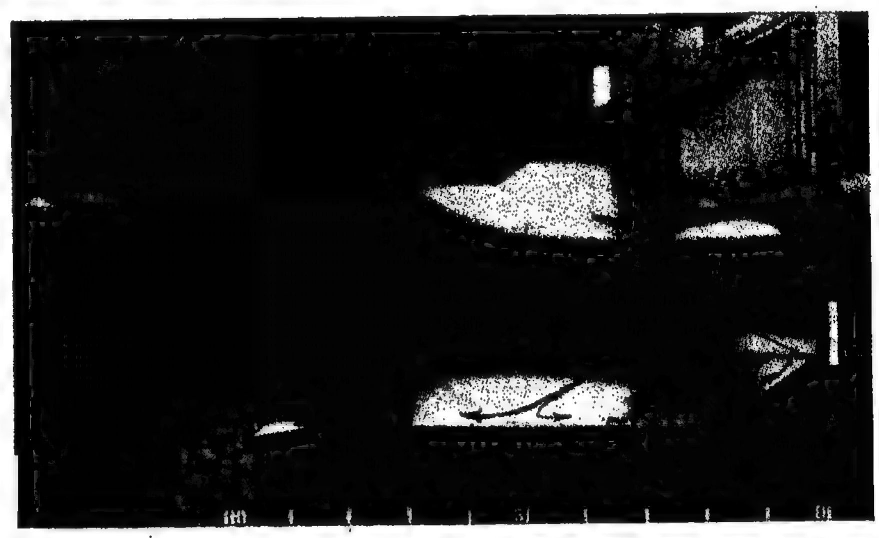


Fig. 6.

simile costruzione garantisce il fondo contro le erosioni. Inoltre si è potuto verificare che il coefficiente di deflusso è

$$\mu_1 = 0.71$$

per il caso dell'acqua stramazzante al di sopra della paratoia e

$$\mu_2 = 0,90$$

per il caso dell'efflusso dell'acqua al di sotto della paratoia parzialmente sollevata.

G.R.M.

FORMOLE PER IL CALCOLO DELLA SPINTA DELLE TERRE

Der Bauingenieur, 19 settembre 1930. – Ing. W. Drechsel.

Lo studio qui riassunto ha lo scopo di normalizzare in certo qual modo i carichi da adottarsi nei comuni calcoli inerenti alla spinta delle terre.

I fattori che intervengono per la determinazione di tali carichi sono notoriamente: il peso specifico, la coesione e l'attrito.

Il peso specifico dipende non solo dalla natura del terreno, ma anche dalla struttura, dalle dimensioni granulometriche e sopratutto dallo stato di umidità.

La coesione è di minore importanza ed è conveniente valutarla più che altro come un fattore di sicurezza.

Si tiene invece conto dell'attrito delle terre contro i muri di sostegno prendendo in considerazione l'angolo di assestamento naturale del terreno.

Detto δ' l'angolo d'attrito contro il muro e φ quello di assestamento naturale del terreno, sarà

$$0 < \delta' < \varphi$$

ed esso dipenderà oltrechè dalla natura del terreno stesso anche dalle sue dimensioni granulometriche e dall'umidità.

Si potrà in generale assumere:

1° Per murature subacquee $\delta' = \varphi$.
2° » pareti liscie e piallate in legno $\delta = 1/3\ \varphi$.
3° » » solite in cemento intonacato e muratura $\delta' = 1/2\ \varphi$.
4° » » in cemento aventi le asperità dovute ai casseri di gettata $\delta' = 2/3\ \varphi$.
5° » murature in pietrame e cemento gettato direttamente contro il terreno senza interposizione di casseforme $\delta' = \varphi$.

I valori più frequenti nella pratica, relativi al peso specifico delle terre e all'angolo di attrito sono i seguenti:

Importa inoltre conoscere anche la direzione ed il punto di applicazione della spinta delle terre. La prima è parallela alla superficie del terreno secondo Maxwell e perpendicolare al muro di sostegno secondo Coulomb e Poncelet e formante un angolo δ' rispetto a questa perpendicolare se si vuol tener conto dell'attrito.

Entrambe le ipotesi hanno i loro punti deboli e spesso conviene assumere senz'altro la spinta orizzontale. Il punto di applicazione è considerato nel baricentro della superficie del diagramma di carico la cui base è data da

$$\frac{2E}{h} = 2k\gamma h$$

Si consiglia però di spostare il punto di applicazione tanto più verso il centro della parete del muro di sostegno, quanto più la inclinazione del terreno sovrastante si avvicina all'angolo di attrito.

Dalle allegate tabelle e dai diagrammi si può vedere l'in-

Terreno di riempimento	γ = t/cm³	φ°
Buon terreno di riempimento :		
poco umido	1.77	42
umido	1.80	33
molto umido	1.85	30
impregnato di acqua	1.90	24
Sommerso dall'acqua	0.90	24
Sabbia :		
grossolana asciutta	1.50	35
fine e asciutta	1.60	35
» e umida	1.80	40
» e impregn. d'acqua	2.00	25
» e sommersa	1.00	24

Terreno di riempimento	γ = t/cm³	φ°
Ghiaia :		
asciutta	1.80	35÷40
bagnata	1.90	25
sommersa	0.90	25
Terra vegetabile :		
sciolta e asciutta	1.40	40
» e umida	1.60	45
» e bagnata	1.80	30
» e impregnata	1.70	33
» e sommersa	0.80	27
» battuta e asciutta	1.70	40÷45
» battuta e umida	1.90	35÷40

Terreno di riempimento	γ = t/cm³	φ°
Fango :		
sciolto e asciutto	1.50	40÷45
» e umido	1.60	45
» e impregnato	2.00	20÷25
» e sommerso	1.00	10
battuto e asciutto	1.80	40
» e umido	1.90	70
Argilla :		
sciolta e secca	1.60	40÷50
» e bagnata	2.00	20÷25
Ganda :		
a massi angolosi	1.80	45
a massi tondi	1.90	30
Ciottoli	1.60	30÷40

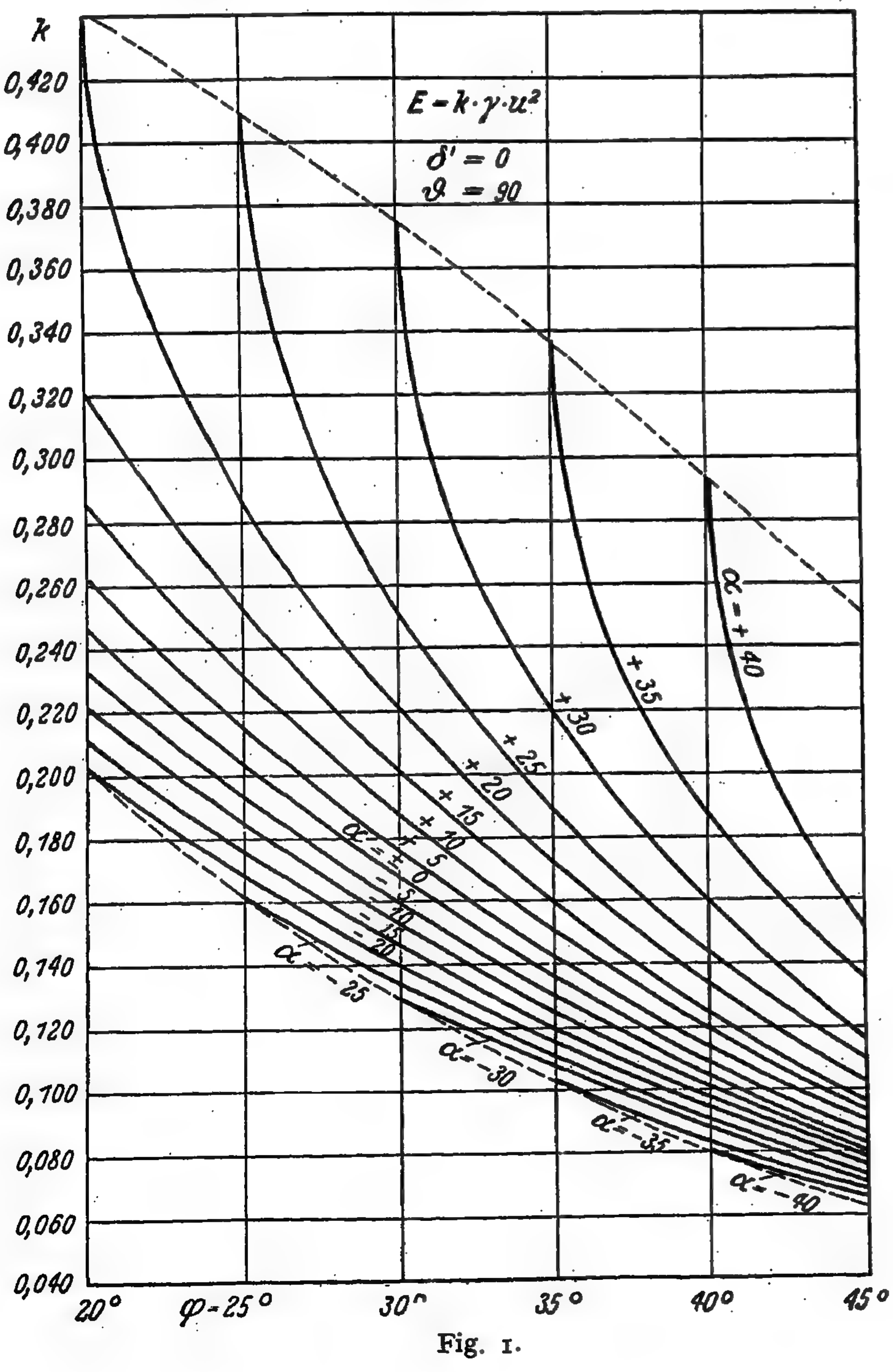


Fig. 1.

fluenza della inclinazione della superficie del terreno sulla entità della pressione totale esercitata contro un muro di sostegno.

Il diagramma della fig. 1 per $\delta' = 0$ e per un paramento verticale del muro di sostegno dà in funzione dell'angolo

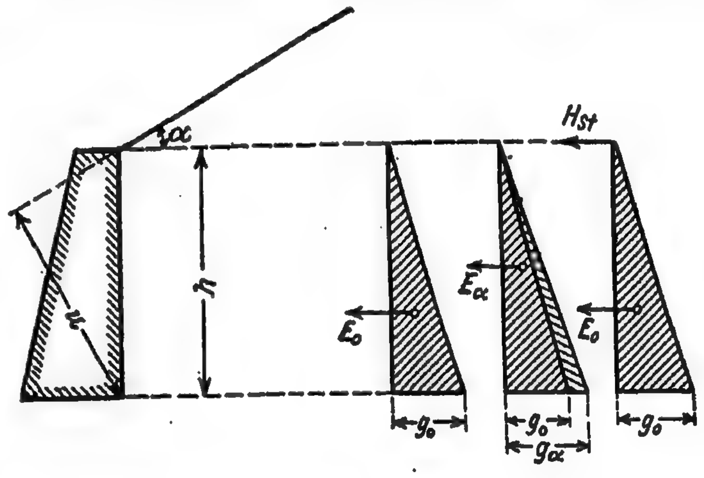


Fig. 2.

d'attrito φ e della inclinazione superficiale α del terreno il valore del coefficiente k, col quale si calcola poi la spinta.

$$E = k\gamma u^2$$

dove γ è il peso specifico della terra e dove u ha il significato indicato nella fig. 2. La pressione massima alla base del sostegno sarà

$$g_0 = \frac{2\,k\,\gamma\,u^2}{h}$$

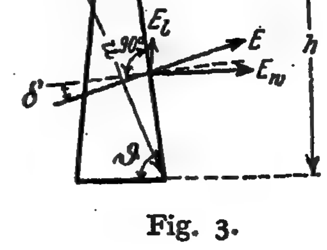


Fig. 3.

Per $\alpha = 0$ abbiamo il primo diagramma delle pressioni della figura 2; per α crescente il diagramma si modifica secondo l'ultimo diagramma della fig. 2. Quindi la differenza tra questi due (vedi il diagramma rimanente della fig. 2) dà l'influenza della variazione di α che può essere considerata come una forza H_{st} agente in sommità al muro di sostegno.

In generale però valgono le note espressioni (fig. 3)

$$E_w = \frac{1}{2}\gamma u^2 \frac{\text{sen}^2(\delta+\varphi)}{\left[1+\sqrt{\frac{\text{sen}(\varphi+\delta')\,\text{sen}(\varphi-\alpha)}{\text{sen}(\vartheta-\delta')\,\text{sen}(\vartheta+\alpha)}}\right]^2} - k\gamma u^2$$

$$E_1 = E_w \cot(\vartheta - \delta')$$

dove a seconda dell'attrito e quindi per $\delta' = 1/3\,\varphi$, $1/2\,\varphi$, $2/3\,\varphi$ o φ si hanno i valori di k. Questi valori si possono trovare già calcolati in tabelle apposite (1).

G. R. M.

---

d) NUOVI METODI DI COSTRUZIONE ADOTTATI PER LA GALLERIA DI DERIVAZIONE DALLO "SCHLUCHSEE".

Der Bauingenieur, 1930, n.° 43. – Dott. Ing. O. Walch.

L'A. descrive particolareggiatamente i metodi adottati per la perforazione della galleria di derivazione dallo « Schluchsee (t. Schwarz, Baviera) e per l'esecuzione del relativo rivestimento di calcestruzzo.

Allo scopo di terminare i lavori nel più breve tempo possibile, la perforazione della galleria (con una sezione di circa 17.5 m²), venne eseguita in base al diagramma di avanzamento riportato nella fig. 1

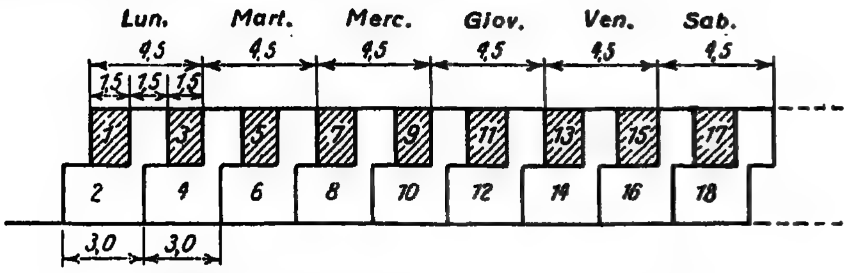


Fig. 1. - Diagramma di avanzamento.

Mentre una squadra di minatori preparava i fori da mina nella metà superiore della sezione d'attacco, addentrandosi nella roccia di m 1,50 circa, alcuni manovali, con l'ausilio del caricatore speciale rappresentato nella fig. 2, liberavano la platea

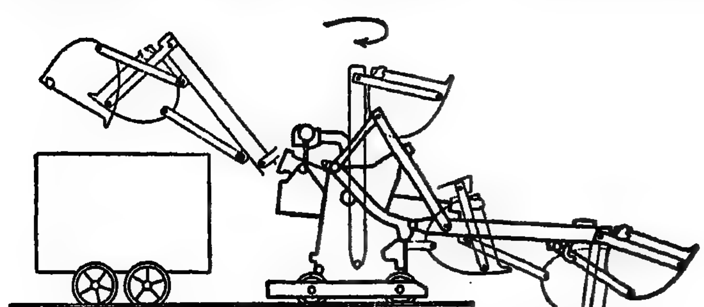


Fig. 2. - Caricatore a cucchiaia.

dal marese prodotto nella volata precedente (n° 1). Successivamente, la stessa squadra di minatori eseguiva i fori da mina (in senso pressochè orizzontale, sino a 3 m di profondità) nella parte inferiore, arretrata rispetto alla superiore di m 1.50, ed abbattevano quindi in una sol volta il tratto di galleria n.° 2.

Mezz'ora dopo l'esplosione delle mine, ristabilite le condizioni normali di ventilazione, i manovali addetti alle operazioni di scarico, ripulivano il gradino rimasto fra la parte inferiore e quella superiore della nuova sezione d'attacco e iniziavano lo scarico del marese. Durante questa operazione una seconda squadra di minatori praticava i fori nella parte superiore della stessa sezione in modo da poter abbattere il tratto n.° 3. Successivamente alla nuova volata riprendevano simultaneamente i lavori di scarico e di perforazione per l'avanzata n.° 4, rinnovandosi così il ciclo ora descritto. Il tempo occorrente per un'avanzata di 3 m (avanzate di numero pari) ammontava a 9 ore; quello necessario per un'avanzata parziale di m 1.50, a 7 ore; in 48 ore di lavoro continuativo si avevano quindi tre grandi avanzate e tre piccole, sopra un percorso totale di 9 m.

Le squadre di minatori erano due e si alternavano i turni di lavoro di settimana in settimana (con l'interposizione di un giorno festivo) in modo che se una settimana una di esse aveva eseguito le avanzate lunghe, la settimana successiva eseguiva invece le avanzate corte, lavorando in media poco più di 11 ore al giorno (tenuto conto dell'intervallo di mezz'ora fra una volata e la ripresa successiva).

Questo sistema di lavoro, che fu adottato dai costruttori dopo vari tentativi ed esperimenti preliminari, presentava il vantaggio di consentire un'avanzamento medio giornaliero veramente notevole (per una galleria di così grandi dimensioni e in roccia granitica) senza alcuna perdita di tempo e con un numero limitato di minatori.



Fig. 3.

Gli avanzamenti massimi raggiunti nelle condizioni più favorevoli superarono i 5 m al giorno (per ogni fronte d'attacco).

Il tipo di caricatore a cucchiaia sopra accennato, pur avendo dato in complesso risultati soddisfacenti, non fu esente da qualche inconveniente, poichè, per il marese molto pesante e relativamente grosso che si doveva eliminare esso si mostrò non sufficientemente robusto.

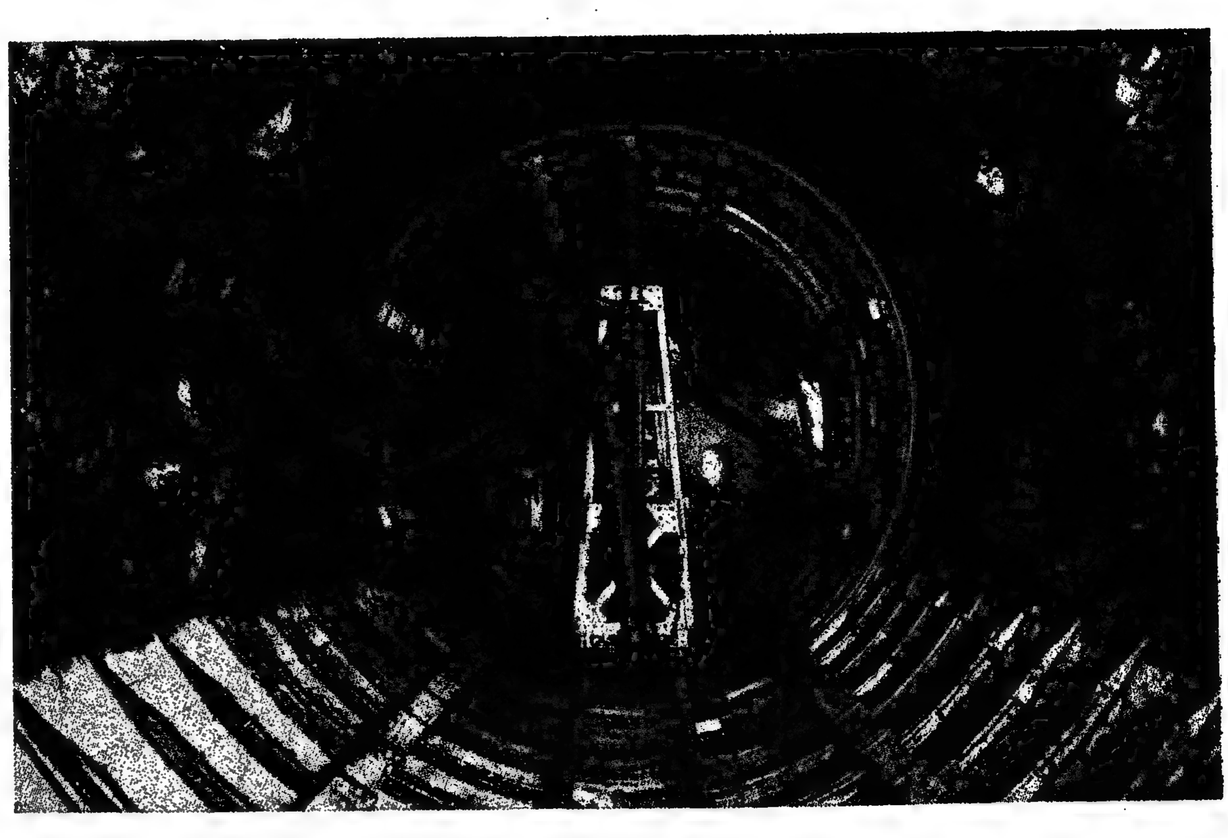


Fig. 4.

(1) *Taschenbuch für Bauingenieur*, pag. 1726, ediz. Julius Springer.

Per l'esecuzione del rivestimento della galleria vennero pure adottati alcuni procedimenti nuovi ed interessanti.

Le armature usate erano costituite da due parti distinte (v. fig. 4): una di queste, la inferiore, veniva posta in opera per prima, previa costruzione di appositi blocchi di cemento accuratamente livellati, sui quali doveva appoggiare in modo da delimitare esattamente l'intercapedine riservata al rivestimento della platea. Questa parte era formata da elementi contigui della lunghezza di m 2 ciascuno e costituiti da tavole di legno accostate e tenute insieme da nervature metalliche arcuate.

La parte superiore dell'armatura era invece formata da elementi di 4 metri di lunghezza che, collegati rigidamente a quelli della parte inferiore delimitavano lo spazio riservato al rivestimento su tutta la sezione della galleria.

Le armature superiori (centine) venivano trasportate mediante il carrello speciale visibile nella fig. 4 il quale permetteva di porle in opera con grande facilità e precisione.

Il rivestimento di calcestruzzo venne eseguito mediante un apparecchio (Johny) ad aria compressa del tipo schematicamente rappresentato nella fig. 5, il quale differisce di ben poco

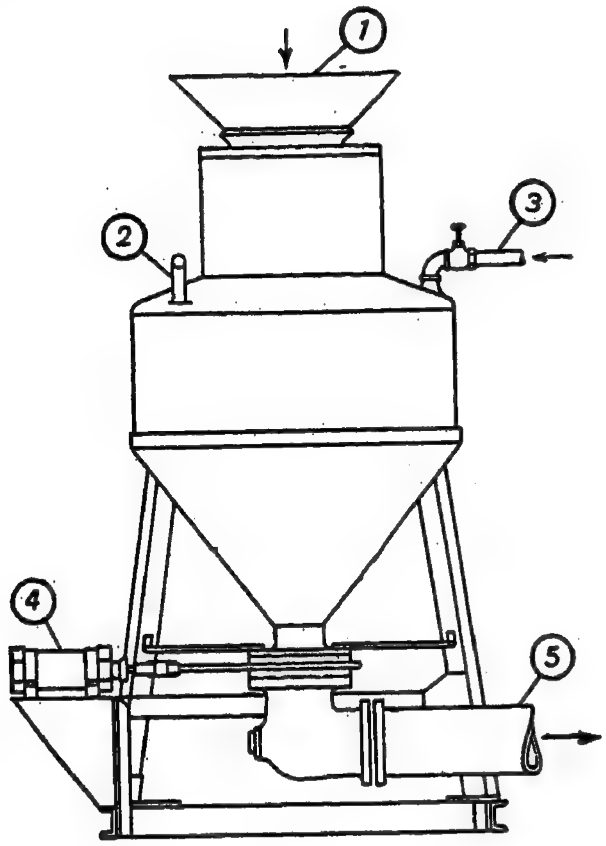


Fig. 5.

1 Tramoggia per il versamento del calcestruzzo
2 Leva di comando della campana di chiusura
3 Tubazione aria compressa
4 Saracinesca a comando pneumatico
5 Tubo di uscita per il calcestruzzo.

dal noto apparecchio Torkret (per il cemento spruzzato). Infatti la differenza fra i due apparecchi consiste in ciò: che, mentre nel Torkret la miscela di sabbia e di cemento si impasta con l'acqua solo all'uscita dalla camera pneumatica, in quello Johny, invece, la malta viene immessa già confezionata nella camera ad aria compressa per essere poi convogliata sotto pressione sino al luogo d'impiego.

A detta dell'A., i risultati ottenuti con questo sistema, furono assai soddisfacenti sotto ogni rapporto.

A. T.

---

e) MOTORI ELETTRICI E INTERRUTTORI NEGLI IMPIANTI PER LA PREPARAZIONE DEL CARBONE POLVERIZZATO.

Revue Brown Boveri, ottobre 1930 – J. Senn.

Coll'introduzione del riscaldamento con carbone polverizzato, si è dovuto provvedere alla protezione dei motori degli impianti di polverizzazione, per dare loro una buona sicurezza d'esercizio. Una nube di polvere fine di carbone mescolata con aria, pur non contenendo nè gas di miniere nè altri gas della stessa natura, è da considerarsi pericolosa come un gas infiammabile; e difatti essa provoca come una piccola esplosione a contatto con le caldaie o con scintille elettriche. La formazione di una nube di polvere di carbone può aversi facilmente per un difetto delle tubazioni che la trasportano, o per una corrente d'aria che passa sopra un deposito di polvere.

Schematicamente un impianto di preparazione di carbone polverizzato è indicato dalla fig. 1: il carbone portato dapprima nel silo 2, passa a mezzo di nastro con raschiatori nell'essiccatore 3, quindi con un elevatore a tazze passa al silo 5 e da questo

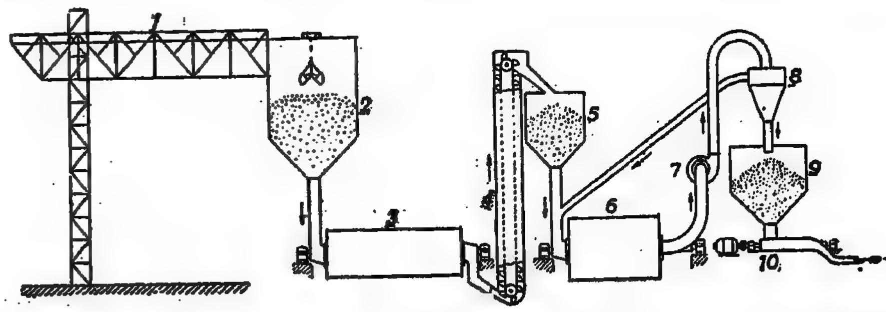


Fig. 1. - Schema di un impianto di polverizzazione del carbone.

1 Ponte per il trasporto del carbone
2 Silo per il carbone
3 Essiccatore
4 Elevatore a tazze
5 Silo per il frantoio
6 Frantoio
7 Ventilatore
8 Vaglio
9 Silo della polvere
10 Pompa di distribuzione.

al frantoio 6; negli impianti moderni si riuniscono l'essiccatore e il frantoio in una sola macchina. La polvere di carbone preparata nel frantoio deve essere molto fine e prima di passare nel silo 9 viene mandata dal ventilatore 7 nel vaglio 8, dove avviene la separazione della polvere fine da quella grossa e questa viene rimandata nel frantoio: la polvere fine, che passa nel silo 9, attraversa uno staccio con 4900 maglie per cm².

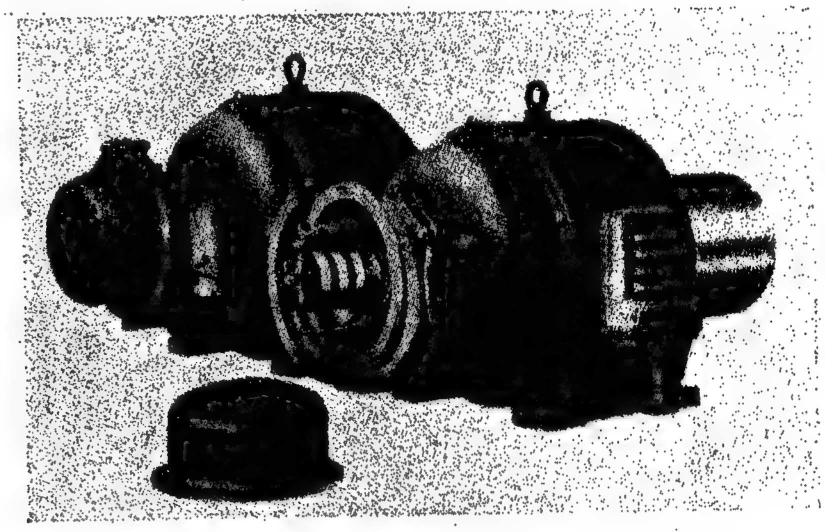


Fig. 2.

I motori trifasi protetti per gli impianti di polverizzazione sono di due tipi, con anelli protetti contro la polvere e i gas (fig. 2) e con ventilazione forzata (fig. 3); tutti hanno un isolamento maggiore che nei motori normali. Per piccole potenze convengono i motori completamente chiusi e con nervature esterne raffreddate dall'aria mossa da un ventilatore posto sull'albero del motore; per medie e grandi potenze l'esperienza ha dimostrato che basta proteggere accuratamente gli anelli e rinforzare l'isolamento delle parti conduttrici, che sono molto attaccate dalla polvere di carbone.

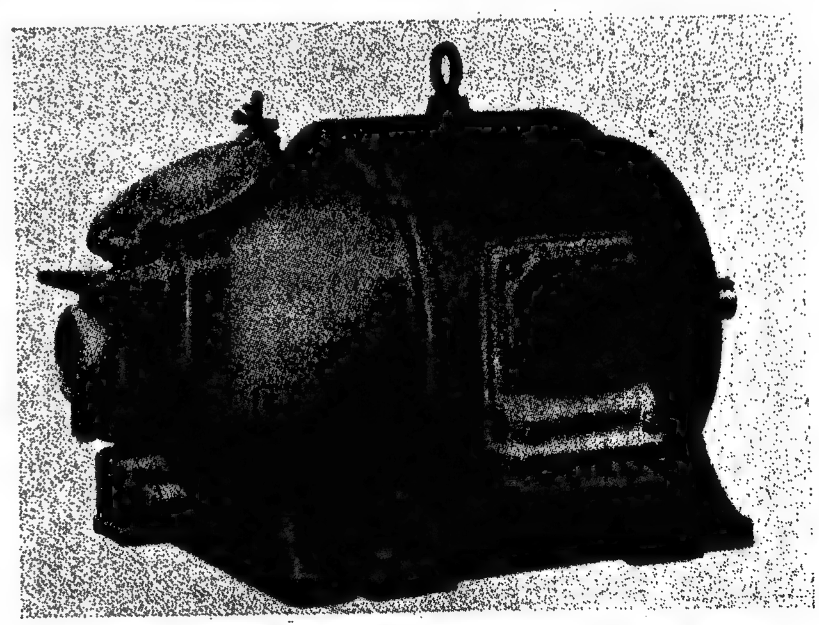


Fig. 3.

I motori più importanti sono quelli degli essiccatori, dei frantoi e de' ventilatori: per un essiccatore riscaldato a gas (fig. 4) si ha un motore di 11 kW, 500 V, 1000 g/min, del tipo

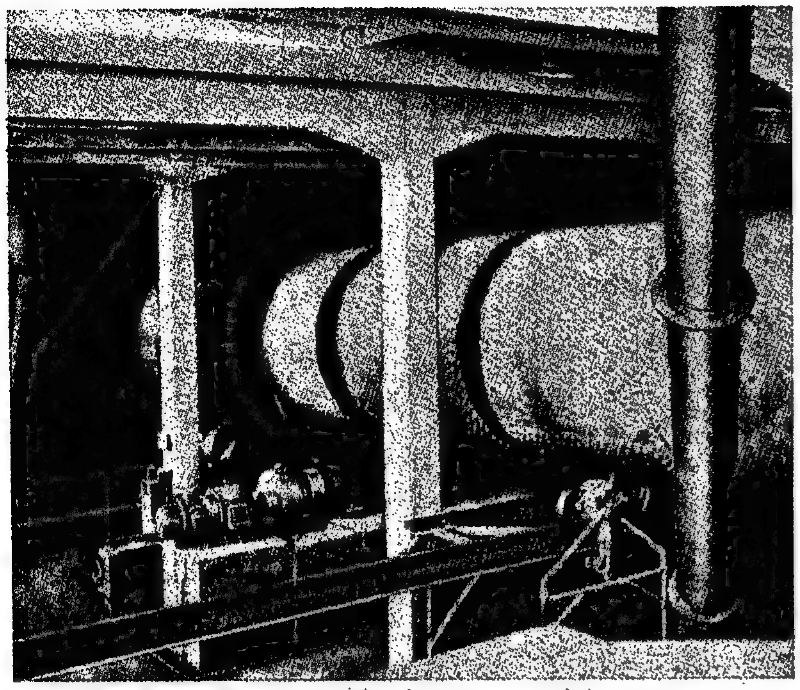


Fig. 4.

protetto, che ha le spazzole sempre in contatto cogli anelli, per permettere l'inserzione di resistenze nel rotore; per un mulino a sfere (fig. 5) si ha un motore trifase di 160 kW, 6000 V,

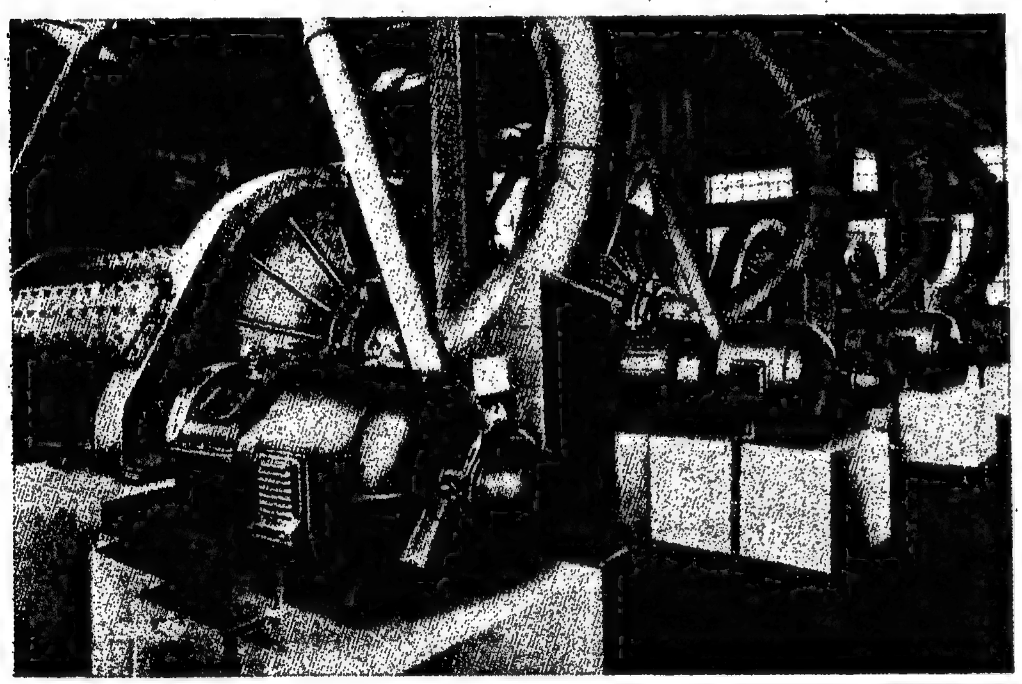


Fig. 5.

750 g/min; infine per il ventilatore si ha un motore trifase di 80 kW, 550 V, 1450 g/min. Per piccole potenze si può ricorrere ai motori in c. c. con nervature esterne ventilate e protette da lamiera (fig. 6); per quelli de' ventilatori, che non richiedono

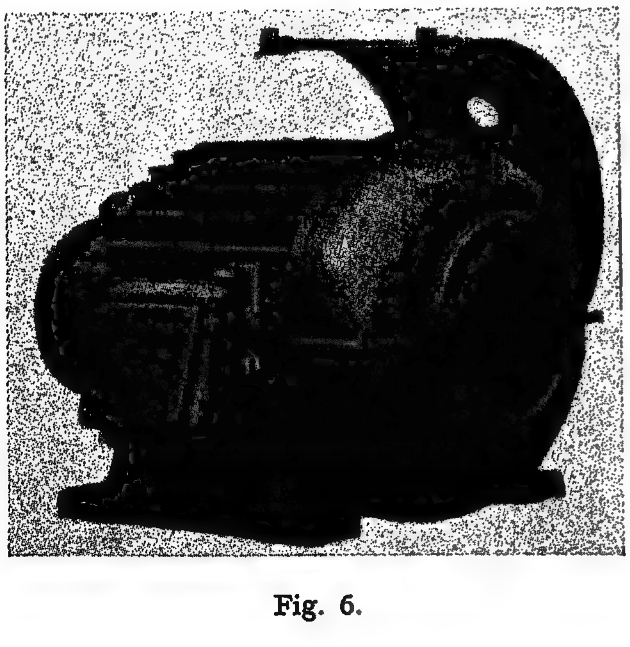


Fig. 6.

variazioni di velocità, si possono impiegare motori ad avviatore centrifugo, tipi protetti dalla polvere. Ove occorra regolare la velocità del motore, si impiegano avviatori di regolazione del tipo normale con contatti protetti.

Oltre ai motori e ai reostati di avviamento, anche gli interruttori possono dar luogo a scintille e quindi ad esplosioni di polvere di carbone: per questo si dispongono gli interruttori in cassette ben chiuse alle quali fanno capo la linea di alimentazione e quella che va al motore. Per piccole potenze, fino a 50 kW, e per tensioni fino a 500 V, l'interruttore è a secco; per potenze e tensioni superiori gli interruttori vengono messi in bagno d'olio.

La massima cura da avere nell'installazione di questi speciali apparecchi è nel rendere rigorosamente stagne tutte le chiusure, evitando così l'introduzione di umidità o di polveri.

f. j.

FORNI ELETTRICI DA PANE NELLA GERMANIA

Elektrizitätswirtschaft, agosto 1930. - FR. MÖRTZSCH.

L'A. passa in rassegna i varii tipi di forni da pane e nota come oggi la massima diffusione sia del forno a vapore, che però presenta ancora gli inconvenienti dei vecchi forni (immagazzinamento e trasporto della legna, del carbone e delle ceneri, richiesta di personale per alimentare il fuoco, produzione di fumo, fuliggine, polvere, ecc.). Sui forni a gas non si hanno sinora che pochi dati.

La moderna tendenza verso un forno più economico, più comodo da esercirsi e di una pulizia assoluta, fa preferire il forno elettrico che, per quanto riguarda l'esercizio, la comodità e la pulizia, è alla testa di ogni altro tipo. Tuttavia solo da dieci anni si è notato in Germania un movimento per l'introduzione del forno elettrico da pane.

Il riscaldamento elettrico di tali forni non presenta apparentemente difficoltà. Occorre però che il prezzo che deve avere l'energia elettrica per sostenere la concorrenza con gli altri sistemi sia piuttosto ridotto, tanto che i forni che funzionano di giorno trovano applicazione solo in casi speciali, come per forni sperimentali in grossi mulini, per forni da pasticceria, oppure a bordo di navi, dove cioè l'uniformità della temperatura e la sua esatta regolazione (anche automatica) hanno un'importanza essenziale e dove l'incidenza del costo dell'energia è piccola. Nel caso nella pasticceria, per es. il prezzo di vendita relativamente alto del prodotto rende trascurabile la spesa che si ha col riscaldamento del forno con energia elettrica anche di giorno.

Forni che consumano corrente diurna vengono usati anche per grosse panetterie che lavorano 16 ore al giorno. In esse il riscaldamento del forno si inizia nelle ore notturne a pieno carico, mentre di giorno il forno viene mantenuto alla giusta temperatura per la cottura mediante un riscaldamento a potenza ridotta.

Nelle piccole e medie panetterie sono esclusivamente adoperati forni a suola fissa, mentre per le grosse panetterie sono stati sviluppati i tipi più diversi.

Nei « forni ad estrazione », con ripiani o vassoi mobili, questi sono, con appositi dispositivi, facilmente e lestamente caricabili con il materiale da cuocere, in modo da avere una grande potenzialità. Tali forni sono convenienti per esercizi che devono cuocere una dopo l'altra grandi quantità di merce di qualità svariata; essi però hanno un consumo di energia un po' elevato a causa del raffreddamento che subiscono i vassoi quando vengono estratti e per attenuare questo inconveniente si sono costruite apposite cuffie poste davanti alla bocca del forno. Con una parziale accumulazione di calore il consumo di simili forni può ripartirsi in circa (35÷50)% di energia notturna e (65÷50)% di energia diurna.

Nei « forni automatici » piccoli ripiani o vassoi sono fissati con un gancio ad un nastro continuo, messo in moto da un motore elettrico. Il vassoio viene caricato automaticamente con la pasta da cuocere e poi cammina lentamente seguendo un percorso circolare nel forno e tornando al punto di origine, dove viene scaricato e subito ricaricato di nuovo. Tali forni sono di grande potenzialità; la velocità di traslazione dei vassoi varia col genere di merce da cuocere.

Per potenzialità ancora maggiori si adoperano i « forni a galleria » nei quali la suola è formata da un nastro continuo sul quale viene adagiata la pasta da cuocere in corrispondenza dell'entrata del forno e viene estratta, cotta, dall'altro estremo; il nastro ritorna indietro vuoto. Simili forni sono stati costruiti con lunghezze sino a 30 m e potenze sino a 600 kW e, in 16 ore, di lavoro, possono arrivare a cuocere 24.000 kg di pane. Il ri-

scaldamento principale del forno è fatto con energia notturna e, durante il giorno, la temperatura è mantenuta con un riscaldamento supplementare a potenza ridotta. Le grosse panetterie sono utenti importanti e con favorevoli caratteristiche di carico, e possono venire allacciati sull'alta tensione.

Le difficoltà prima incontrate nella ventilazione del forno possono ritenersi oggi superate.

Oggi sono veramente perfezionati sopratutto i forni speciali per la industria dei biscotti, dei dolci e dei wafers.

Per rendere conveniente il riscaldamento elettrico nei forni per piccole e medie panetterie si è cercato il modo di concentrare il consumo di energia elettrica nelle ore di minor carico e cioè nella notte.

Ne è risultato il forno elettrico ad accumulazione che è oggi richiesto dalle medie e piccole panetterie, dalle pasticcerie ecc. La costruzione di simili forni è assai perfezionata e può quasi dirsi standardizzata. Essi sono costruiti generalmente in cemento armato e per l'isolamento del calore sono adoperati mattoni refrattari e farina fossile. Una intera serie di questi forni è in funzione da 8 o 10 anni senza che si sia dovuto fare riparazione alcuna agli elementi di riscaldamento. Per evitare le perdite di calore, che si verificano per la maggior parte in corrispondenza della fronte del forno, si sono applicate porte doppie oppure a doppia parete di alluminio con riempimento isolante.

È molto apprezzata poi dal panettiere la buona ventilazione del forno e la facilità di regolazione dell'esaurimento dei vapori.

Un servizio accurato, evitando di lasciare aperti senza necessità gli sportelli del forno e le valvole di ventilazione, contribuisce certamente all'economia nel consumo di energia. È bene anche non fare la pasta troppo umida perchè appunto la vaporizzazione dell'acqua contenuta nel prodotto da cuocere assorbe la maggior parte del calore richiesto dalla cottura.

Nei forni elettrici da pane ad accumulazione la potenzialità viene proporzionata in modo che per ogni m² di superficie di cottura occorrono da 4 a 6 kW. I forni vengono usualmente riscaldati per 8 ore con una potenza che è i due terzi di quella massima che possono assorbire, che però viene utilizzata solo in casi eccezionali di lavoro intenso. Nel calcolare la potenza del forno agli effetti della tariffa non bisogna tenere conto di quella massima richiedibile dal forno ma dal massimo medio misurato in un dato periodo, per esempio durante mezz'ora.

Per forni a parziale accumulazione è importante che la fine del periodo di applicazione della tariffa notturna venga portata, anzichè alle 6, come avviene molto spesso, alle 7 o alle 7,30. In tal modo le prime infornate si fanno quando il forno è ancora sotto corrente: gli elementi riscaldatori irradiano calore nel forno, un po' lentamente, ed anche nelle tarde ore del pomeriggio il forno mantiene la sua temperatura.

Essenziale è inoltre, per l'adeguato consumo di energia, la giusta scelta e la perfetta costruzione del forno. L'esperienza insegna che, in piccole e medie panetterie, si possono cuocere al massimo giornalmente 100 kg di pane per ogni m² di superficie utile di forno. Tale massimo si raggiungerà per Natale ed altre importanti feste, mentre il forno sarà normalmente caricato con 50 a 60 kg di pane per m². Per forni a due ripiani si hanno perciò le misure seguenti:

cottura	giornaliera	media	360 kg:	superficie	del forno	$2 \times 3{,}5$	m²
»	»	»	450 »	»	»	2×4	»
»	»	»	580 »	»	»	2×5	»
»	»	»	720 »	»	»	2×6	»

Tali cifre valgono quando si abbia da cuocere almeno il 50% di pane grosso. Aumentando la proporzione del pane in forme piccole, occorrerà aumentare la superficie del forno, mentre con prevalente produzione di pane grosso potrà bastare un forno più piccolo.

Bisogna evitare l'impianto di forni troppo grandi, nei quali il consumo unitario di energia risulta necessariamente elevato e grava eccessivamente sul costo del prodotto.

Sono in corso rilievi sistematici per stabilire il consumo unitario di energia per le diverse utilizzazioni dei forni, le loro diverse grandezze e i diversi tipi di prodotto da cuocere. Si può però già calcolare che in casi normali (60 kg per m² di forno) il consumo sia di 35 a 50 kWh per quintale di prodotto.

Quantunque il forno elettrico in confronto agli altri sistemi presenti notevoli vantaggi, la presupposizione di una sua larga diffusione consiste sempre nella garanzia di un consumo adeguato di energia elettrica.

Un mero confronto fra il costo del combustibile pel forno a carbone e dell'energia per il forno elettrico porta per quest'ultima a dei prezzi che non sempre le aziende elettriche possono garantire. Tutto ciò però prescinde dagli altri summenzionati vantaggi del forno elettrico che possono venire tradotti in cifre più o meno sensibili secondo le condizioni locali. Nelle città l'economia delle spazio richiesto per deposito di carbone e di cenere rappresenta un vantaggio facilmente traducibile in cifre. Così pure il costo della spazzatura dei camini e della speciale disposizione richiesta dai locali per forno a carbone o a vapore può essere agevolmente tenuto in conto.

La diffusione che si è avuta in Germania dei forni a riscaldamento elettrico, come appare anche dalla seguente tabella, dimostra che i vantaggi di questi forni sono notevoli:

Anno	Forni da pane		Forni da pasticceria		Forni diversi		Totale	
	N.º	Potenza kW	N.º	Potenza kW	N.º	Potenza kW	N.º	Potenza kW
1925	10	260	9	212	14	75	33	547
1926	19	600	21	403	24	122	64	1125
1927	38	1122	44	930	44	785	126	2837
1928	81	2634	75	1430	63	1208	219	5272
1929	126	5040	119	2183	79	1505	324	8728

Tra i forni elencati vi sono quelli sperimentali per mulini e forni speciali per biscotti, galettine, waffers, ecc; i piccoli forni, come quelli usati negli alberghi sono stati esclusi dalla statistica.

In una cartina della Germania l'A. ha segnato la distribuzione locale dei forni elettrici esistenti alla fine del 1929, dalla quale risulta che i distretti di maggior diffusione sono la Baviera meridionale e alcune parti della Sassonia e della Slesia.

Si può pertanto affermare che il forno da cottura elettrico ha in pratica dimostrato di essere adatto nel miglior modo alle più svariate utilizzazioni ed anche il requisito dell'economia, può considerarsi soddisfacentemente adempiuto.

La maggiore importanza va attribuita naturalmente alla diffusione del forno elettrico ad accumulazione, oggi anche più adatto per tutti gli esercizi medii, sia nei riguardi dell'utente che consuma gran parte dell'energia a tariffa notturna, come nei riguardi delle Società che migliorano la distribuzione del carico delle centrali.

f. f.

DATI SUI FORNI ELETTRICI DA PANE NELLA SVIZZERA (g

Elektrizitätswirtschaft, agosto 1930. – O. Haslen (pag. 424); J. Koch (pag. 426).

Le due note pubblicate sullo stesso numero della rivista citata si riferiscono entrambe allo sviluppo dei forni elettrici da pane nella Svizzera, forni con parziale o totale accumulazione, e perciò le riassumiamo insieme qui di seguito. I dati in esse riuniti sono interessanti, perchè dimostrano quanto possa essere utile per una Società di distribuzione di energia elettrica la diffusione di questa applicazione con una tariffa appropriata.

Nella prima nota si dice come fin dal 1906 l'Elektra Bregenz, costruì il primo forno elettrico da pane per la Ditta Rupp di Bregenz e questo forno, che è tuttora in funzione, ha una limitata accumulazione di calore. Un forno a completa accumulazione di calore, di 10 m² di area di cottura fu costruito ed esposto con successo a Basilea, nel 1910, dal Sig. Bachmann dell'Elektra Wädenswill. Ne furono subito in seguito installati altri tre a Zurigo e a Basilea e tutti sono ancora in servizio, nè si è ancora dovuto ricambiare o riparare uno degli elementi riscaldatori.

Nella Svizzera, con l'inizio del lavoro di panificazione alle 3 del mattino, il forno elettrico da pane rappresenta per le aziende elettriche un ottimo consumatore di energia di supero.

Il forno tipo Bachmann ad accumulazione, una volta riscaldato durante la notte, può fare tre cotture di pane grosso e successivamente cuocere durante tutto il giorno della pasticceria. Con tale sfruttamento si utilizza al massimo il calore del forno, che viene riscaldato normalmente dalle 21 alle 6, e può esserlo, alle stesse condizioni di fornitura dell'energia, anche dalle 12 alle 13, quando si voglia fare nel pomeriggio qualche infornata di pane.

In Svizzera lo sviluppo del riscaldamento elettrico dei forni da pane ha proceduto sinora in modo piuttosto irregolare. Cifre esatte si hanno solo per la città di Zurigo (fig. 1). Nell'anno 1929 contro 102 forni da pane si hanno solo 30 forni da pasticceria riscaldati con corrente diurna. Nella città di Zurigo esistono in tutto 330 grossi forni da pane dei varii sistemi, di cui il 31% è riscaldato elettricamente.

In tutta la Svizzera erano in funzione nel 1924 circa 300 forni elettrici da pane e nel 1929 400 forni elettrici da pane e

150 da pasticceria. In qualche raro caso il forno è costruito in modo da poter essere riscaldato anche a legna e a carbone.

Tale sistema sarebbe conveniente per le centrali elettriche svizzere le quali, tranne le poche a serbatoio, nell'inverno hanno una disponibilità ridotta di energia idraulica, tanto che alcune di esse praticano per i 4 o 5 mesi invernali un prezzo maggiore per l'energia per riscaldamento. In pratica però avviene che il panettiere, una volta avvezzo ai vantaggi e alla gradevolezza dell'esercizio con l'elettricità, non ritorna più ad altri sistemi di riscaldamento anche a costo di sostenere qualche sacrificio economico.

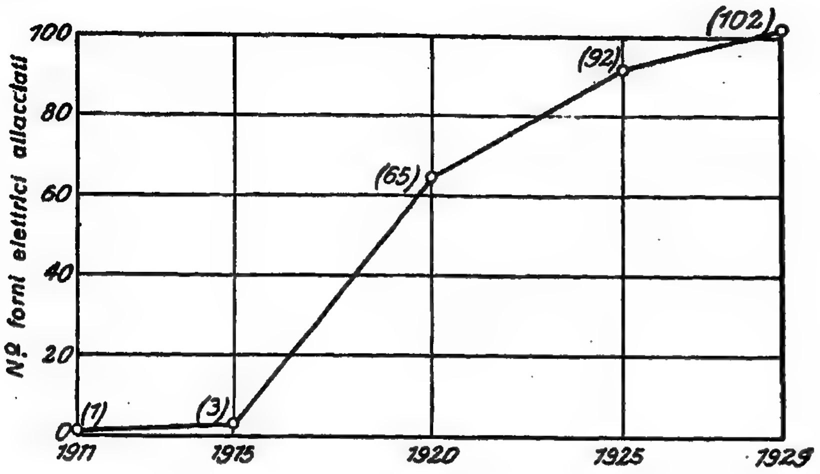


Fig. 1.

Nella fig. 1 l'incremento dei forni da pane elettrici mostra una attenuazione in questi ultimi anni e ciò è dovuto al fatto che l'azienda elettrica ha concentrato tutta la sua potenzialità di propaganda a favore degli scalda-acqua ad accumulazione ed ha perciò trascurato i forni da pane. Vi sono state poi parecchie Ditte che, senza avere sufficiente pratica ed attrezzatura, hanno costruito forni elettrici da pane che hanno avuto un funzionamento poco sicuro e poco economico. Fortunatamente però, specialmente a Zurigo, vi sono stati molti che hanno potuto constatare i vantaggi del forno elettrico, che ha una ridotta irradiazione di calore, non dà nessuna molestia per fumo o fuliggine, non dà acido carbonico e nessun pericolo di esplosione; che dà invece risparmio nella mano d'opera, nel trasporto del carbone e della cenere, nel mantenimento del fuoco, e nella spazzatura del camino, che sono evitate completamente.

Ripetute prove di riscaldamento col gas hanno avuto esito negativo ed a Zurigo nessun forno grande ha adottato tale sistema. Non si sono fatte in Svizzera prove comparative economiche fra il gas e l'elettricità, ma da alcuni risultati isolati si deduce che il gas è più costoso e non è scevro di pericoli.

Numerose prove sono invece state fatte riguardo all'economia del riscaldamento elettrico in confronto di quello a carbone. Per questo ultimo si tiene conto esclusivamente dei forni a vapore, che richiedono un consumo di combustibile dal 20 al 30% minore dei vecchi forni a legna o a carbone.

Nei primi confronti non fu tenuto conto della qualità di pane che si cuoceva, pane grosso o pane minuto, e si ebbero dei risultati molto incerti variabili da 0,20 a 0,80 kg di mattonelle di lignite (da 5000 calorie) per ogni chilo di pasta. L'A., perciò, nel 1917 introdusse il metodo di sperimentare con pane di data grossezza e qualità, con una data disposizione per m² di forno e con pari numero di infornate. I resultati allora ottenuti e pubblicati furono i seguenti:

Durata totale delle prove: giorni 6.

TIPO DI FORNO	CONSUMO		Pane grosso confezionato kg	Consumo medio per 100 kg di pane
	mattonelle lignite kg	energia elettrica kWh		
Forno a vapore ..	1730	—	8136	21.2 Kg. lignite
Forno elettrico semplice		3999	10074	39.3 kWh
Forno elettrico ad accumulazione (potenza 50 KW, 10 m² superficie forno)		301	722	41.7 kWh

Nel forno ad accumulazione bisogna fare le prove in due giorni successivi ripetendo precisamente le circostanze di carica e scarica del forno.

Numerose altre prove hanno dato resultati del tutto simili. Pei vapoforni i resultati oscillano fra 18 e 30 kg di mattonelle di lignite per ogni 100 kg di pane. Per i forni elettrici il divario è minore: con tre infornate di pane grosso il consumo oscilla fra 40 e 50 kWh per quintale di pane, cosicchè con i sistemi di forni oggi usati in Svizzera, si può ritenere che 20 kg di lignite equivalgano a 45 kWh, e cioè 1 kg di lignite a 2,25 kWh.

Secondo l'A. un forno elettrico ad accumulazione consuma annualmente 10.000 kWh per ogni m² di superficie utile di cottura. Negli esercizi misti, panetteria e pasticceria, così frequenti in Svizzera, tale cifra di consumo corrisponde esattamente a meno del 5%. Solo nelle grosse panetterie si hanno delle differenze più sensibili.

È possibile però un ulteriore perfezionamento nell'isolamento dei forni e ciò porterà un aumento dell'economia del riscaldamento elettrico. Speciale attenzione deve essere rivolta affinchè i vapori che si formano durante la cottura non vadano ad impregnare lo strato isolante, che quando si inumidisce, diventa buon conduttore del calore. Il forno deve essere perciò impermeabile e privo di screpolature. La parte elettrica, e cioè l'elemento riscaldatore, è ormai giunto ad un alto stadio di perfezionamento, come fa fede l'esercizio di molti anni. Resta perciò solo da migliorare l'isolamento termico per rendere il forno elettrico da pane il vero ideale per ogni fornaio.

Nella seconda nota si parla di un forno elettrico ad accumulazione studiato durante gli ultimi anni della guerra mondiale, quando nella Svizzera si fece sentire la mancanza di combustibili e si sentì di conseguenza la necessità di utilizzare nel modo più razionale le sorgenti di energia elettrica.

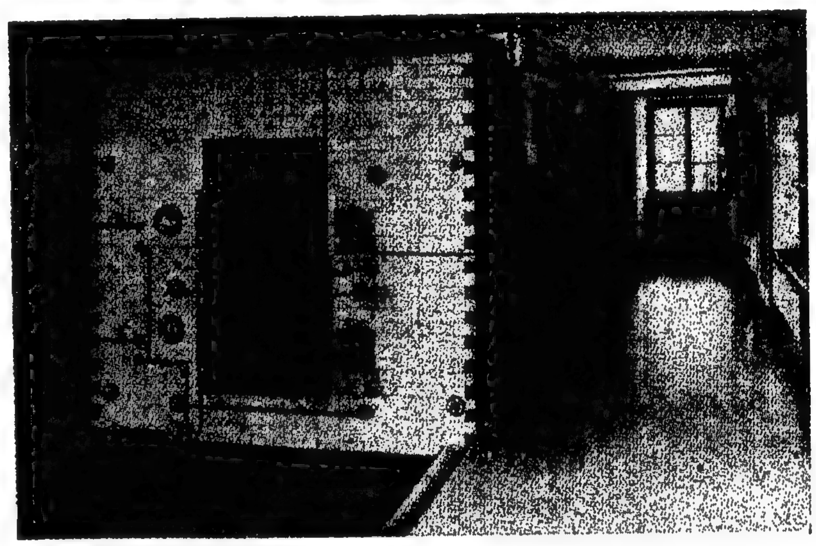


Fig. 2.

Il forno (fig. 2), con un suolo di m² 11, è stato installato a Zurigo dall'A. nel 1918, d'accordo coll'Azienda Elettrica Municipale e ad esso ne seguirono molti altri (fig. 3).

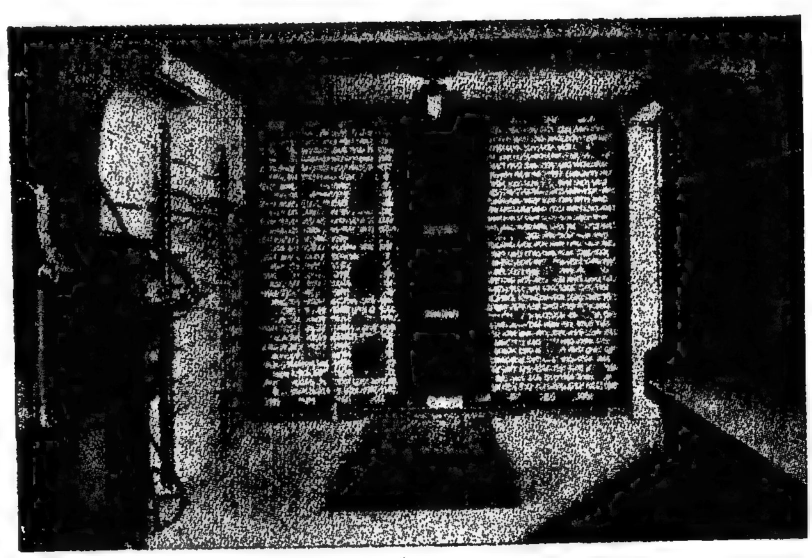


Fig. 3. - Forno elettrico ad accumulazione a tre ripiani per complessivi m² 15.

La conduzione del forno è la più semplice ed alla portata di tutti. A mezzo di un interruttore orario automatico il forno viene riscaldato dalle 21 in avanti. All'inizio del lavoro, la mattina presto, il forno raggiunge la temperatura necessaria per la cottura. Il fornaio non ha perciò da preoccuparsi per nulla del riscaldamento del forno e può dedicarsi completamente alla preparazione della pasta e alla confezione delle forme.

L'accumulazione di calore è tale che, con l'unico riscaldamento della notte, si possono fare comodamente tre cotture di pane grosso e poi, durante il giorno, altre cotture di pasticceria, senza che si richieda un ulteriore riscaldamento.

L'A. ha constatato che il raffreddamento del forno, dal principio alla fine del lavoro di cottura, non supera i 30° ÷ 35°.

L'economia del forno elettrico da pane dipende da vari fattori ora che la differenza fra il costo dell'energia elettrica e quello del carbone, che in origine era fortissima, si è ridotta al minimo; si può non pertanto ritenere il forno elettrico come ideale per l'esercizio della panificazione.

Si evita infatti il lungo e penoso lavoro di riscaldamento e non occorre più il locale per immagazzinare la legna e il carbone, che può perciò venire utilizzato ad altro scopo, specialmente nelle zone urbane dove difetta lo spazio.

Siccome il forno elettrico è pronto automaticamente all'inizio del lavoro, così vi è un risparmio nel tempo e nella mano d'opera, che basta sia dedicata al solo lavoro di manipolazione.

Per quanto riguarda il costo del riscaldamento esso è oggi, dai calcoli dell'A., appena superiore a quello che si ha con il carbone, ma la differenza viene ad essere bilanciata dai vantaggi sopra citati.

In merito alla durata di simili impianti l'A. fa osservare che il primo forno funziona ininterrottamente dal 1918 ed oggi ha la medesima potenzialità che aveva all'inizio.

La adozione di simili forni, consigliabile sotto tutti gli aspetti, rappresenta un deciso progresso nell'arte della panificazione ed è di grande interesse sia per questa che per le aziende elettriche.

f. f.

h) COMANDO ELETTRICO AUTOMATICO REVERSIBILE PER MACCHINE DA LAVARE

Revue Brown Boveri, agosto 1930. – S. HOPFERWIESER.

Tra i lavori della casa quello della lavatura della biancheria è certamente il più faticoso, il più nocivo ed anche il più costoso.

Si è cercato di sostituire al lavoro umano quello di un motore ed a questo scopo si sono costruite delle macchine che oggi lavano alla perfezione qualsiasi tipo di biancheria e dànno non solo una economia di tempo e di spesa totale, ma anche di biancheria, perchè questa non viene più sciupata con sfregamenti e torsioni come avviene colla lavatura a mano. Il motore elettrico si è poi adattato così bene a questa macchina da renderla semplice nel funzionamento e comoda.

Il motore è del tipo speciale per luoghi umidi e, occorrendo, ha una cuffia che lo protegge da eventuali proiezioni d'acqua: per le piccole macchine domestiche, con una capacità fino a 80 litri circa, basta un motore da 300 W, che può essere anche monofase e può allacciarsi ad una comune presa e in esse il motore comanda la macchina attraverso una trasmissione meccanica che trasforma il movimento continuo di rotazione del motore in un movimento alternato di va e vieni del tamburo (fig. 1); per macchine più grandi, di solito del tipo a tamburo, non potendosi con dispositivi meccanici ottenere l'inversione del senso di rotazione, si è pensato ad un *comando elettrico reversibile*. Il motore è accoppiato alla macchina a mezzo di vite senza fine e il suo albero cambia periodicamente senso di rotazione col cambiare di posizione di un commutatore. In un primo tempo il commutatore veniva comandato meccanicamente dal tamburo (fig. 2), ma questo tipo di comando non dava completa soddisfazione essendo poco comodo e difficile a realizzare un buon collegamento del commutatore col tamburo: le inserzioni del commutatore non avvenivano rapidamente e davano luogo a punte di corrente che guastavano in poco tempo il commutatore; inoltre il commutatore dopo aver tolto corrente al motore non poteva richiudersi finchè il motore e anche il tamburo non erano fermi, quindi la lavatura richiedeva molto tempo.

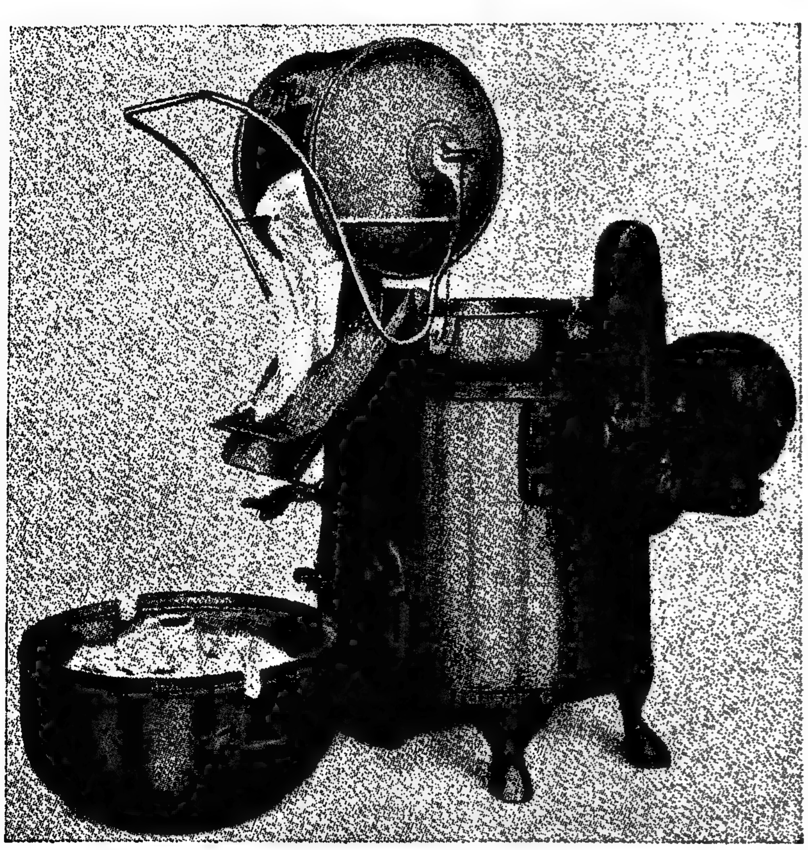


Fig. 1. - Piccola macchina da lavare, dopo la lavatura.

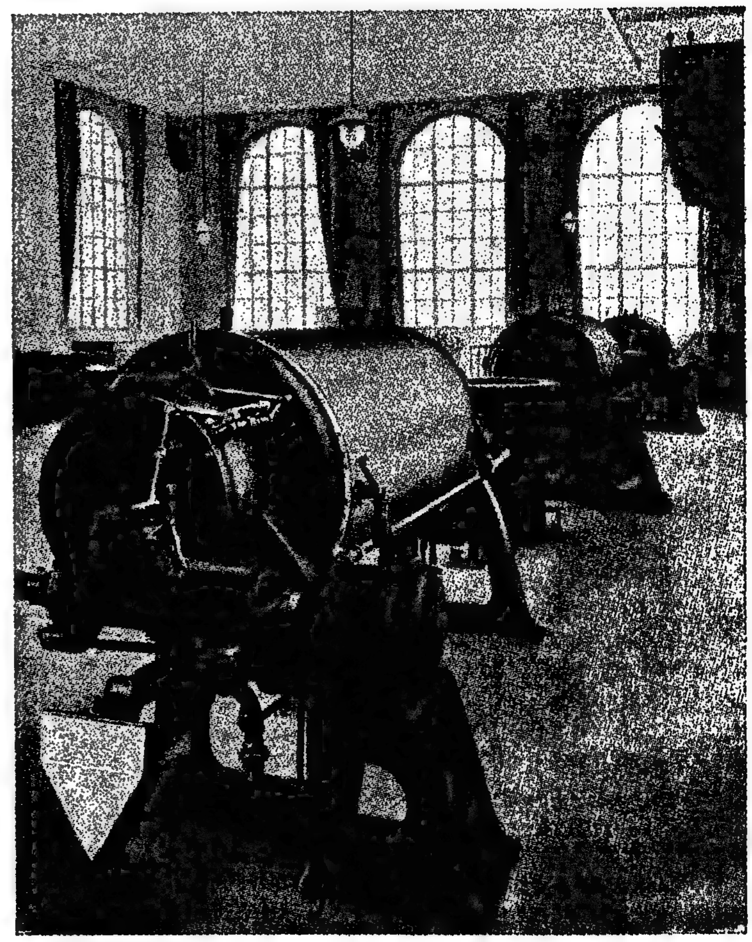


Fig. 2. - Macchina da lavare con comando elettrico reversibile collegato meccanicante al tamburo.

Nelle moderne costruzioni si è perciò sostituito al semplice comando elettrico reversibile collegato meccanicamente al tamburo, un *comando elettrico reversibile automatico* che viene disposto anche lontano dalla macchina (fig. 3). Ciò che caratterizza questo comando automatico è che con esso si può regolare il tempo fra una disinserzione ed una reinserzione in modo che la reinserzione avvenga a motore fermo e con questo si evita di avere una corrente d'avviamento elevata.

Il motore, se trifase, è del tipo con rotore in corto circuito, costruzione chiusa, protetta quindi da eventuali proiezioni d'acqua e adattabile in modi diversi alla macchina da lavare; i supporti sono a sfere e sono lubrificati con grasso, e non richiedono quindi praticamente nessuna sorveglianza. Il tipo di motore scelto ha un rendimento elevato, un fattore di potenza piuttosto alto e può inserirsi facilmente ad ogni rete di distribuzione, perchè è piccola la potenza richiesta dalle macchine da lavare.

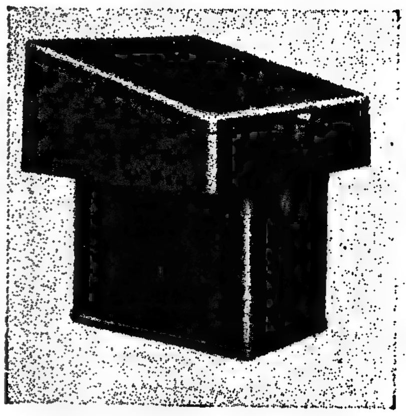


Fig. 3. - Commutatore trifase automatico.

Il commutatore è bipolare ed è costituito da un cilindro che gira sempre nello stesso senso; nell'interno del cilindro si hanno due alette in ferro che oscillano tra i poli di un magnete permanente fisso; le alette sono eccitate, alla frequenza della rete, da una bobina fissa allacciata alla rete. Un meccanismo a not-

tolini trasmette le oscillazioni delle alette ad una ruota dentata e attraverso questa fa girare il cilindro del commutatore sempre nello stesso senso. Sul cilindro sono le due coppie di contatti per la marcia in un senso e per quella in senso inverso, disposte in modo da lasciare un certo intervallo di tempo tra una disinserzione ed una reinserzione, intervallo corrispondente alla fermata del motore; con una buona disposizione dei contatti si evitano al motore completamente quelle scosse che si hanno al cambiamento del senso di rotazione.

Nello schema segnato nella fig. 4 i contatti, che sono sul cilindro, sono stati portati su un piano e la freccia segnata la-

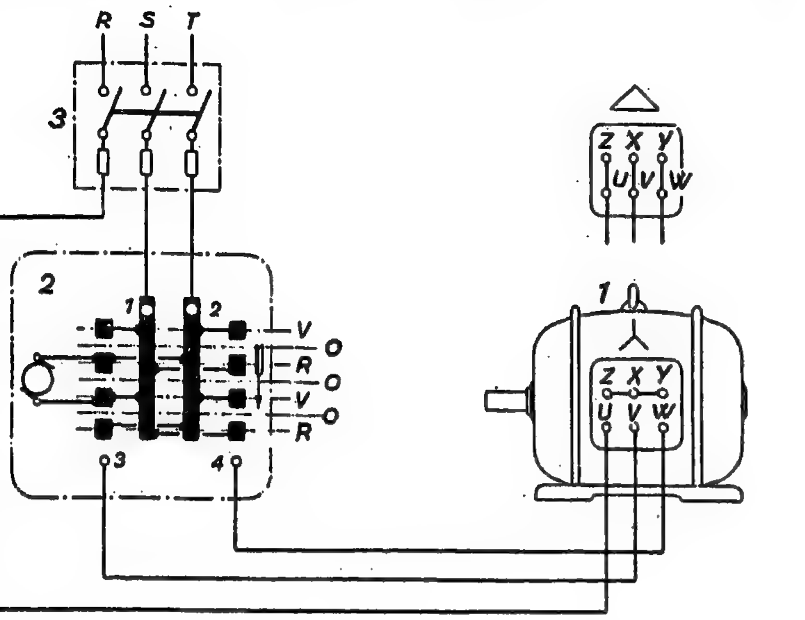


Fig. 4. - Schema del comando reversibile automatico per macchina da lavare comandata da motore trifase.

teralmente sta a indicare il senso di rotazione: i contatti laterali sono collegati alternativamente agli anelli centrali, a loro volta collegati in 1 e 2 alla linea; i contatti *R* e *V*, girando il cilindro, vanno a toccare le spazzole 3 e 4 collegando successivamente 1 con 4 e 2 con 3 (contatti *R*), 1 con 3 e 2 con 4 (contatti *V*).

Un altro vantaggio che presenta il commutatore è l'intercambialità delle ruote dentate e, di conseguenza, la regolazione dei tempi di inserzione e di disinserzione: normalmente il commutatore è fornito con 5 gruppi di ruote dentate, che sono sufficienti per adattarlo a tutte quelle condizioni di funzionamento richieste dalla pratica. La costruzione del commutatore è semplice e tutto è chiuso in una cassetta piena d'olio (fig. 5), per

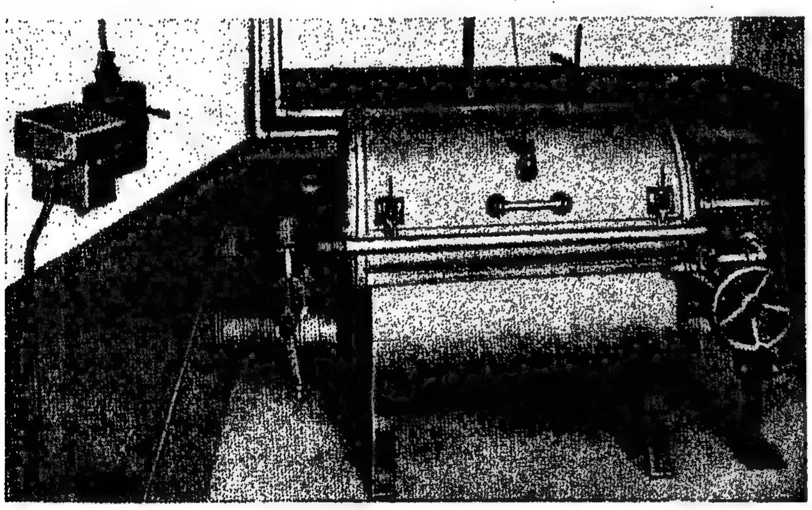


Fig. 5. - Macchina moderna a tamburo con comando elettrico reversibile automatico.

cui il funzionamento è sicuro anche nei locali umidi in cui si lava. Il costo un po' elevato del commutatore automatico è compensato sopratutto da' vantaggi che derivano dalla sua facile regolazione e dalla semplificazione dell'impianto. Prima del commutatore si ha un interruttore che serve a mettere in funzione la macchina e serve di protezione al motore ed anche al commutatore.

Il ricorso a motori con rotore in corto circuito elimina le variazioni di tensione, qualunque sia la frequenza con cui avvengono le inserzioni e le disinserzioni.

f.

Sommarî

In questa rubrica segnaleremo con un brevissimo sommario del soggetto, quelle Memorie o quegli articoli di Riviste che per la loro mole, o la loro indole speciale, o il loro riferimento a condizioni particolari, non possono essere riassunti utilmente per la generalità dei lettori, mentre possono essere consultati con vantaggio da chi si interessa particolarmente della materia.

Gli iscritti alla Sezione Tecnologica della « Unfiel » possono richiedere in prestito alla Redazione i fascicoli ove si trovano gli articoli citati.

Wasserkraft u. Wasserwirtschaft; 1930, n. 10: « L'impianto idroelettrico di Myllykoski, della « Yhtyneet Paperitehtaat A. Y." ». – Ing. Bror Sjögren.

L'A. descrive un impianto fluviale costruito di recente in Finlandia presso Myllykoski e adibito alla fabbricazione della cellulosa.

L'energia idrica diposnibile viene utilizzata in parte sotto forma di energia meccanica mediante quattro turbine ad asse orizzontale e a doppia girante direttamente accoppiate (attraverso appositi moltiplicatori) a degli « sfibratori » di grande potenza (1100÷2000 HP ciascuno) ed in parte viene trasformata in energia elettrica mediante un gruppo generatore azionato da una turbina Kaplan della potenza di 3800 HP (elevabile a 5500 HP in seguito ad una adeguata sistemazione del corso d'acqua).

L'impianto è commisurato ad una portata massima di 212 m³/s della durata media di 9 mesi su 12. Il salto utile varia da 3.70 a 5.28 m; la portata di morbida del corso d'acqua utilizzato si aggira sui 935 m³/s, la minima scende a 85 m³/s. L'impianto è interalmente costruito attraverso al fiume ed è costituito: da un edificio principale comprendente le quattro turbine sopra accennate con i relativi gruppi di sfibratori e con tutte le altre macchine adibite alla lavorazione della cellulosa: ad ogni turbina sono collegati due sfibratori i quali possono essere azionati anche da un motore elettrico; da un edificio minore, contiguo al precedente, nel quale è installato il gruppo generatore elettrico con le relative apparecchiature; da un canale di fluitazione adiacente all'edificio della turbina Kaplan; da una paratoia a settore abbattibile della larghezza di 25 m, con un'altezza di ritenuta di 4,2 m: la luce di tale paratoia, nei periodi primaverili, viene pure utilizzata per la fluitazione dei legnami; da una paratoia cilindrica di 18 m di larghezza per 4,7 m di ritenuta e infine nna luce ausiliaria di scarico con paratoie piane.

Tutte le griglie, le paratoie e gli altri organi soggetti all'azione del gelo sono provvisti di speciali dispositivi di riscaldamento a vapore.

La regolazione delle turbine, la quale, date le caratteristiche di funzionamento dell'impianto richiese speciali accorgimenti, è del tipo semi-automatico.

***

Die Wasserwirtschaft, nº 18-19 e 28, 1930. « Recenti progressi nel cempo delle dighe mobili ». – Ing. A. Grzywiensky.

L'A. descrive, in due note distinte, i più moderni tipi di dighe mobili con paratoie, rispettivamente a comando elettrico (con o senza galleggianti piloti) e a funzionamento completamente automatico, illustrandone i requisiti e le più salienti caratteristiche costruttive e di funzionamento.

Fra le dighe della prima categoria trovano particolare menzione quelle a paratoie cilindriche (con scudo di ritenuta), sia sollevabili che abbattibili (e munite o no di ventole sussidiarie per lo scarico dei corpi galleggianti) e quelle con paratoie piane (ad armatura parabolica) in due ordini sovrapposti, oppure ad un solo ordine con ventole sussidiarie o col bordo inferiore spostabile.

A scopo illustrativo l'A. richiama brevemente le seguenti dighe:

Ladenburg (2 paratoie cilindriche abbattibili da 45×4.5m);
Heidelberg (3 paratoie cil. abb. da 40×4.10 m);
Hengstey (4 paratoie cil. sollevabili da 30×6 m);
Neumühlenwehr Chemnitz (2 paratoie cil. soll. da 14×2 m);
Kachlet (6 paratoie doppie tipo MAN, 25×11.8 m);
Ryburg-Schwörstadt (paratoie doppie MAN, 24×12.5 m);
Pernegg (3 paratoie doppie MAN, 15.6×11.6 m);
Nassau (2 paratoie con ventola sussidiaria, 22×4.5 m);
Horkheim sul Neckar (3 paratoie con ventola sussidiaria, 25×8 m).

Circa le dighe mobili a funzionamento completamente automatico, l'A. distingue tre gruppi principali:

1°) dighe a funzionamento meccanico (per azione diretta di contrappesi);

2°) dighe a funzionamento puramente idraulico;

3°) dighe a funzionamento misto (idraulico e meccanico per azione di contrappesi sommersi).

I tipi di paratoie appartenenti a ciascuno di questi gruppi sono numerosi; ma l'A. si limita a parlare solo dei seguenti, che negli ultimi anni hanno trovato più larga applicazione ed hanno dato i migliori risultati pratici:

a) Paratoie a settore contrappesato sollevabile, (1° gruppo). Es.: Clus (Svizzera); Tivoli (2 paratoie da 12×5.50 m); Livorno (16×4.50 m); Pavana (7×3 m);

b) Paratoie a settore abbattibile (2° gruppo). Es.: Camarasa (due paratoie in cemento armato, da 27×6.90 m ciascuna); Parahyba (3 paratoie in c. a. da 45×7.40 m); Coolidge (in costruzione);

c) Paratoie a ventola oscillante (2° gruppo). Es.: Mausac (Dordogna, 4 luci da 25×2 m);

d) Paratoie a ventola con contrappesi superiori (gruppo 3°). Es.: Tremp (7 paratoie da 10×6 m); Jousseau (3 paratoie da 14×3.50 m); Ussin-Marmore (2 paratoie da 11.5×2 m);

e) Paratoie a ventola con contrappesi inferiori (gruppo 3°). Es.: Wissoto-Damm (300×3.20 m); Gattfelden (Svizzera, 20,2×1.15 m).

Pubblicazioni

DI TUTTE LE PUBBLICAZIONI INVIATE ALLA RIVISTA IN DOPPIO ESEMPLARE VERRÀ FATTO UN CENNO BIBLIOGRAFICO.

HÜTTE. - *Manuale enciclopedico della ingegneria moderna.* – 2ª edizione italiana compilata sulla 25ª edizione originale. Vol. III. Parte Iª e IIª. - Edit. Ulrico Hoepli, Milano 1930. Due volumi di complessive pag. 1615, L. 150.—

Questo volume, che completa la 2ª edizione italiana del ben noto manuale della «Hütte», è specialmente dedicato all'ingegneria civile e comprende le seguenti parti:

Iª Statica delle costruzioni.
IIª Fondazioni.
IIIª Lavori in terra e costruzione delle gallerie.
IVª Costruzioni in cemento armato.
Vª Costruzioni civili.
VIª Riscaldamento e ventilazione.
VIIª Costruzione ed organizzazione degli impianti industriali.
VIIIª Costruzione delle autorimesse.
IXª Macchine edili.
Xª Costruzioni idrauliche.
XIª Utilizzazione dell'energia idraulica.
XIIª Dighe.
XIIIª Costruzioni stradali.
XIVª Tecnica urbanistica.
XVª Provvista e distribuzione delle acque.
XVIª Fognatura urbana.
XVIIª Costruzioni ferroviarie.
XVIIIª Costruzione dei ponti.

In appendice sono riportate le principali prescrizioni germaniche ed italiane relative ad alcune delle costruzioni contemplate nel manuale nonchè varie tabelle della U.N.I.M.

Come i precedenti volumi della stessa opera, anche il presente conserva il carattere sostanziale di una traduzione del testo tedesco; tuttavia sono ben palesi le varianti e le aggiunte introdotte dall'ottimo traduttore, ing. C. Rossi, allo scopo di adattare il meglio possibile il testo italiano alla tecnica del nostro Paese e ai termini comunemente usati nel nostro insegnamento e nella nostra industria.

Certo, non tutte le deficienze originali che quest'opera, essenzialmente tedesca, presentava nei riguardi nostri, hanno potuto trovare attraverso il lavoro poderoso ed encomiabile del traduttore e dell'editore, una completa compensazione.

Così, ad esempio, le parti Xª ed XIª, non rispondono ancora che in scarsa misura ai moderni problemi della nostra idraulica tecnica ed agraria: infatti, mentre trovano ampia trattazione i problemi attinenti alle sistemazioni fluviali, alla navigazione interna e agli impianti idroelettrici a bassa e a bassissima caduta, brevi ed insufficienti, invece, sono per noi i cenni relativi alle bonifiche, alla irrigazione e agli impianti idroelettrici a media e ad alta caduta. La parte XIª, inoltre, presenta anche il difetto di non essere molto organica ed equilibrata. Anche la trattazione dei problemi relativi alle dighe appare, rispetto alle altre parti del manuale, piuttosto limitata e non del tutto conforme alle più moderne vedute della tecnica. La parte IXª che, nella letteratura tecnica più recente trova una ricchissima documentazione, avrebbe potuto essere vantaggiosamente integrata anche con qualche nozione più particolareggiata sulle installazioni e sull'organizzazione dei grandi cantieri quali sono ormai frequenti sia all'estero che in Italia.

Ciò nonostante il valore intrinseco dell opera rimane pressochè immutato, specialmente in questa edizione italiana che, grazie al traduttore, si è arricchita notevolmente nella parte bibliografica.

A. T.

Notiziario

MOTORI D'ACCIAIO

Dall'AEG di Berlino è stato messo sul mercato un nuovo tipo di motore d'acciaio.

Caratteristica della nuova serie è l'assenza di parti fuse. Vengono usati esclusivamente acciai di alte qualità meccaniche, ricorrendo alla saldatura elettrica per l'unione delle parti che non richiedono smontaggio.

Il motore d'acciaio, unitamente ad una maggiore resistenza meccanica, presenta il vantaggio del peso ridotto e delle dimensioni di ingombro diminuite.

L'alleggerimento della costruzione è stato ottenuto essenzialmente sulla parte meccanica, perchè sulla parte elettrica ben poco restava da fare. La fabbricazione presenta diversi punti caratteristici. La carcassa viene costituita con parti d'acciaio elementari, montate sopra il pacco magnetico lamellato e successivamente saldate autogenicamente.

Gli scudi sono ricavati da lastra d'acciaio stampata e rettificata al tornio. Il piede della carcassa è ricavato similmente e riportato con saldatura, oppure con viti per i tipi maggiori.

Una ricopertura in lamiera con finestre di ventilazione garantisce al motore la protezione contro lo stillicidio d'acqua.

Tutti questi motori sono montati su cuscinetti a sfere, seguendo la nuova tendenza costruttiva in materia di sopporti.

Il rotore, a differenza di altre costruzioni, possiede la gabbia di corto circuito colata a pressione in un blocco solo con gli anelli di corto circuito ed i ventilatori, senza saldature.

Con questi accorgimenti, oltre ad assicurare al motore una robustezza indiscutibilmente maggiore, si è raggiunta un'economia di peso del $(20 \div 40)\,\%$ rispetto ai tipi più leggeri del mercato, costruiti in ghisa.

La serie dei motori d'acciaio comprende motori in corto circuito fino a circa 5 HP e motori a doppia gabbia da 3 a 40 HP circa.

La fabbricazione dei motori ad anelli non viene proseguita, in seguito al successo totale dei tipi a doppia gabbia che hanno sostituito quelli ad anelli nel 95% delle applicazioni pratiche. Il motore a doppia gabbia è costruito essenzialmente come quello in corto circuito con la differenza sostanziale di una seconda gabbia rotorica che ha la funzione del reostato per il motore ad anelli, limitando la corrente d'inserzione nei limiti generalmente prescritti dalle Aziende Elettriche.

SEN. PROF. O. M. CORBINO, *Direttore* — ARTI GRAFICHE E. CALAMANDREI & C. - MILANO
Fotoincisioni della «ZINCOGRAFICA» - MILANO — ING. ETTORE CESÀRI, *Redattore Capo-Responsabi*

Indice dell'anno 1930 - Volume VII

Indice per Autori

Indice per Materie

1. Atti ufficiali dell' UNFIEL. — 2. Apparecchi di comando, regolazione e protezione. — 3. Applicazioni agricole dell'elettricità. — 4. Applicazioni varie dell'elettricità. — 5. Canali, condotte, gallerie. — 6. Congressi, esposizioni, concorsi. — 7. Dighe, sbarramenti, serbatoi. — 8. Economia e finanze. — 9. Elettrotecnica in generale. — 10. Elettrochimica, elettrotermica, elettrometallurgia. — 11. Esercizio. — 12. Fatti e testimonianze. — 13. Idrologia e idraulica. — 14. Impianti idroelettrici. — 15. Impianti termoelettrici. — 16. Insegnamento, scuole e laboratori. — 17. Legislazione e giurisprudenza. — 18. L'Illuminazione. — 19. Materiali e costruzioni. — 20. Macchine elettriche (alternatori, dinamo e motori). — 21. Misure apparecchi e metodi. — 22. Motori primi, termici e idraulici. — 23. Necrologio. — 24. Norme e regolamenti. — 25. Notiziario. — 26. Pubblicazioni. — 27. Scienze fisiche e naturali. — 28. Statistica industriale. — 29. Tariffìcazione dell'energia, vendita e contributi. — 30. Trasformatori, convertitori e raddrizzatori. —31. Trasporto e distribuzione dell'energia. — 32. Trazione (ferrovie e tranvie) e propulsione navale. — 33. Varie.

27) - SCIENZE FISICHE E NATURALI

ARTICOLI ORIGINALI

28) - STATISTICA INDUSTRIALE

ARTICOLI ORIGINALI

NOTE E RIASSUNTI

RASSEGNA TECNICA

29) - TARIFFICAZIONE DELL'ENERGIA VENDITA E CONTRIBUTI

ARTICOLI ORIGINALI

RASSEGNA TECNICA

30) - TRASFORMATORI, CONVERTITORI E RADDRIZZATORI

ARTICOLI ORIGINALI